

**GEOVISUALISASI DATA PERUBAHAN GARIS PANTAI
DI KOTA PADANG TAHUN 2000-2020 DENGAN
MEMANFAATKAN APLIKASI CARTO BERBASIS WEBGIS**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Sains (S1)



Oleh:

Khairul Zikri
NIM. 17136061/2017

**PROGRAM STUDI GEOGRAFI
JURUSAN GEOGRAFI
FAKULTAS ILMU SOSIAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021**

PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI

Judul : Geovisualisasi Data Perubahan Garis Pantai Tahun 2000-2020
di Kota Padang Dengan Memanfaatkan Aplikasi Carto Berbasis
WebGIS

Nama : Khairul Zikri

NIM/TM : 17136061/ 2017

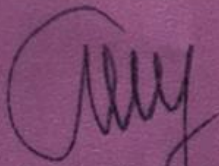
Program Studi : S1 Geografi

Jurusan : Geografi

Fakultas : Ilmu Sosial

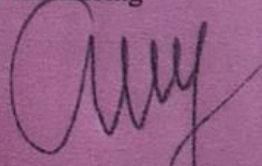
Padang, 28 Agustus 2021

Mengetahui
Ketua Jurusan Geografi



Dr. Arie Yulfa, S.T., M.Sc.
NIP. 19800618 200604 1 003

Disetujui oleh
Pembimbing



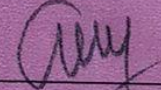
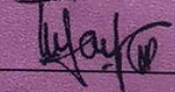
Dr. Arie Yulfa, S.T., M.Sc.
NIP. 19800618 200604 1 003

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Khairul Zikri
NIM/TM : 17136061/ 2017
Judul : Geovisualisasi Data Perubahan Garis Pantai Tahun 2000-2020
di Kota Padang Dengan Memanfaatkan Aplikasi Carto Berbasis
WebGIS
Program Studi : SI Geografi
Jurusan : Geografi
Fakultas : Ilmu Sosial

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang
Pada Hari Sabtu Tanggal 28 Agustus 2021 Pukul 10.40 WIB

Padang, 28 Agustus 2021

Tim Penguji	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Dr. Arie Yulfa, S.T., M.Sc	1. 
2. Anggota	: Dra. Endah Purwaningsih, M.Sc	2. 
3. Anggota	: Triyatno, S.Pd., M.Si	3. 

Mengesahkan:
Dekan FIS UNP



Dr. Siti Fatimah, M.Pd., M.Hum
NIP. 19610218 198403 2 001



UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS ILMU SOSIAL
JURUSAN GEOGRAFI

Jalan. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Padang – 25131 Telp 0751-7875159

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Khairul Zikri
NIM/BP : 17136061/2017
Program Studi : S1 Geografi
Jurusan : Geografi
Fakultas : Ilmu Sosial

Dengan ini menyatakan, bahwa skripsi saya dengan judul :

“Geovisualisasi Data Perubahan Garis Pantai di Kota Padang Tahun 2000-2020 dengan Memanfaatkan Aplikasi Carto Berbasis WebGIS” adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat dari karya orang lain maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan syarat hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di instansi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Geografi

Dr. Arie Yulfa, M.Sc
NIP. 19800618 200604 1 003

Padang, 28 Agustus 2021
Saya yang menyatakan



Khairul Zikri
NIM. 17136061/2017

ABSTRAK

Khairul Zikri (2021) : Geovisualisasi Data Perubahan Garis Pantai Di Kota Padang Dengan Memanfaatkan Aplikasi Carto Berbasis WebGIS

Penelitian ini bertujuan: 1) memahami cara penggunaan Carto untuk memvisualisasikan perubahan garis pantai Kota Padang. 2) mengetahui cara untuk mengintegrasikan data visualisasi perubahan garis pantai dalam *WebGIS*. Jenis penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Data yang digunakan untuk visualisasi adalah garis pantai Kota Padang tahun 2000-2020. Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan adalah dengan cara observasi dan studi kepustakaan. Teknik analisis data menggunakan teknik Geovisualisasi yang akan menghasilkan peta animasi. Hasil dari penelitian ini yaitu: 1) Implementasi visualisasi data perubahan garis pantai dapat dilakukan dengan menggunakan produk aplikasi Carto yaitu Carto Builder dan Carto VL, carto builder digunakan sebagai tempat penyimpanan data spasial dan Carto VL sebagai media untuk memvisualisasikan data spasial perubahan garis pantai. 2) Data visualisasi perubahan garis pantai bisa terhubung dengan baik dalam sistem *WebGIS* yang dibangun dengan menggunakan Codeigniter sebagai *framework* dan Binary Admin sebagai *User Interface* serta *WebGIS* memiliki tampilan yang baik ketika pengguna mengakses dengan menggunakan komputer yang terhubung dengan jaringan internet melalui tautan <https://webgispeisir.000webhostapp.com>.

Kata Kunci : Geovisualisasi, Perubahan Garis Pantai, Carto, WebGIS

ABSTRACT

Khairul Zikri (2021): Geovisualization of Coastline Change Data in Padang City by Utilizing WebGIS-Based Carto Application

This research aims: 1) understanding how to use Carto to visualize changes in the coastline of Padang City. 2) know how to integrate data visualization of shoreline changes in WebGIS. This type of research uses quantitative methods with a descriptive approach. The data used for visualization is the coastline of Padang City in 2000-2020. The data collection technique used is by way of observation and literature studies. Data analysis techniques use Geovisualization techniques that will produce animated maps. The results of this study are: 1) Implementation of data visualization of shoreline changes can be done using carto application products namely Carto Builder and Carto VL, carto builder is used as a storage place for spatial data and carto VL as a medium to visualize spatial data of coastline changes. 2) Data visualization of shoreline changes can be well connected in WebGIS systems built by using Codeigniter as a framework and Binary admin as user interface and WebGIS has a good view when users access by using computers connected to the internet network through <https://webgispesisir.000webhostapp.com> link.

Keywords: *Geovisualization, Coastline Change, Carto, WebGIS*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas karunia yang telah diberikan, baik ilmu dan kesabaran kepada penulis sebagai peneguh hati dan penguat niat sampai akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul *“Geovisualisasi Data Perubahan Garis Pantai Di Kota Padang Tahun 2000-2020 Dengan Memanfaatkan Aplikasi Carto Berbasis WebGIS”*.

Shalawat beriring salam kepada Nabi Muhammad SAW sebagai pelopor kemajuan umat di muka bumi yang membawa kemajuan di bidang ilmu pengetahuan sehingga menghasilkan perkembangan ilmu pengetahuan. Skripsi ini diajukan dan disusun untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S1) Geografi pada Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang. Dalam penulisan Skripsi ini, penulis sangat banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Orang tua penulis Bapak Amril Basri dan Ibu Ratna Herawati yang selalu mendo'akan di setiap ruku' dan sujud, serta memberikan kasih sayang yang luar biasa serta dukungan, baik moril dan materil sehingga penulis bisa menyelesaikan studi hingga selesai,
2. Bapak Dr. Arie Yulfa, S.T., M.Sc selaku Ketua Jurusan Geografi sekaligus pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan kesabaran untuk memberikan perhatian bimbingan dan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini,

3. Ibu Dra. Endah Purwaningsih, M.Sc sebagai dosen penguji I yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penyelesaian Skripsi ini,
4. Bapak Triyatno, S.Pd., M.Si sebagai dosen penguji II sekaligus dosen Pembimbing Akademik (PA) yang telah membantu urusan akademik penulis serta memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penyelesaian Skripsi ini,
5. Bapak dan Ibu dosen yang telah mendidik dan membimbing penulis selama menempuh studi di Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang,
6. Rekan-Rekan seperjuangan Program Studi Geografi angkatan 2017 Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang, terkhusus sahabat *Free Hunter* yang tidak bisa disebutkan namanya satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan saran dan kritikan yang bersifat membangun demi perbaikan untuk masa yang akan datang. Semoga Allah SWT. Memberikan balasan yang setimpal untuk segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis berupa pahala dan kemuliaan disisi-Nya.

