



ANALISIS SPASIAL-GEOWISATA DAN VISUALISASI 3 DIMENSI BERBASIS WEB WISATA PANTAI KOTA BATAM, KEPULAUAN RIAU

Afriyanto¹, Adji Chandra Tistariawan², Bella Riskyta Arinda³, Yudanta Arba Ramadhona⁴

¹PT. Bukit Makmur Mandiri Utama

Jl. Jend. Sudirman Kav 52-53, Jakarta 12190, e-mail: afriyanto@alumni.undip.ac.id

²Badan Pengusahaan Kota Batam

Jl. Ibnu Sutowo No. 1 Batam Centre, Kepulauan Riau, 29400, e-mail: adjict@outlook.com

³Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Jl. Prof Sudarto Tembalang Semarang, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50277,
e-mail: bellariskyta@students.undip.ac.id

ABSTRAK

Kota Batam adalah salah satu kota yang terletak di Provinsi Kepulauan Riau yang terdiri atas tiga gugusan pulau utama yaitu Pulau Batam, Rempang dan Galang. Daerah ini potensial memiliki wisata pantai yang menarik diantaranya Pantai Reviola, Pantai Viovio, Pantai Mirota dan Pantai Melur. Pengkajian kesesuaian lahan terhadap kawasan wisata pantai sebagai salah satu pertimbangan sebelum melakukan pengembangan kawasan wisata lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh analisis spasial, tingkat kelayakan aspek geowisata serta visualisasi lokasi wisata pantai secara 3 dimensi yang terintegrasi ke dalam *web* wisata pantai. Adapun metode yang digunakan yaitu analisis spasial (*network analyst*), interaksi spasial (*gravity model*), dan analisis geowisata (*geosite* dan *geomorphosite*) sedangkan visualisasi peta secara 3D berbasis *web* atau dikenal *WebGIS* menggunakan berbagai platform seperti ArcGIS Online, ArcGIS CityEngine dan desain antarmuka aplikasi *web*. Hasil dari *network analyst* dari *centroid* masing-masing kecamatan terhadap Kecamatan Galang diperoleh hasil bahwa interaksi spasial (*gravity model*) tertinggi adalah Kecamatan Sagulung dan terendah adalah Kecamatan Bulang dan Belakang Padang. Hasil kesesuaian geowisata yaitu Pantai Viovio (72%), Pantai Reviola (65%), Pantai Mirota (73%), dan Pantai Melur (76%). Hasil visualisasi secara 3 dimensi wisata pantai Kota Batam disajikan ke dalam platform ArcGIS CityEngine menghasilkan keluaran berupa *point cloud* (.las/.laz).

Kata kunci : Batam, Geowisata, Network Analyst

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of spatial analysis, the feasibility level of geotourism aspects and visualization of coastal tourism locations in 3-dimensional integrated into the beach tourism web. The methods used are spatial analysis (network analyst), spatial interaction (gravity model), and geotourism analysis (geosite and geomorphosite) while web-based 3D map visualization or known as WebGIS uses various platforms such as ArcGIS Online, ArcGIS CityEngine and application interface design web. The results of the network analyst from the centroid of each sub-district to the Galang District show that the highest spatial interaction (gravity model) is Sagulung's District and the lowest is Bulang and Belakang Padang's Districts. The results of geotourism suitability are Viovio's Beach (72%), Reviola's Beach (65%), Mirota's Beach (73%), and Melur's Beach (76%). The results of the 3-dimensional visualization of Batam's beach tourism are presented on the ArcGIS CityEngine platform producing output in the form of a point cloud (.las/.laz).

Keywords : Batam, Geotourism, Network Analyst

1. PENDAHULUAN

Kota Batam adalah salah satu kota yang terletak di Provinsi Kepulauan Riau yang terdiri atas tiga gugusan pulau utama yaitu Pulau Batam, Rempang dan Galang. Kota ini memiliki potensi wisata pantai yang menarik diantaranya Pantai Reviola, Pantai Viovio, Pantai Mirota dan Pantai Melur.

Pengkajian kesesuaian lahan terhadap kawasan wisata pantai sebagai salah satu pertimbangan sebelum melakukan pengembangan kawasan wisata lebih lanjut.