Padang, 28 Agustus 2021

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	2
ABSTRACT	3
KATA PENGANTAR.....	4
DAFTAR ISI.....	6
DAFTAR GAMBAR.....	8
DAFTAR TABEL	9
DAFTAR LAMPIRAN	10
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	6
C. Batasan Masalah.....	6
D. Rumusan Masalah	7
E. Tujuan Penelitian	7
BAB II KAJIAN TEORI	9
A. Tinjauan Pustaka	9
1. Perubahan Garis Pantai.....	9
2. <i>Spatio-Temporal</i>	10
3. Peta Animasi Temporal	11
4. Aplikasi Carto.....	14
5. Produk Carto.....	15
6. Keunggulan Carto.....	16
7. Geovisualisasi	17
8. Sistem Informasi Geografis	19
9. <i>WebGIS</i>	23
B. Penelitian Relevan.....	25
C. Kerangka Konseptual	27
BAB III METODE PENELITIAN	29
A. Jenis Penelitian.....	29
B. Objek Penelitian	29

C. Alat dan Jenis Data.....	31
D. Teknik Pengumpulan Data.....	33
E. Teknik Analisis Data.....	34
F. Diagram Alir Penelitian	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
A. Gambaran Umum Wilayah Penelitian	40
1. Kondisi Geografis Wilayah Penelitian	40
2. Kondisi Sosial Ekonomi Wilayah Penelitian.....	41
B. Hasil Penelitian	43
1. Geovisualisasi Data Perubahan Garis Pantai Kota Padang dengan Aplikasi Carto.....	43
2. Integrasi Data Visualisasi Perubahan Garis Pantai ke Dalam <i>WebGIS</i> ...	53
C. Pembahasan.....	60
BAB V PENUTUP	72
A. Kesimpulan	72
B. Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN.....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka Konseptual	28
Gambar 2. Peta Administrasi Kota Padang.....	30
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian	39
Gambar 4. (a) Proses input data, (b) Hasil input data dalam ArcGIS	43
Gambar 5. Proses penggabungan data di ArcGIS	44
Gambar 6. Hasil penambahan atribut waktu di ArcGIS	44
Gambar 7. Halaman muka Aplikasi Carto	45
Gambar 8. Proses penginputan data spasial dalam Carto	45
Gambar 9. Proses koneksi data dalam dataset Carto	46
Gambar 10. Tampilan basis data Carto	47
Gambar 11. Halaman depan Visual studio Code	48
Gambar 12. Diagram <i>Use Case System</i>	53
Gambar 13. Tampilan <i>User Interface WebGIS</i>	54
Gambar 14. Halaman penulisan script code pada Visual Studio Code.....	55
Gambar 15. Tampilan halaman depan XAMPP	58
Gambar 16. Tampilan halaman depan WebGIS	58
Gambar 17. Visualisasi Data Perubahan Garis Pantai dalam Carto	63
Gambar 18. Tampilan Peta Perubahan Garis Pantai Segmen Koto Tengah	69
Gambar 19. Tampilan Peta dengan lokasi kejadian abrasi tahun 2019.....	69
Gambar 20. Tampilan halaman Geovisualisasi Perubahan Garis Pantai Kota Padang	71

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Alat Penelitian.....	31
Tabel 2. Jenis Data Penelitian	33
Tabel 3. Daftar Kecamatan di Kota Padang.....	40
Tabel 4. Jumlah Penduduk Kota Padang Tahun 2020	41
Tabel 5. Hasil Pengujian Fungsionalitas Sistem WebGIS	59
Tabel 6. Hasil Laju Perubahan Garis Pantai di Kota Padang tahun 2000-2020 ...	61
Tabel 7. Parameter <i>Basemap</i> pada Carto	64
Tabel 8. Parameter <i>Navigation Control</i> pada Carto.....	65
Tabel 9. Parameter Dataset Administrasi Kota Padang pada Carto.....	66
Tabel 10. Parameter Dataset Garis Pantai pada Carto	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Script code</i> visualisasi data perubahan garis pantai Kota Padang menggunakan Carto	78
Lampiran 2. Sintaks Head Userinterface WebGIS	85
Lampiran 3. Sintaks Header Userinterface WebGIS	86
Lampiran 4. Sintaks Menu Navigasi User Interface WebGIS	87
Lampiran 5. Sintaks Content Userinterface WebGIS	89
Lampiran 6. Sintaks Content Userinterface WebGIS	90
Lampiran 7. Sintaks Wrapper Userinterface WebGIS	91
Lampiran 8. Sintaks Controller Codeigniter pada Sistem WebGIS.....	92

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi yang semakin pesat saat ini dengan berbagai penemuan dan inovasi baru dalam membawa perubahan menjadi sebuah informasi. Salah satu teknologi yang berkembang yaitu Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam menampilkan atau menganalisis sesuatu objek yang menjadi sebuah informasi di bidangnya. SIG atau *GIS (Geographic Information System)* merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk mengelola (*input*, manajemen, proses dan *output*) data spasial atau data yang bereferensi keruangan. Setiap data yang merujuk lokasi di permukaan bumi dapat disebut sebagai data spasial bereferensi keruangan, misalnya data kepadatan penduduk suatu daerah, data jalan-jalan di kota besar, serta data wilayah yang sering terkena bencana banjir, data vegetasi dan sebagainya (Nuckols, dkk., 2004).

Data spasial memiliki peran penting untuk membuat sebuah keputusan yang terkait dengan kejadian di muka bumi. Dalam konteks tanggap darurat bencana, misi utama dari kegiatan ini adalah menyelamatkan jiwa dan lingkungan para korban dalam waktu singkat (Yulfa, 2019). Penggunaan data spasial dirasakan semakin diperlukan untuk berbagai keperluan seperti penelitian, pengembangan, dan perencanaan wilayah, serta manajemen sumber daya alam. Pengguna data spasial merasakan minimnya informasi mengenai keberadaan dan ketersediaan data spasial yang dibutuhkan (Rabbasa & Setiawan, 2006).

Penyebaran (diseminasi) data spasial yang selama ini dilakukan dengan menggunakan media yang telah ada meliputi media cetak , *cd-rom*, dan media penyimpanan lainnya dirasakan kurang mencukupi kebutuhan pengguna. Pengguna diharuskan datang dan melihat langsung data tersebut pada tempatnya (*data provider*).

Semakin banyaknya manfaat yang dapat dilakukan dengan penggunaan SIG ini, maka sistem informasi ini pun terus berkembang. Aplikasi SIG yang sedang berkembang saat ini salah satunya adalah aplikasi SIG berbasis *web* atau *WebGIS*. *WebGIS* merupakan aplikasi pemetaan berbasis web dengan menggunakan jaringan internet. Perkembangan *WebGIS* ini pun dapat diaplikasikan dalam berbagai sektor, seperti menampilkan atau mempublikasikan informasi lokasi pariwisata, bencana alam, perubahan lahan, informasi suatu luasnya wilayah, perbatasan antar wilayah bahkan antar sebuah negara, penunjuk lokasi, fasilitas, sumber daya alam, bencana alam dan beberapa informasi terkait lainnya. Informasi tersebut diperlukan pengguna untuk berbagai keperluan seperti penelitian, pengembangan dan perencanaan tata ruang wilayah, serta manajemen sumber daya alam tentang iklim atau cuaca (Sari, 2007).

Geovisualisasi merupakan proses analisis data geospasial dengan visualisasi yang diaktifkan melalui alat konvergensi informasi, kartografi dan metode geografi (Kraak & Ormeling., 2010). Geovisualisasi merupakan sebuah pendekatan yang melihat data spasial dalam berbagai perspektif untuk memperoleh pengetahuan baru terkait data tersebut (Kraak., dkk., 2019).

Geovisualisasi memanfaatkan peta sebagai material dasarnya karena peta merupakan visualisasi kunci untuk memudahkan dalam melihat kompleksitas hubungan antar fenomena atau fitur objek yang terekam di dalamnya (Lurini., 2017).

Penyajian informasi perubahan dapat dilakukan dengan menggunakan data geospasial untuk memudahkan pemahaman pembaca. Perspektif ruang yang disajikan oleh data geospasial akan membantu pengguna dalam mengaitkannya dengan dunia nyata. Penyajian fenomena dinamis *spatio-temporal* sebenarnya telah lama dipraktikkan oleh kartograf melalui peta dua dimensional (Bertin, 2011). Pada awal tahun 1930-an, kartograf juga bereksperimen dengan menambahkan dimensi waktu untuk merepresentasikan proses geografi dinamis dengan tampilan peta animasi (Harrower & Fabrikant, 2008). Perkembangan teknologi semakin memudahkan kartograf untuk menggunakan media animasi dalam pembuatan peta. Salah satu keunggulan menggunakan media animasi adalah pengguna tidak hanya menerapkan skema pengetahuan spasial namun juga skema temporal untuk menginterpretasikan kandungan informasi (Kraak, dkk., 1997). Meskipun demikian penyusunan peta animasi merupakan tantangan bagi kartograf yang umumnya terbiasa dengan penyusunan peta statis. Tidak seperti peta statis yang tidak berubah, masing-masing *frame* dari peta animasi akan tertampil di layar secara singkat, sehingga pengguna peta hanya memiliki sedikit waktu untuk melihat peta secara rinci. Kunci penyusunan peta animasi yang baik ialah penyusunan pilihan interaksi yang sesuai bagi pembaca peta (Kraak, 1999).

Walaupun *WebGIS* telah berkembang pesat, namun pemanfaatan *WebGIS* untuk memvisualisasi data *spatio-temporal* masih sangat terbatas.

Spatio-temporal dalam SIG biasa digunakan untuk menyimpan informasi tentang posisi objek spasial dari waktu ke waktu (Wu-jun, dkk., 2005). Salah satu data *spatio-temporal* yang dapat divisualisasikan adalah data perubahan garis pantai. Lingkungan pantai merupakan suatu wilayah yang selalu mengalami perubahan. Perubahan lingkungan pantai dapat terjadi secara lambat hingga cepat, tergantung dari faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Perubahan garis pantai ditunjukkan oleh perubahan kedudukannya, tidak hanya ditentukan oleh suatu faktor tunggal tapi oleh sejumlah faktor beserta interaksinya yang merupakan hasil gabungan dari proses alam dan manusia. Faktor alami berasal dari pengaruh proses-proses hidro-oseanografi yang terjadi di laut seperti hempasan gelombang, perubahan pola arus, variasi pasang surut, serta perubahan iklim. Penyebab terjadinya kerusakan pantai akibat kegiatan manusia (antropogenik) di antaranya konversi dan alih fungsi lahan pelindung pantai untuk sarana pembangunan di kawasan pesisir yang tidak sesuai dengan kaidah yang berlaku sehingga keseimbangan transpor sedimen di sepanjang pantai dapat terganggu, penambangan pasir yang memicu perubahan pola arus dan gelombang (Shuhendry, 2004).

Sumatera Barat merupakan salah satu provinsi yang berada di pesisir pulau Sumatera dengan panjang garis pantai 1.973,246 km sudah termasuk Kabupaten Kepulauan Mentawai. Salah satu daerah di Sumatera Barat yang juga menunjukan

adanya gejala perubahan garis pantai adalah wilayah pesisir Kota Padang. Hal ini terlihat dari beberapa kejadian yang terekam media seperti terjadinya abrasi pantai yang menggerus pondasi Masjid Al-Hakim yang berada di Pantai Padang. Selain itu, abrasi paling parah terjadi di area Tugu Merpati (Ramadhan, 2021).

Salah satu aplikasi yang dapat digunakan dalam memvisualisasikan data *spatio-temporal* perubahan garis pantai berbasis *web* adalah Aplikasi Carto. Carto merupakan seperangkat aplikasi berbasis *web* yang digunakan untuk analisis dalam menemukan dan memprediksi wawasan utama dari data spasial (Alonso, 2019). Carto merupakan salah satu cara termudah dalam memvisualisasikan peta dengan data yang dipunya. *Interface* yang dimiliki oleh Carto menciptakan pengguna baru dalam komunitas pemetaan dan analisis data, dimana memungkinkan pengguna bekerja satu sama lain dalam pembuatan peta. Aplikasi Carto memungkinkan para pendidik, peneliti dan pebisnis umum dalam membuat peta dengan data yang mereka miliki.

Berdasarkan uraian di atas, adanya kebutuhan akan kesediaan informasi digital baik itu secara pemberitaan dan kesediaan data spasial secara kompleks yang dapat diakses secara *online*, dan dapat dengan mudah dimengerti oleh masyarakat umum serta tersedianya data yang dapat dimanfaatkan untuk rujukan atau penelitian kedepannya terhadap sebuah fenomena yang ada terkait kawasan pesisir. Untuk menjawab kebutuhan tersebut, peneliti ingin memberikan informasi secara digital terkait bentuk perubahan garis pantai di Kota Padang dari tahun 2000 hingga tahun 2020 untuk melihat perubahan yang terjadi setiap tahunnya apakah terjadinya pengikisan dan berkurangnya kawasan bibir pantai Kota Padang

akibat abrasi atau bertambahnya kawasan daratan bibir pantai akibat endapan sedimen. Sehingga, penulis ingin melakukan penelitian dalam implementasi teori-teori kartografi dalam visualisasi data *spatio-temporal* dengan menggunakan Carto dengan Judul Penelitian “*Geovisualisasi Perubahan Garis Pantai di Kota Padang Tahun 2000-2020 dengan Memanfaatkan Aplikasi Carto Berbasis WebGIS*”.

B. Identifikasi Masalah

Sesuai dengan uraian latar belakang masalah di atas, maka penulis mengidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Belum tersedianya Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis *web* untuk visualisasi perubahan garis pantai di Kota Padang.
2. Belum adanya penerapan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) Carto untuk memvisualisasikan perubahan garis pantai di Kota Padang.
3. Sulitnya masyarakat dan akademisi dalam mendapatkan data dan informasi mengenai perubahan garis pantai di Kota Padang yang lengkap dan mudah diakses secara langsung.

C. Batasan Masalah

Mengingat terbatasnya kemampuan penulis, maka masalah dalam penelitian ini dibatasi, yaitu:

1. Memvisualisasikan perubahan garis pantai dengan aplikasi Carto.
2. Integrasi data visualisasi perubahan garis pantai dalam sebuah sistem *WebGIS*.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara memvisualisasikan perubahan garis pantai dengan menggunakan aplikasi Carto?
2. Bagaimana cara mengintegrasikan data visualisasi perubahan garis pantai dalam sebuah sistem *WebGIS*?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini terbagi 2 bagian, yaitu :

1. Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah memvisualisasikan perubahan garis pantai di Kota Padang dengan menggunakan aplikasi Carto.

2. Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk mengetahui:

- a. Mengetahui cara penggunaan aplikasi Carto untuk visualisasi perubahan garis pantai di Kota Padang.
- b. Mengetahui cara penggabungan data visualisasi perubahan garis pantai ke dalam sebuah sistem *WebGIS*.

F. Manfaat Penelitian

Hasil Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk:

1. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di program sarjana program studi Geografi (S1).
2. Menambah wawasan dan pengetahuan serta khasanah dalam geografi khususnya bidang geografi teknik berupa penerapan konsep Geovisualisasi data spasial dengan memanfaatkan aplikasi Carto.
3. Secara praktis bagi Instansi dapat memberikan masukan dan pertimbangan untuk bisa memanfaatkan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam menganalisis dan menampilkan data spasial.
4. Secara praktis bagi Universitas dapat mendorong sebuah riset yang berkaitan dengan pengelolaan data spasial yang sifatnya dinamis.
5. Secara praktis bagi Masyarakat dapat memperoleh informasi secara cepat mengenai perubahan garis pantai.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Perubahan Garis Pantai

Garis pantai merupakan garis batas pertemuan antara daratan dan laut, dimana posisinya tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai terjadi (Triatmojo, 1999). Garis pantai menurut IHO (1970) merupakan garis pertemuan antara pantai (daratan) dan air (lautan). Walaupun secara periodik permukaan garis pantai selalu berubah, suatu tinggi muka air tertentu yang tetap harus dipilih untuk menjelaskan posisi garis pantai. Pada peta laut, garis pantai yang digunakan adalah muka air tinggi (*High Water Level*). Sedangkan untuk acuan kedalaman menggunakan muka air rendah (*Low Water Level*) sebagai garis pantai (Poerbandono & Djunarsjah, 2005).

Citra satelit dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan garis pantai. Perbedaan waktu dari citra satelit akan membantu penentuan dinamika perubahan garis pantai. Tantangan yang ditemukan dalam penentuan garis pantai adalah dinamika dari garis pantai itu akibat faktor pemicu perubahan seperti badai, pasang naik dan pasang surut, dan lainnya (Yulfa & Chandra, 2020).

Perubahan garis pantai terjadi pada skala detik atau jutaan tahun (Sulaiman & Soehardi, 2008). Perubahan garis pantai karena abrasi salah satunya disebabkan oleh arus pasang surut, sehingga pengikisan ini menyebabkan berkurangnya area daratan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengamatan dengan cara pengamatan langsung ke lapangan atau dengan metode penginderaan jauh dengan menggunakan data perekaman citra satelit.