Kajian tersebut tentunya memperhatikan aspek lokasi, kedekatan dengan fasilitas umum, kelayakan secara geologis dan sebagainya. Penyajian secara 3 dimensi juga diperlukan sebagai media memperkenalkan wisata pantai Kota Batam agar lebih menarik.

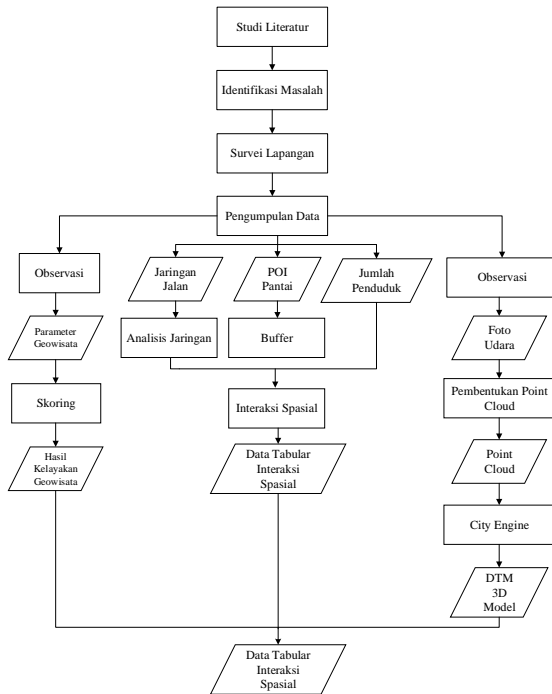
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh analisis spasial, tingkat kelayakan aspek geowisata serta visualisasi lokasi wisata pantai secara 3 dimensi yang terintegrasi ke dalam *web* wisata pantai.

Penelitian ini diharapkan mampu menjawab pertanyaan terkait pengaruh analisis spasial wisata

pantai terhadap fasilitas umum yang tersedia, tingkat kelayakan aspek geowisata (aspek geologis) bentang alam yang ada di pantai, serta visualisasi 3 dimensi wisata pantai tersebut. Integrasi data tersebut disematkan ke dalam bentuk *web (WebGIS)*.

2. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang dilakukan pada penelitian ini disajikan pada diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Diagram alir di atas menjelaskan metodologi yang digunakan yaitu studi literatur terkait penelitian yang dilakukan, identifikasi masalah, survey lapangan untuk pengumpulan data. Pengumpulan data dibagi menjadi tiga bagian yaitu observasi (pengamatan) aspek geowisata, pengumpulan data untuk keperluan analisis spasial dan akuisisi foto udara.

Observasi aspek geowisata dilakukan secara langsung di lapangan untuk melihat pengaruh *geosite* dan *geomorphosite* dengan metode penilaian (*assessment*) kuantitatif (Kubalíková, 2013). Parameter geowisata selanjutnya dilakukan analisis pembobotan (*scoring*) dengan keluaran hasil kelayakan geowisata.

Selanjutnya, data jaringan jalan, PoI (*Point of Interest*) wisata pantai dan jumlah penduduk dilakukan analisis jaringan dan *buffer*. Data jaringan jalan dan jumlah penduduk dilakukan tahap interaksi spasial (*gravity model*) sehingga dihasilkan data tabular

interaksi spasial. Sementara itu, data PoI wisata pantai dilakukan analisis *buffer* terhadap data fasilitas umum.

Tahap akuisisi foto udara dilakukan di area pantai (untuk sampel dilakukan di Pantai Viovio) sehingga didapatkan data foto udara. Data tersebut dilakukan *post-processing* menggunakan perangkat lunak Pix4d guna pembentukan *point cloud (.las/.laz)*. Data *point cloud* selanjutnya diunggah ke web ArcGIS CityEngine hingga diperoleh visualisasi 3 dimensinya.

2.1 Pengolahan Aspek Geowisata

Nilai Pendekatan ilmiah dan intrinsik		Bobot
Integritas (A)	Lokasi site rusak parah	0
	Lokasi site rusak, tapi masih dapat terlihat lingkungan abiotiknya	0.5
	Site tanpa kerusakan	1
	Keunikan/kekhasan (jumlah site yang mirip dengan site tersebut) (B)	0
Keberagaman jumlah proses geomorfik yang berbeda, dapat terlihat keberagamannya (C)	2 - 5 site yang mirip	0.5
	Hanya 1 yaitu site tersebut	1
Apakah site pernah dipublikasikan atau diketahui secara ilmiah? (D)	Hanya 1 fitur/proses yang terlihat	0
	2 - 4 fitur/proses yang terlihat	0.5
Apakah site pernah dipublikasikan atau diketahui secara ilmiah? (D)	Lebih dari 5 fitur/proses terlihat	1
	Site tidak diketahui	0
Apakah site pernah dipublikasikan atau diketahui secara ilmiah? (D)	Pada paper ilmiah setingkat nasional	0.5
	Diketahui secara luas oleh masyarakat	1
Nilai Pendidikan		Bobot
Keterwakilan/kejelasan dari proses/fitur yang ada (A)	Keterwakilan/kejelasan rendah alias tidak jelas	0
	Keterwakilan/kejelasan medium, dapat dikenali oleh akademisi	0.5
	Keterwakilan/kejelasan tinggi, dapat dikenali oleh masyarakat luas	1
Penggunaan Pedagogi (B)	Nilai karakter yang rendah dan tanpa penggunaan unsur/proses pendidikan	0
	Ada nilai karakter tetapi penggunaan unsur pendidikan yang terbatas	0.5
Apakah telah ada produk pendidikan di site tersebut (C)	Ada nilai karakter yang tinggi dan potensi unsur pendidikan yang tinggi, aspek geowisata yang tidak ada petunjuk informasi	1
	Tidak ada petunjuk informasi	0
Penggunaan nyata atau aktual dari site tersebut untuk kepentingan pendidikan (D)	Ada leaflets, peta, laman internet	0.5
	Ada panel informasi di lokasi site tersebut	1
Penggunaan nyata atau aktual dari site tersebut untuk kepentingan pendidikan (D)	Tidak ada penggunaan untuk pendidikan	0
	Digunakan untuk ekskursi atau fieldtrip khusus bagi siswa	0.5
Penggunaan nyata atau aktual dari site tersebut untuk kepentingan pendidikan (D)	Tempat umum untuk dikunjungi public	1
	Penggunaan nyata atau aktual dari site tersebut untuk kepentingan pendidikan (D)	Tempat umum untuk dikunjungi public
Nilai Ekonomi		Bobot
Daya akses (A)	Lebih dari 1 km dari lokasi parkir	0
	Kurang dari 1 km dari lokasi parkir	0.5
Keberadaan infrastruktur penunjang pariwisata (B)	Lebih dari 1 km dari pemberhentian transportasi publik	1
	Lebih dari 10 km dari lokasi fasilitas pariwisata yang telah ada	0
Produk lokal terkait (C)	5 - 10 km dari fasilitas pariwisata yang telah ada	0.5
	Kurang dari 5 km dari fasilitas pariwisata yang telah ada	1
Produk lokal terkait (C)	Tidak ada produk lokal yang terkait dengan site wisata	0
	Beberapa produk terkait	0.5
Produk lokal terkait (C)	Pusat beberapa produk tertentu	1
	Produk lokal terkait (C)	Pusat beberapa produk tertentu
Nilai Konservasi		Bobot
Risiko nyata atau sudah jelas ada, seperti adanya banjir rob untuk site di pesisir	Risiko tinggi, tinggi risiko alami dan buatan	0
	Ada risiko yang dapat mengganggu	0.5
Risiko yang masih berpotensi, belum terjadi (B)	Risiko sangat rendah bahkan tanpa ada ancaman	1
	Risiko tinggi, tinggi risiko alami dan buatan	0
Risiko yang masih berpotensi, belum terjadi (B)	Ada risiko yang dapat mengganggu	0.5
	Risiko sangat rendah bahkan tanpa ada ancaman	1
Status terbaru dari site tersebut (C)	Proses perusakan terus terjadi	0
	Site rusak, tapi ada manajemen untuk mencegahnya	0.5
Perindungan undang-undang/perda tentang site tersebut (D)	Tidak ada proses perusakan	1
	Tidak ada hukum yang melindungi	0
Perindungan undang-undang/perda tentang site tersebut (D)	Baru beresifat pengakuan	0.5
	Sudah ada perda/hukum untuk mengkonservasinya	1
Nilai Tambahan		Bobot
Nilai budaya, agama, sejarah yang terkait dengan site tersebut (A)	Tidak ada unsur budaya	0
	Ada unsur budaya namun tidak terlalu berkaitan dengan unsur abiotik	0.5
Nilai Ekologi (B)	Ada hubungan budaya yang kuat dengan unsur abiotik misalnya mistis	0
	Tidak penting karena kurangnya makhluk hidup	0
Nilai Estetika (C)	Ada penaruh tapi tidak terlalu penting	0.5
	Pentingnya pengaruh dari aspek geomorfik terhadap ekologi di sekitarnya	1
Jumlah Warna (D)	Tidak ada	0
	1 - 2	0.5
Struktur Ruang dan Pemandangan (E)	3 dan lebih	1
	1 warna	0
Struktur Ruang dan Pemandangan (E)	2 - 3 warna	0.5
	lebih dari 3 warna	1
Struktur Ruang dan Pemandangan (E)	Hanya 1 pola	0
	2 atau 3 pola	0.5
Struktur Ruang dan Pemandangan (E)	lebih dari 3 pola	1