2. *Spatio-Temporal*

Spatio-temporal atau ruang waktu merupakan ekspresi waktu yang digunakan bukan sebagai tujuan informasi melainkan sebagai metode untuk mendapat informasi. *Spatio-temporal* SIG biasa digunakan untuk menyimpan informasi tentang posisi objek spasial dari waktu ke waktu atau objek geografis mengalami perubahan dalam berbagai pandangan (Wu-jun, dkk., 2005). Dalam SIG data *spatio-temporal* dibagi menjadi dua jenis informasi yaitu statis dan dinamis. Informasi statis merupakan informasi tentang fenomena yang terjadi di alam, sehingga istilah ini digunakan untuk seperti peta kartografi, jalan, penggunaan fasilitas, perubahan lahan, garis pantai dan sebagainya, yang mungkin tidak berubah dalam waktu singkat. Kemudian, informasi dinamis yaitu mengacu pada informasi yang berubah dalam waktu yang singkat, perubahan ini merupakan perubahan geometri dari waktu ke waktu secara cepat (Howeeg, 2000).

Menurut Howeweg (2000) data *spatio-temporal* dapat divisualisasikan dan representasikan dalam pengolahan informasi. Beberapa yang didapat lakukan dengan untuk penyajian informasi *spatio-temporal* dalam SIG seperti animasi, representasi 3 dimensi, dan representasi multimedia.

Menurut (Kraak & Ormeling, 2010). Terdapat tiga model visualisasi data temporal dalam kartografi, yaitu

- a. **Peta Statis Tunggal.** Parameter grafik tertentu dan simbol digunakan untuk menunjukkan perubahan untuk mewakili sebuah perubahan waktu dan warna yang lebih gelap menunjukkan warna yang lebih tua dan lebih terang perkembangan yang lebih baru.

b. Serangkaian Peta Statis. Peta tunggal mewakili *snapshot* dalam waktu.

Bersama-sama peta membentuk sebuah perubahan. Perubahan dirasakan dengan melihat suksesi di peta individu yang menggambarkan peristiwa dalam jepretan berturut-turut. Dapat dikatakan bahwa urutan temporal adalah diwakili oleh urutan spasial, di mana pengguna harus ikuti, untuk melihat variasi temporal. Namun, jumlah gambar terbatas dan sulit untuk menjalankan series waktu yang panjang.

c. Peta Animasi. Perubahan dirasakan terjadi dalam bingkai tunggal dengan menampilkan beberapa foto setelah masing-masing lainnya. Perbedaan dengan deret peta adalah variasi yang diperkenalkan untuk mewakili suatu peristiwa harus disimpulkan bukan dari urutan spasial tetapi dari nyata pergerakan pada peta itu sendiri. Dengan kategori ini dapat membedakan antara animasi interaktif dan noninteraktif. Contohnya adalah gif animasi (urutan berulang dari *bitmaps*) yang sering digunakan di halaman *web*, yang paling terkenal contohnya adalah bola dunia yang berputar di mana-mana di halaman *web*.

3. Peta Animasi Temporal

Penyajian fenomena dinamis *spatio-temporal* sebenarnya telah lama dipraktikkan oleh kartograf melalui peta dua dimensional (Bertin, 2011). Pada awal tahun 1930-an, kartograf juga bereksperimen dengan menambahkan dimensi waktu untuk merepresentasikan proses geografi dinamis dengan tampilan peta animasi (Harrower & Fabrikant, 2008). Selama tahun 1980-an teknologi perkembangan memunculkan fase kedua kartografi animasi, dengan citra pertama yang diproduksi komputer. Saat ini gelombang ketiga animasi

kartografi adalah terjadi, dibuat dan diaktifkan oleh teknologi *GIS*. Karena kebutuhan dalam *GIS Science* lingkungan untuk menangani proses secara keseluruhan, dan tidak ada lebih lama dengan irisan waktu tunggal, ini bukan hanya visualisasi metode dan teknik yang harus diperhitungkan tetapi juga masalah basis data (penyimpanan dan pemeliharaan data, desain basis data, dan antarmuka pengguna peta menurut DiBiase dkk., 1992; Egenhofer and Gollege, 1998; Monmonier, 1990 dalam (Kraak & F., 2010). Harrower dan Fabrikant, 2008 dalam (Kraak & F., 2010) juga seperti disebutkan sebelumnya, animasi bisa sangat berguna dalam mengklasifikasi tren dan proses, serta dalam menjelaskan atau memberikan wawasan tentang hubungan spasial. Animasi grafik carto dapat dibagi lagi menjadi temporal dan animasi non-temporal.

Perkembangan teknologi semakin memudahkan kartograf untuk menggunakan media animasi dalam pembuatan peta. Salah satu keunggulan menggunakan media animasi adalah pengguna tidak hanya menerapkan skema pengetahuan spasial namun juga skema temporal untuk menginterpretasikan kandungan informasi (Kraak, dkk., 1997). Meskipun demikian penyusunan peta animasi merupakan tantangan bagi kartograf yang umumnya terbiasa dengan penyusunan peta statis. Tidak seperti peta statis yang tidak berubah, masing-masing frame dari peta animasi akan tertampil di layar secara singkat, sehingga pengguna peta hanya memiliki sedikit waktu untuk melihat peta secara rinci. Kunci penyusunan peta animasi yang baik ialah penyusunan pilihan interaksi yang sesuai bagi pembaca peta (Kraak, 1999). Walaupun

WebGIS telah berkembang pesat, namun pemanfaatan *WebGIS* untuk memvisualisasi data *spatio-temporal* masih sangat terbatas.

Ketika berhadapan dengan animasi temporal, hubungan langsung ada antara waktu tampilan dan waktu dunia. Skala temporal animasi akan menjadi rasio antara tampilan waktu dan waktu dunia. Contoh animasi ini adalah perubahan garis pantai Belanda dari zaman Romawi sampai saat ini, perubahan batas di Afrika sejak Perang Dunia ke-Dua, atau perubahan cuaca. Unit waktu, resolusi temporal animasi, dapat berupa detik, tahun, atau ribuan tahun. Lingkungan *GIS* juga membedakan jenis waktu lain, yaitu waktu basis data. Ketiga jenis waktu yang berbeda ini telah dikenali, meskipun tidak secara eksplisit, oleh kartografer yang memproduksi peta topografi. Pembaruan peta topografi akan jadilah contoh yang baik, karena di sini perbedaan beberapa tahun akan ada antara waktu dunia, waktu basis data, dan waktu tampilan (masing-masing saat jalan baru dibangun, foto udara diambil dan peta akhir dicetak). Animasi temporal menunjukkan perubahan lokasi atau komponen atribut data spasial. Untuk pemahaman yang tepat, penting bahwa pengguna dapat mempengaruhi aliran animasi. Fungsionalitas dalam peta animasi temporal memerlukan opsi untuk bermain dengan garis waktu: maju, mundur, lambat, cepat, jeda (Kraak & Ormeling, 2010).

Menurut Blok (2005) dalam (Kraak & F., 2010), terdapat empat karakteristik parameter dinamis sebuah peta animasi *spatio-temporal* diantaranya:

- a. Tampilan waktu (*Display time*). Ini adalah waktu di mana beberapa tampilan perubahan dimulai, tanggal tampilan dapat ditautkan secara langsung ke tanggal kronologis untuk menentukan lokasi temporal.
- b. Durasi (*Duration*). Lamanya waktu tidak ada perubahan dalam menampilkan, tautan langsung antara setiap bingkai dan dunia waktu ada.
- c. Pesan (*Order*). Ini mengacu pada urutan frame atau adegan, waktu secara inheren dipesan.
- d. Frekuensi (*Frequency*). Frekuensi dikaitkan dengan durasi.

4. Aplikasi Carto

Carto adalah aplikasi *open source* berbasis *web* yang berfungsi sebagai media penyimpanan dan visualisasi data geospasial. Carto dibuat untuk memudahkan pengguna dalam membuat peta dan merancang aplikasi geospasial. Dengan aplikasi Carto pengguna dapat mengunggah data geospasial dengan berbagai format (*shapefiles*, *GeoJSON*, dan lain-lain) kemudian memvisualisasikan dalam bentuk tabel atau peta yang dapat diakses secara gratis dengan menggunakan jaringan internet (Carto, 2019).

Carto adalah seperangkat aplikasi berbasis *web* yang digunakan untuk analisis dalam menemukan dan memprediksi wawasan utama dari data lokasi (Carto, 2019). Carto adalah cara termudah pembuatan peta dengan data yang dipunya. *Interface* ini menciptakan pengguna baru dalam komunitas pemetaan dan analisis data, dimana memungkinkan pengguna bekerja satu sama lain dalam pembuatan peta. Carto memungkinkan para pendidik, peneliti dan pebisnis umum dalam membuat peta dengan data yang mereka miliki.

Format Carto adalah *file* yang mencakup *basemap*, lapisan peta yang terhubung, gaya kustom, analisis, *widget*, legenda, atribusi, metadata, dan *query SQL* yang telah dikompres khusus untuk membuat peta di Carto Builder dan Editor. Satu simbol peta pada agregasi mewakili banyak fitur. *Style layer* pada peta Carto builder menawarkan opsi agregasi untuk geometri titik. Dalam agregasi atribut yang digunakan adalah lokasi, serta metode dan gaya titik dapat dipilih. Properti Carto CSS yang terdapat pada *style* agregasi disesuaikan berdasarkan pola spasial keseluruhan peta (Alonso, 2019).

5. Produk Carto

Platform pemetaan Carto terdiri dari dua produk utama:

- a. Carto Builder adalah antarmuka pengguna berbasis *web* ke dalam Mesin Carto yang memungkinkan kontrol visualisasi dan analisis. *Builder* adalah situs *web* yang digunakan saat membuat peta Carto.
- b. Carto VL adalah pustaka *JavaScript* yang berinteraksi dengan berbagai *API* Carto untuk membangun aplikasi khusus yang memanfaatkan *rendering* vektor. Beberapa keunggulan dari Carto VL, diantaranya:
 - Peta di render di sisi klien, bukan dirender di *server*. Hasilnya, waktu muat yang lebih cepat dan kinerja aplikasi secara keseluruhan dengan menghilangkan potensi masalah *server*.
 - Agregasi titik pintar bawaan dan penyederhanaan geometri membuatnya lebih mudah dari sebelumnya untuk memvisualisasikan dan berinteraksi dengan kumpulan data yang lebih besar. Carto VL melakukan ini dengan cara yang dinamis dan otomatis, artinya Anda tidak perlu menjalankan

kembali langkah-langkah pra-pemrosesan yang mahal dan memakan waktu di atas geometri.

- Kemampuan untuk memodifikasi geometri secara langsung di *browser*. Ini adalah solusi ampuh untuk visualisasi animasi titik, garis, dan poligon.
- Kontrol penuh atas semua yang terjadi di peta dan dapat memberikan reaksi yang kaya terhadap interaksi pengguna.
- Bahasa penataan peta baru dan intuitif yang dirancang khusus untuk kartografi tematik multi-skala. Hanya dengan beberapa baris, visualisasi kompleks dapat dibuat. Non-programmer dapat membuat peta pertama mereka dengan mudah, sementara programmer masih dapat memanfaatkan potensi penuh dari ekosistem Carto.

6. Keunggulan Carto

Carto menyediakan berbagai fitur yang membuatnya sebanding dengan dan berbeda dari layanan peta lainnya seperti *Google Maps*.

- a. Penyediaan peta *web* melalui mesin Carto pada *carto.com*
- b. mendukung pengunggahan berbagai format data (termasuk *shapefile*)
- c. Menyediakan antarmuka *web* yang nyaman untuk desain dan analisis
- d. Penekanan kuat pada desain visual yang menarik dan fungsional
- e. *API JavaScript* untuk integrasi ke situs *web Android* dan *iOS SDK* untuk integrasi dengan aplikasi seluler dan akses ke pustaka data
- f. Alat analisis yang dapat digunakan dengan data kecil dan besar
- g. Ketersediaan di berbagai tingkat harga dari akun gratis hingga layanan dan dukungan berkualitas perusahaan.

7. Geovisualisasi

Visualisasi data merupakan menyajikan data secara visual yang berinteraksi langsung dengan pengguna untuk melakukan eksplorasi dan memperoleh informasi yang terdapat dalam data (Oliveira, 2003). Kemudian Visualisasi data adalah sebuah metode untuk mengkomunikasikan sebuah informasi dengan berbagai cara baik itu dalam bentuk gambar, diagram atau animasi dan visualisasi digunakan untuk menampilkan data dalam jumlah yang besar kemudian dipresentasikan dengan berbagai model (Mihaly, 2008). Visualisasi adalah proses di mana data diolah dan disajikan dalam bentuk gambar (Visvalingam, 1994). Pengertian ini menunjukkan bahwa visualisasi bukan hal yang sederhana, ada kegiatan pengolahan dan penyajian data yang harus dilakukan secara seksama dan terencana. Penyajian informasi dengan cara-cara yang inovatif sangat bergantung pada visualisasi (MacEachren & Kraak, 1997).

Visualisasi dilakukan dengan tujuan untuk membantu semua orang dalam memahami informasi dan menginterpretasi arti dari informasi tersebut. Selain itu, visualisasi juga bertujuan untuk menganalisis informasi mengenai hubungan antar data secara grafis (Lucieer, 2004). Tujuan dari visualisasi data adalah untuk menghitung atau menyampaikan informasi baik itu dalam bentuk 1 dimensi (dokumen teks), 2 dimensi (data bidang, peta geografis atau data peta), 3 dimensi (objek nyata seperti bentuk bangunan, dsb) dan temporal data yaitu untuk menampilkan data dalam periode tertentu (Mulyana & Winarko, 2009). Geovisualisasi merupakan singkatan dari geografi visualisasi, dapat diterjemahkan sebagai kumpulan teknik dan perangkat yang bertujuan untuk mendukung analisis

data spasial melalui visualisasi interaktif (Newell, dkk., 2017). Analisis yang dilakukan dengan visualisasi yang diaktifkan melalui alat konvergensi informasi, kartografi dan metode geografi (Yasobant, S., dkk., 2015). Visual analitik merupakan ilmu dan kegiatan yang menyangkut “*analytical reasoning*” yang mengkombinasikan analisis komputasi dengan tampilan visual yang interaktif. *Analytical reasoning* yang dimaksud merupakan proses pengolahan data menjadi informasi yang kemudian diterima oleh pengguna, sehingga pengguna mendapat sesuatu yang baru (ilmu pengetahuan) untuk kemudian digunakan dalam berbagai keperluan terkait kegiatan pengambilan keputusan (Thomas & Cook, 2005). Kegiatan analitik dilakukan dengan kombinasi antara analisis spasial dengan tampilan visual yang interaktif. Kegiatan tersebut dalam tujuan untuk menemukan parameter yang belum diketahui dari data dan memberikan informasi yang baru. Pendekatan geovisualisasi dan lingkungan pesisir Sydney Spit-Canada menunjukkan bahwa masyarakat memiliki kedekatan dengan perencanaan wilayah pesisir, di sisi lain pemegang kebijakan juga lebih mudah memahami persoalan-persoalan lokal wilayah (Newell, dkk., 2017). Citra satelit Landsat dengan indeks airnya dapat digunakan untuk merekam perubahan garis pantai (Joshua & Allen, 2018). Penelitian-penelitian tersebut merujuk kepada geovisualisasi secara *offline*, sementara informasi ini jika dilakukan secara *online* akan memberikan daya ungkit yang besar untuk memberikan informasi kepada publik dan pemangku kebijakan sebagaimana tuntutan keterbukaan informasi dalam kebijakan di ruang publik.

8. Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografi (SIG) atau *Geographic Information System* (GIS) adalah suatu sistem informasi yang dirancang untuk bekerja dengan data yang bereferensi spasial atau berkoordinat geografi atau dengan kata lain suatu SIG adalah suatu sistem basis data dengan kemampuan khusus untuk menangani data yang bereferensi keruangan (spasial) bersamaan dengan seperangkat operasi kerja (Barus & Wiradisastra, 2000). Sedangkan menurut Aronoff (1989) Sistem Informasi Geografis adalah sistem yang berbasiskan komputer yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi-informasi geografis. SIG dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis objek-objek dan fenomena di mana lokasi geografis merupakan karakteristik yang penting atau kritis untuk dianalisis. Dengan demikian, SIG merupakan sistem komputer yang memiliki empat kemampuan berikut dalam menangani data yang bereferensi geografis: (a) masukan, (b) manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan data, (c) analisis dan manipulasi data, dan (d) keluaran.

a. Komponen SIG

Sistem Informasi Geografis sebagai sistem terdiri dari beberapa komponen sebagai berikut dengan berbagai karakteristiknya (Prahasta, 2009):

- 1) Perangkat Keras, saat ini SIG sudah tersedia bagi berbagai platform; mulai dari kelas *PC desktop*, *workstations*, hingga *multi-user host* yang bahkan dapat digunakan oleh orang secara bersamaan dalam jaringan komputer yang luas, tersebar, berkemampuan tinggi, memiliki ruang penyimpanan yang besar. Adapun perangkat keras yang sering digunakan untuk aplikasi

SIG adalah komputer (*PC*), *mouse*, *monitor*, *digitizer*, *printer*, *plotter*, *receiver GPS*, dan *scanner*.