Gambar 2. Parameter geowisata

2.2 Visualisasi 3D

2.1.1 Pengambilan Foto Udara

Pengambilan foto udara dibutuhkan dalam membangun visualisasi lingkungan pantai pada penelitian ini. Pengambilan foto udara dilakukan di sekitar Pantai Viovio. Pengambilan foto udara diawali dengan pembuatan jalur terbang pada lokasi penelitian.



Gambar 3. Pembuatan jalur terbang

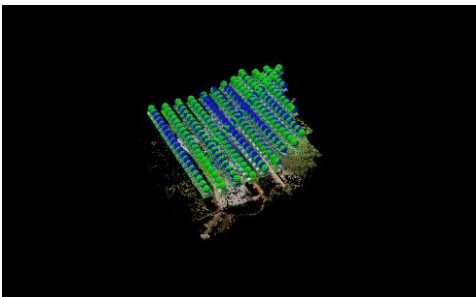
Pengambilan foto udara di lokasi penelitian (Pantai Viivio) dilakukan menggunakan drone Parrot Anafi mengikuti jalur terbang yang sudah dibuat.



Gambar 4. Pengambilan foto udara

2.2.2 Pembuatan Model 3D

Pembuatan model 3D pantai menggunakan data yang dihasilkan dari perekaman foto udara. Pembuatan model 3D dilakukan menggunakan Pix4D. Proses pemodelan 3D menggunakan Pix4D menghasilkan *point cloud* dan *digital terrain model* (DTM). Hasil proses pemodelan ditunjukkan pada **Gambar 5** dan **Gambar 6**.



Gambar 5. Point cloud



Gambar 6. DTM

2.2.3 Pembuatan WebGIS 3D

Pembuatan WebGIS visualisasi 3D pantai dilakukan menggunakan CityEngine dan ArcGIS Online. Data yang digunakan dalam pembuatan WebGIS visualisasi 3D pantai yaitu DTM dari Pantai Viivio yang telah diolah dari data foto udara di Pantai Viivio.



Gambar 7. Proses pembuatan WebGIS

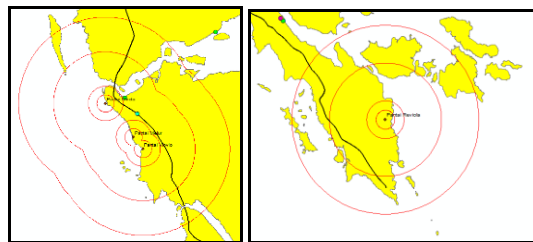
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Geowisata

Berdasarkan hasil analisis spasial dengan metode buffer wisata pantai Kota Batam, Kep. Riau dengan beberapa radius dari lokasi pantai terhadap keberadaan fasilitas Kesehatan (Puskesmas) dan fasilitas Pendidikan dihasilkan sebagai berikut:

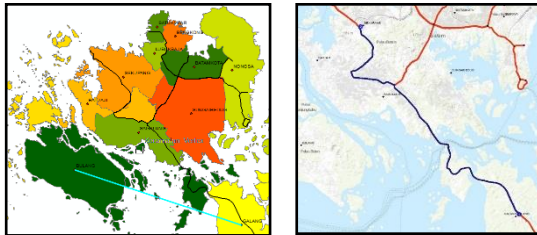
1. Dalam radius <500 m tidak terdapat fasilitas Puskesmas dan Pendidikan.
2. Dalam radius 0,5 km – 1 km tidak terdapat fasilitas Puskesmas dan Pendidikan.
3. Dalam radius 1 km – 3 km terdapat fasilitas Puskesmas dan Pendidikan.

Dalam radius >3 km terdapat fasilitas Puskesmas dan Pendidikan antara Pantai Viivio dan Pantai Reviola.



Gambar 8. Hasil buffer terhadap point pantai, (a) Melur, Viovio, Mirotta ; (b) Reviola

Hasil dan analisis interaksi spasial yang dilakukan pada lokasi penelitian dengan metode analisis jaringan atau *network analyst* dan *line distance* wisata pantai Kota Batam, Kepulauan Riau ditunjukkan pada **Gambar 9.**



Gambar 9. Hasil *line distance* (a) dan *network analyst* (b)

Hasil *line distance* ditunjukkan oleh garis biru muda, sedangkan hasil *network analyst* ditunjukkan oleh garis biru tua. *Line distance* bisa dilakukan untuk semua titik *centroid*, sedangkan untuk *network analyst* tidak efektif untuk wilayah yang terpisahkan oleh lautan karena tidak ada akses penghubung (Kecamatan Bulang dan Belakang Padang). Perbandingan jarak antara *line distance* dan *network analyst* disajikan pada **Tabel 1.**

Tabel 1. Perbandingan jarak antara *line distance* dan *network analyst*

No.	Dari	Ke	Line Distance (km)	Net Distance (km)
1	Bulang	Galang	26.332	-
2	Belakang Padang		40.112	-
3	Sagulung		20.814	24.212
4	Batu Aji		29.408	35.275
5	Sekupang		28.465	37.165
6	Lubuk Baja		28.968	38.817
7	Batu Ampar		32.374	42.662
8	Bengkong		30.054	41.637
9	Batam Kota		24.792	35.944
10	Nongsa		23.319	41.459
11	Sungai Bedug		18.359	35.086

Hasil interaksi spasial (*gravity model*) menggunakan *network analyst* dan *line distance* menunjukkan bahwa Kecamatan Sagulung memperoleh nilai tertinggi. Hal ini dikarenakan secara spasial/keruangan, Kecamatan Sagulung sangat dekat dengan Kecamatan Galang. Sementara itu, interaksi spasial secara *line distance* menunjukkan Kecamatan Bulang dan Belakang Padang mendapatkan nilai terendah. Hal ini dikarenakan secara keruangan kecamatan ini paling jauh dari Kecamatan Galang. Kecamatan ini juga tidak dilalui oleh Jalan Utama Provinsi sehingga tidak dilakukan *network analyst* (posisi kecamatan ini berada di pulau yang berbeda tanpa adanya akses jembatan).

Tabel 2. Jumlah penduduk Kota Batam (Badan Pusat Statistik Kota Batam, 2021)

No.	Kecamatan	Penduduk (jiwa)
1	Bulang	10707
2	Belakang Padang	22439
3	Sagulung	209386
4	Batu Aji	139512
5	Sekupang	156283
6	Lubuk Baja	84533
7	Batu Ampar	60450
8	Bengkong	119836
9	Batam Kota	198617
10	Nongsa	81451
11	Sungai Bedug	96193
12	Galang	16989
Total		1196396

Tabel 3. Perbandingan Interaksi Spasial antara *line distance* dan *network analyst*

Interaksi Spasial	IS_Line	IS_Network
Bulang	262.342	
Belakang Padang	236.931	
Sagulung	8211.157	6068.355
Batu Aji	2740.617	1904.795
Sekupang	3276.855	1922.283
Lubuk Baja	1711.422	953.122
Batu Ampar	979.877	564.274
Bengkong	2253.983	1174.361
Batam Kota	5489.858	2611.757
Nongsa	2544.746	805.069
Sungai Bedug	4848.565	1327.513

Hasil metode *network analyst* yang dilakukan dari titik centroid per kecamatan menuju lokasi wisata pantai Kota Batam, Kepulauan Riau. (Dengan asumsi, jumlah pengunjung pantai = 500 jiwa) ditunjukkan pada berikut.

Tabel 4. Perbandingan interaksi sosial terhadap Pantai Viovio

No.	Dari	Ke	Net Distance (km)	Interaksi Spasial
1	Bulang	Viovio	-	-
2	Belakang Padang		-	-
3	Sagulung		44.146	53.720
4	Batu Aji		55.222	22.875
5	Sekupang		57.871	23.332
6	Lubuk Baja		59.138	12.085
7	Batu Ampar		62.911	7.637
8	Bengkong		61.803	15.687
9	Batam Kota		56.423	31.195
10	Nongsa		63.650	10.052
11	Sungai Bedug		55.067	15.861
12	Galang		20.612	19.994

Tabel 5. Perbandingan interaksi sosial terhadap Pantai Melur

No.	Dari	Ke	Net Distance (km)	Interaksi Spasial
1	Bulang	Melur	-	-
2	Belakang Padang		-	-
3	Sagulung		43.280	55.891
4	Batu Aji		54.281	23.675
5	Sekupang		56.744	24.269
6	Lubuk Baja		58.120	12.513
7	Batu Ampar		61.807	7.912
8	Bengkong		60.728	16.247
9	Batam Kota		55.551	32.182
10	Nongsa		62.782	10.332
11	Sungai Bedug		54.086	16.442
12	Galang		19.353	22.681

Tabel 6. Perbandingan interaksi sosial terhadap Pantai Reviola

No.	Dari	Ke	Net_Distance (km)	Interaksi Spasial
1	Bulang	Reviola	-	-
2	Belakang Padang		-	-
3	Sagulung		62.954	26.417
4	Batu Aji		74.000	12.738
5	Sekupang		76.647	13.301
6	Lubuk Baja		78.117	6.926
7	Batu Ampar		81.728	4.525
8	Bengkong		80.471	9.253
9	Batam Kota		75.141	17.589
10	Nongsa		82.393	5.999
11	Sungai Bedug		73.731	8.847
12	Galang		39.125	5.549

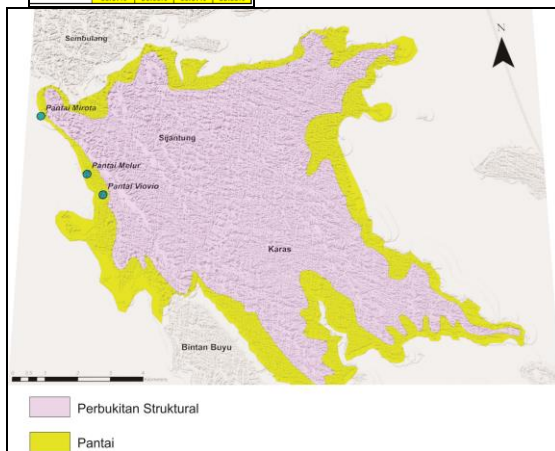
Tabel 7. Perbandingan interaksi sosial terhadap Pantai Mirola

No.	Dari	Ke	Net_Distance (km)	Interaksi Spasial
1	Bulang	Mirola	-	-
2	Belakang Padang		-	-
3	Sagulung		40.330	64.368
4	Batu Aji		51.271	26.536
5	Sekupang		53.738	27.059
6	Lubuk Baja		54.984	13.980
7	Batu Ampar		58.741	8.760
8	Bengkong		57.871	17.891
9	Batam Kota		52.387	36.185
10	Nongsa		59.560	11.480
11	Sungai Bedug		50.986	18.502
12	Galang		16.155	32.550

Hasil skoring aspek geowisata pada setiap lokasi pantai ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 8. Hasil skoring aspek geowisata