- 2) Perangkat Lunak, dari sudut pandang yang lain SIG bisa juga merupakan sistem perangkat lunak yang tersusun secara modular di mana sistem basis datanya memegang peranan kunci. Setiap subsistem diimplementasikan dengan menggunakan perangkat lunak yang terdiri dari beberapa modul.
- 3) Data & Informasi Geografis *SIG* dapat mengumpulkan dan menyimpan data atau informasi yang diperlukan baik secara tidak langsung maupun secara langsung dengan cara melakukan digitasi data spasialnya kemudian memasukkan data atributnya dari tabel-tabel atau laporan dengan menggunakan *keyboard*.
- 4) Manajemen Suatu proyek *SIG* akan berhasil jika dikelola dengan baik dan dikerjakan oleh orang-orang memiliki keahlian yang tepat pada semua tingkatan.

b. Subsistem SIG

Subsistem SIG Sistem Informasi Geografis dapat diuraikan menjadi beberapa subsistem sebagai berikut (Prahasta, 2009):

- 1) *Data Input*, Subsistem ini bertugas untuk mengumpulkan, mempersiapkan, dan menyimpan data spasial dan atributnya dari berbagai sumber. Subsistem ini pula yang bertanggung jawab dalam mengkonversikan atau mentransformasikan format-format data aslinya ke dalam format yang dapat digunakan oleh perangkat SIG yang bersangkutan.

- 2) *Data Output*, Subsistem ini bertugas untuk menampilkan atau menghasilkan keluaran seluruh atau sebagian basis data (spasial) baik dalam bentuk *softcopy* maupun *hardcopy* seperti halnya tabel, grafik, report, peta, dan lain sebagainya.
- 3) *Data Management*, Subsistem ini mengorganisasikan baik data spasial maupun tabel-tabel atribut terkait ke dalam sebuah sistem basis data sedemikian rupa hingga mudah dipanggil kembali atau *diretrieve* (di-*upload* ke memori), di-*update*, dan di-*edit*.
- 4) *Data Manipulation & Analysis*, Subsistem ini menentukan informasi-informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG. Selain itu, subsistem ini juga melakukan manipulasi (evaluasi dan penggunaan fungsi fungsi dan operator matematis & logika) dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan.

c. Struktur Data SIG

Struktur data spasial dibagi dua yaitu model data raster dan model data vektor. Data raster adalah data yang disimpan dalam bentuk kotak segi empat (*grid*)/sel sehingga terbentuk suatu ruang yang teratur. Data vektor adalah data yang direkam dalam bentuk koordinat titik yang menampilkan, menempatkan dan menyimpan data spasial dengan menggunakan titik, garis atau area (Barus & Wiradisastra, 2000).

- 1) Data Raster (atau disebut juga dengan sel *grid*) adalah data yang dihasilkan dari sistem Penginderaan Jauh. Pada data raster, objek geografis direpresentasikan sebagai struktur sel *grid* yang disebut dengan *pixel*

(*picture element*). Pada data raster, resolusi (definisi visual) tergantung pada ukuran pixel-nya. Dengan kata lain, resolusi pixel menggambarkan ukuran sebenarnya di permukaan bumi yang diwakili oleh setiap pixel pada citra. Semakin kecil ukuran permukaan bumi yang direpresentasikan oleh satu sel, semakin tinggi resolusinya. Data raster sangat baik untuk merepresentasikan batas-batas yang berubah secara gradual, seperti jenis tanah, kelembaban tanah, vegetasi, suhu tanah dan sebagainya. Keterbatasan utama dari data raster adalah besarnya ukuran file; semakin tinggi resolusi grid-nya semakin besar pula ukuran filenya dan sangat tergantung pada kapasitas perangkat keras yang tersedia. Masing-masing format data mempunyai kelebihan dan kekurangan. Pemilihan format data yang digunakan sangat tergantung pada tujuan penggunaan, data yang tersedia, volume data yang dihasilkan, ketelitian yang diinginkan, serta kemudahan dalam analisa. Data vektor relatif lebih ekonomis dalam hal ukuran file dan presisi dalam lokasi, tetapi sangat sulit untuk digunakan dalam komputasi matematik. Sedangkan data raster biasanya membutuhkan ruang penyimpanan file yang lebih besar dan presisi lokasinya lebih rendah, tetapi lebih mudah digunakan secara matematis. Pada data raster, resolusi (definisi visual) tergantung pada ukuran pixel-nya. Dengan kata lain, resolusi pixel menggambarkan ukuran sebenarnya di permukaan bumi yang diwakili oleh setiap pixel pada citra. Semakin kecil ukuran permukaan bumi yang direpresentasikan oleh satu sel, semakin tinggi resolusinya. Data raster sangat baik untuk

merepresentasikan batas-batas yang berubah secara gradual, seperti jenis tanah, kelembaban tanah, vegetasi, suhu tanah dan sebagainya. Keterbatasan utama dari data raster adalah besarnya ukuran file; semakin tinggi resolusi grid-nya semakin besar pula ukuran filenya dan sangat tergantung pada kapasitas perangkat keras yang tersedia.

- 2) Data Vektor Data vektor merupakan bentuk bumi yang direpresentasikan ke dalam kumpulan garis, area (daerah yang dibatasi oleh garis yang berawal dan berakhir pada titik yang sama), titik dan nodes (merupakan titik perpotongan antara dua buah garis). Keuntungan utama dari format data vektor adalah ketepatan dalam merepresentasikan fitur titik, batasan dan garis lurus. Hal ini sangat berguna untuk analisa yang membutuhkan ketepatan posisi, misalnya pada basis data batas-batas kadaster.

9. *WebGIS*

Geographic Information System (GIS) atau Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sistem yang dirancang untuk bekerja dengan data yang tereferensi secara spasial atau koordinat-koordinat geografi. Sistem Informasi Geografis (SIG) memiliki kemampuan untuk melakukan pengolahan data dan melakukan operasi-operasi tertentu dengan menampilkan dan menganalisa data. Pengembangan aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) kedepannya mengarah kepada aplikasi berbasis *web* yang dikenal dengan *WebGIS*. Hal ini disebabkan karena pengembangan aplikasi di lingkungan jaringan telah menunjukkan potensi yang besar dalam kaitannya dengan geoinformasi. Secara umum Sistem Informasi Geografis (SIG) dikembangkan berdasarkan pada

prinsip input/masukan data, manajemen, analisis dan representasi data (Charter, 2015).

Perkembangan *web* dan perluasan internet menyediakan dua kunci kemampuan yang dapat memberi bantuan cukup besar pada *geoscientist*. Pertama, *web* member keleluasaan interaksi visual dengan data. Dengan pengaturan pada *web server*, *clients* dapat membuat peta. Sejak peta dan grafik ditampilkan di *internet*, *clients* yang lain dapat melihat perkembangannya, membantu dalam mempercepat proses evaluasi. Kedua, karena *internet* ada dimana-mana, data geospasial dapat diakses secara leluasa. *Clients* dapat menggunakannya dari mana saja. Kedua fitur ini menggambarkan cara bekerja para *geoscientist* di masa depan. Kombinasi dari kemudahan akses ke data dan penampilan visual dari hal tersebut dapat menyikapi permasalahan yang sering dihadapi perihal evaluasi *geosciences* (Gillavry, 2000) dalam (Juwairiah, dkk., 2013).

Pengguna bekerja dengan *web client* yang ditampilkan pada browser internet. *client* terdiri dari fungsi SIG yang dibutuhkan (contoh: *zooming* atau *panning*), digabung dengan peta yang diminta dan dibawa menuju *server* aplikasi. *Server* melewatkan peta yang dibutuhkan tersebut kepada *Mapserver*, *software* pusat melakukan pengolahan SIG. *Mapserver*, memiliki akses ke data spasial, mengeksekusi peta yang dibutuhkan dan mengembalikan peta sebagai gambar pada *web server*, yang akhirnya dikirim kembali ke pengguna *web-mapping client*. Aplikasi berperan sebagai sistem informasi berbasis web.

B. Penelitian Relevan

Penelitian mengenai pemanfaatan Aplikasi untuk visualisasi data spatio-temporal pernah dilakukan oleh beberapa penelitian sebelumnya. Hasil penelitian yang dilakukan oleh **Totok Wahyu Wibowo (2018)** dengan judul *Eksplorasi Visualisasi Spatio-Temporal Menggunakan Perangkat Lunak Quantum GIS (QGIS) dan Plugin Time Manager*. Tujuan dari penelitian ini untuk visualisasi informasi secara spatio-temporal dengan menambahkan kemampuan animasi pada peta. Selain itu, penelitian ini melakukan eksplorasi kemampuan plugin *time manager* untuk menyajikan peta animasi melalui variasi pada *step size* dan *speed*. Selain kedua hal tersebut juga dilakukan eksplorasi penyusunan peta animasi dengan efek *offset* dan penambahan *layer* data. Data kejadian gempa bumi yang diperoleh dari *United States Geological Survey (USGS)* digunakan sebagai bahan penelitian.

Penelitian selanjutnya, dilakukan oleh **Fajarul Akbar (2015)** dengan judul *Visualisasi Data Spatio-Temporal Melalui WebGIS (Studi Kasus Rumah Bantuan Kota Banda Aceh)*. Penelitian ini bertujuan untuk memvisualisasikan data spatio-temporal melalui *WebGIS*. Data spatio-temporal yang digunakan adalah data rumah bantuan yang dibangun di 26 desa di kota Banda Aceh oleh lembaga-lembaga dan organisasi dari dalam negeri maupun luar negeri saat masa rehabilitasi dan rekonstruksi dari tahun 2005 sampai dengan 2009 pasca Gempa dan Tsunami pada 26 Desember 2004. Data spasial rumah bantuan ini belum pernah dipublikasikan dan divisualisasikan ke Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web yang dapat menampilkan tahun pembangunan, nama donatur, lokasi

dan jumlah rumah yang dibangun. Sistem ini mengintegrasikan *Application Programming Interface (API)*, *OpenLayers*, *Timemap Google*, *Highcharts*, *GeoServer*, dan bahasa pemrograman *PHP*, *Javascript*, *GeoJSON* dan *OpenStreetMap*.

Penelitian visualisasi data temporal 3 dimensi dengan SIG pernah dilakukan oleh **Murao dkk. (2007)** yang berjudul *Recovery Curves and Digital City of ChiChi as Urban Recovery Digital Archives* yaitu visualisasi data proses pemulihan pasca gempa di kota Chi-Chi, Taiwan, pada tahun 1999. Data temporal tersebut yaitu dari tahun 1999 hingga 2006 dengan segala infrastruktur dari sebelum gempa terjadi hingga saat masa pemulihan rekonstruksi tersebut selesai. Penelitian tersebut digunakan beberapa metode untuk mendapat informasi yang ditampilkan hingga divisualisasi dengan menggunakan perangkat lunak Google Sketchup dan Google Earth. Data yang ditampilkan pada Google Earth berupa infrastruktur setelah masa rekonstruksi hasil desain dari perangkat lunak Google Sketchup. Namun, penelitian yang dilakukan oleh Murao et al. (2007) tersebut tidak ditampilkan dalam Sistem Informasi Geografis berbasis web (webGIS).

Pada penelitian selanjutnya, dilakukan oleh **Septia Rani (2016)** dengan judul *Pemanfaatan Google Maps API untuk Visualisasi Data Base Transceiver Station*. Dalam penelitian ini *Pemanfaatan Google Maps API* untuk visualisasi data *Base Transceiver Station (BTS)* membuat informasi - informasi penting yang dimiliki oleh *BTS* dapat disajikan dengan lebih menarik dan lebih mudah dipahami. Persebaran lokasi dari *BTS* menjadi lebih mudah untuk dipantau. Visualisasi data *BTS* ini juga mendukung proses pengambilan keputusan oleh

perusahaan terkait kebijakan yang berkaitan dengan marketing dalam rangka meningkatkan revenue dari perusahaan.

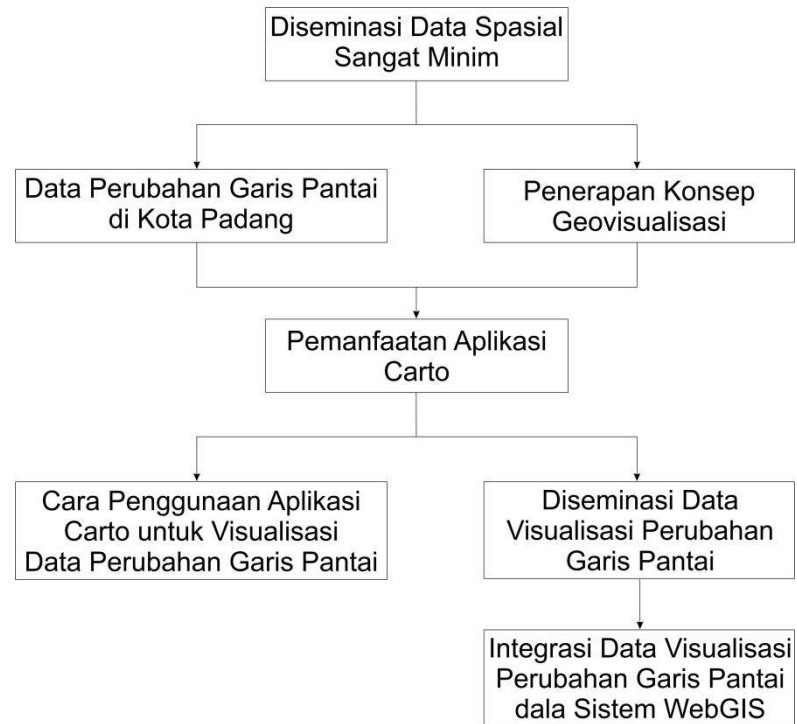
Penelitian ini merupakan gabungan dari penelitian sebelumnya, dimana dari beberapa penelitian tersebut penulis terinspirasi membuat suatu peta dinamis dari data spatio-temporal yang mudah dipahami oleh pengguna berupa peta perubahan garis pantai di Kota Padang dengan memanfaatkan Aplikasi Carto Builder. Dalam penelitian sebelumnya para peneliti membahas tentang visualisasi data spatio temporal dengan memanfaatkan Quantum GIS (QGIS), Google MAPS API, Google Sketchup dan Google Earth serta membangun *WebGIS*. Data yang digunakan dalam penelitian sebelumnya berupa data gempa bumi, rumah bantuan serta *Base Transceiver Station (BTS)*.

Sedangkan penelitian ini bertujuan untuk melihat perubahan garis pantai dengan mengimplementasikan teori-teori kartografi memanfaatkan aplikasi Carto dan mengintegrasikan data visual ke dalam Sistem Informasi Geografi berbasis *Website*.

C. Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual adalah keterkaitan antara teori-teori atau konsep yang mendukung dalam penelitian yang digunakan sebagai pedoman dalam menyusun sistematis penelitian. Kerangka konseptual dalam penelitian ini melihat bagaimana memvisualisasikan data spasial garis pantai dengan memanfaatkan aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis *web* Carto sehingga menghasilkan sebuah *WebGIS* yang menampilkan peta perubahan garis pantai secara dinamis dan mendistribusikan kepada pengguna yang membutuhkan data.

Berdasarkan pada analisis di atas, maka kerangka konseptual penelitian ini ditujukan pada Gambar 1,yaitu:



Gambar 1. Kerangka Konseptual

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Cara penggunaan dari aplikasi carto untuk memvisualisasikan data perubahan garis pantai di Kota Padang tahun 2000-2020 adalah dengan menyiapkan data garis pantai yang kemudian diimpor kedalam carto builder dan selanjutnya data dalam carto builder dipanggil dengan menggunakan sintaks kedalam carto VL. Setelah itu untuk menjadikan peta lebih interaktif ditambahkan beberapa sintaks yang terdapat dalam Carto VL seperti kontrol animasi agar data garis pantai dapat divisualisasikan secara dinamika.
2. Cara penggabungan data visualisasi perubahan garis pantai Kota Padang ke dalam sistem *WebGIS* dilakukan dengan mengkonfigurasi *Codeigniter* sebagai *framework* dengan *Binary admin* sebagai *user interface* menggunakan aplikasi Visual Studio Code, setelah konfigurasi berhasil untuk melihat tampilan menggunakan XAMPP localhost server dan proses integrasi data visualisasi dapat dilakukan dengan menempel file data visualisasi kedalam paket konfigurasi antara Codeigniter dan Binary admin. Langkah terakhir adalah melakukan pengujian fungsional dan melakukan pemeliharaan data web dengan menyimpan dalam hosting server online dengan alamat situs web <https://webgispesisir.000webhostapp.com/>.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan tentang hasil penelitian ini diantaranya:

1. Penerapan Geovisualisasi data perubahan garis pantai dapat diimplementasikan dengan menggunakan Aplikasi Carto dengan mengkombinasikan kedua produknya yaitu Carto Builder dan Carto VL. Namun, masih ada keterbatasan fitur seperti tidak bisanya menambahkan legenda dan label untuk data yang divisualisasikan secara animasi, sehingga perlu adanya penambahan fitur tersebut agar tampilan peta interaktif bisa memenuhi unsur-unsur kartografi untuk sebuah peta berbasis web.
2. Integrasi data visualisasi perubahan garis pantai dapat berjalan dengan baik ketika dikombinasikan dengan *framework Codeigniter*, namun untuk *User interfacenya* tidak kompatibel ketika menggunakan *smartphone*. Sehingga perlu pengembangan lebih lanjut untuk *user interface* agar bisa dioperasikan dengan baik pada *smartphone*. Selain itu, *WebGIS* saat ini masih menggunakan layanan server gratis, sehingga perlu menyediakan layanan server berbayar agar saat menjelajah di browser tidak terjadi kendala.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F. (2015). Visualisasi Data Spatio-Temporal Melalui WebGIS (Studi Kasus Rumah Bantuan Kota Banda Aceh). *ETD Unsyiah*.
- Alonso, P. (2019). *Introducing the new CARTO dashboard*. Retrieved Maret 28, 2021, from <https://carto.com/blog/new-dashboard/>
- Barus, B., & Wiradisastra, U. S. (2000). *Sistem Informasi Geografi*. Bogor: Laboratorium Penginderaan Jauh dan Kartografi Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Bertin, J. (2011). *Semiology of Graphics: Diagrams, networks, maps, Redlands*. California: Esri Press.
- Carto. (2019). *PostgreSQL and PostGIS*. Retrieved Maret 5, 2021, from <https://carto.com/help/working-withdata/postgis-postgresql/>
- Charter, D. (2015). *Desain dan Aplikasi GIS* (1 ed.). Jakarta: Elek Media Komputindo.
- Harrower, M., & Fabrikant, S. (2008). The Role of Map Animation for Geographic Visualization. In *Geographic Visualization: Concepts, Tools and Applications* (pp. 49-65). West Sussex, John Wiley & Sons Ltd.
- Howegeg, M. (2000). *Tesis: Spatio-temporal visualisation and analysis*. Manchester: University Of Salford.
- Joshua T. Kelly, Allen M. Gontz (2018). Using GPS-surveyed intertidal zones to determine the validity of shorelines automatically mapped by Landsat water indice. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 65, 92-104.
- Juwairiah, Arahman, I. I., & Santosa, B. (2013). *Aplikasi Mobile GIS Layanan Informasi Lokasi Penting Kota Surakarta Berbasis Android*. Yogyakarta: UPN Veteran Yogyakarta.
- Kraak., M. (2019). *Linguistic Cybercartography : Expanding the boundaries of language maps . In Modern Cartography Series*. Eds: Academic Press.
- Kraak, M. (1999). Cartography and the Use of Animation. In *Multimedia Cartography* (pp. 173-180). New York: SpringerVerlag Berlin Heidelberg.

- Kraak, M., & Ormeling, Ferjan. (2010). *Cartography: Visualization of Geospatial Data* (3 ed.). England: Pearson Education Limited.
- Kraak, M., Edsall, R., & Maceachren, A. (1997). Cartographic Animation and Legends for Temporal Maps Exploration and or Interaction. Stockholm: 18th ICA International cartographic conference.
- Laurini, Robert. (2017). 11 - Geovisualization and Chorems. In L. R. (Ed.), *Geographic Knowledge Infrastructure* (pp. 223-246). Ed: Elsevier.
- Lucieer, A. (2004). *Uncertainties in Segmentation and their Visualization*. Dissertation: ITC, Enschede.
- MacEachren, A. M., & Kraak, M. J. (1997). Exploratory Cartographic Geovisualization: Advancing the Agenda. In *Computers and Geosciences* (pp. 350-353).
- Mihaly, B. A. (2008). *Tesis: Visualization Techniques for Networking data*. New Zealand: University of Auckland.
- Mulyana, S., & Winarko, E. (2009). Teknik Visualisasi dalam Data Mining. *Semnas IF*, 100(9), 1979-238.
- Murao, O., Mitsuda, Y., Miyamoto, A., Sasaki, T., Nakazato, H., & Hayashi, T. (2007, November). Recovery curves and digital city of Chi-Chi as urban recovery digital archives. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Urban Disaster Reduction (ICUDR)(CD-ROM)*, Taipei, Taiwan.
- Nazir, M. (2005). *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Newell, R. Rosaline, Canessa, & Tara, Sharma. (2017). Visualizing Our Options for Coastal Places: Exploring Realistic Immersive Geovisualizations as Tools for Inclusive Approaches to Coastal Planning and Management. *Frontiers in Marine Science Original Research*, 4(1), 290.
- Nuckols, J. R., Ward, M. H., & Jarup, L. (2004). Using Geographic Information System for Exposure Assessment in Environmental Epidemiology Studies. *Environ Health Perspectives*, 1007-10015.
- Oliveira, M. C. (2003). From Visual Data Exploration to Visual Data Mining : A Survey. In *Transactions on Visualization and Computer Graphics* (pp. 378-394). Brazil: Sao Carlos.

- Poerbandono, & Djunarsjah, E. (2005). *Survei Hidrografi*. Bandung: Refika Aditama.
- Prahasta, E. (2009). *Sistem Informasi Geografi Tutorial ArcView*. Bandung: Informatika.
- Pressman, R. S. (2002). *Rekayasa Perangkat Lunak: Pendekatan Praktisi* (2 ed.). Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Rabbasa, H. N., & Setiawan, I. (2006). *Aplikasi Open Source untuk Pemetaan Online* (1 ed.). Bogor: Seameo Biotrop.
- Ramadhan, B. (2021). *Pantai Padang Terjadi Abrasi di Tiga Titik*. Retrieved Maret 19, 2021, from <https://republika.co.id/berita/repjabar/sosial/qnw1nl330/pantai-padang-terjadi-abrasi-di-tiga-titik>
- Sari, D. (2007). *Perang Sistem Informasi Geografis Berbasis Web Menggunakan Mapserver*. Medan: Universitas Negeri Medan.
- Shuhendry. (2004). *Tesis: Abrasi Pantai di Wilayah Pesisir Kota Bengkulu (Analisis Faktor Penyebab dan Konsep Penanggulangannya)*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sulaiman, A., & Soehardi, I. (2008). *Pendahuluan Geomorfologi Pantai Kuantitatif*. Jakarta: BPPT.
- Rani, S. (2016). Pemanfaatan Google Maps Api untuk Visualisasi Data Base Transceiver Station. *Teknoin*, 22(2).
- Thomas, J. J., & Cook, K. A. (2005). *The Illuminating the Path: the Research and Development Agenda for Visual Analytics*. IEE Computer Society Press.
- Triatmojo, B. (1999). *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Visvalingam, M. (1994). Visualization in Geographical Information System. In *Visualization in GIS, Cartography, and ViSC* (pp. 18-25). New York: John Wiley & Sons, Ltd.

- Wibowo, T. W. (2018). Eksplorasi Visualisasi Spasio-Temporal Menggunakan Perangkat Lunak Quantum GIS dan Plugin Time Manager. *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, 7(2), 261-266.
- Wu-jun, G., Ji-xian, Z., Qin, Y. L., & Lei, P. (2005). *Study on SpatioTemporal Data Model and Visualization Technique*. China: Chinese Academy of Surveying and Mapping.
- Yasobant, S., Vora, K., Hughes, C., Upadhyay, A., dan Mavalankar, D. (2015). Geovisualization: a newer GIS technology for implementation research in health. *Journal of Geographic Information System*, 7(01), 20.
- Yulfa, A. (2019). Pengayaan Infrastruktur Data Spasial Menggunakan Data Dari Crowd Untuk Darurat Bencana. *Majalah Ilmiah Globe*, XXI(2), 95-104.
- Yulfa, A. (2019). *Disertasi: Penggabungan Data Spasial Pemerintah dan Data Crowdsourcing Pada Aktivitas Tanggap Darurat Bencana Melalui Layanan IDS*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Yulfa, A., & Chandra, D. (2020). *Laporan: Geovisualisasi untuk Ekstraksi Informasi Perubahan Garis Pantai Kota Padang Tahun 2000-2020*. Padang: Jurusan Geografi FIS UNP.