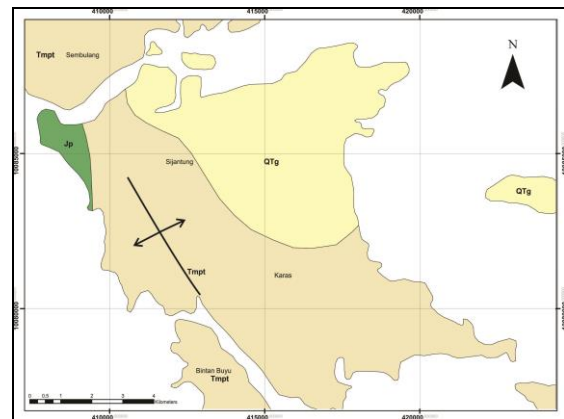
Nama Pantai	Nama Pantai			
	Viovio	Reviola	Mirola	Melur
A	1	1	1	1
B	1	1	1	1
C	0.5	0	0.5	0
D	1	1	1	1
Total	87.50%	75.00%	87.50%	75.00%
Nama Pantai	Nama Pantai			
	Viovio	Reviola	Mirola	Melur
A	0.5	0.5	0.5	0.5
B	0.5	0.5	0.5	0.5
C	0	0	0.5	0.5
D	1	1	1	1
Total	50.00%	50.00%	62.50%	62.50%
Nama Pantai	Nama Pantai			
	Viovio	Reviola	Mirola	Melur
A	0.5	0.5	0.5	0.5
B	1	0.5	1	1
C	0.5	0.5	0.5	1
Total	66.67%	50.00%	66.67%	83.33%



Gambar 10. Peta geomorfologi Pulau Galang

Secara regional, geologi di daerah ini tersusun atas batuan sedimen berumur Jura hingga Kuartar. Struktur geologi yang berkembang umumnya berarah tenggara–barat laut yang terdiri dari lipatan dan sesar. Morfologi daerah penelitian terdiri dari Pantai dan Perbukitan Struktural (**Gambar 10.**). Berdasarkan peta geologi lembar Tanjung Pinang, Sumatra (**Gambar 11.**), maka urutan-batuan penyusun daerah penelitian dari muda ke tua (Kusnama dkk, 1994).

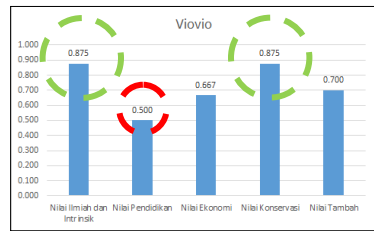
1. **Otg (Formasi Goungon):** Satuan batupasir tufan dengan sisipan batu lanau yang memperlihatkan struktur laminasi sejajar dan silang-siur. Batuan ini diendapkan di lingkungan fluviatil dan berumur Plio-Plistosen.
2. **Tmpt (Formasi Tanjungkerotang):** Satuan Konglomerat polimik dengan komponen granit, batupasir kuarsa, feldspar dan malihan. Struktur silang-siur umum dijumpai. Batuan ini diendapkan pada lingkungan darat dan pantai berumur Mio-Pliosen.
3. **Jp (Formasi Pulaupanjang) :** Satuan Serpilh dengan urat kuarsa dan sisipan batupasir kuarsa yang memperlihatkan struktur silang-siur. Batuan ini diendapkan pada lingkungan darat-laut dangkal berumur Jura.



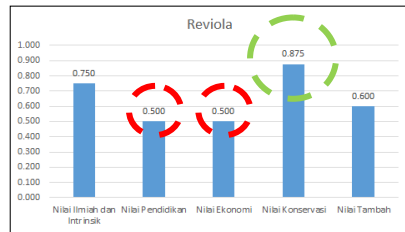
Gambar 11. Peta Geologi Pulau Galang

Studi kelayakan geowisata dilakukan dengan melakukan analisis *geosite* dan *geomorphosite* dengan metode penilaian (*assessment*) kuantitatif (Kubalíková, 2013).

Pantai Vio-Vio memiliki nilai ilmiah dan intrinsik sebesar 87,5%, nilai pendidikan 50%, nilai ekonomi 66,7%, nilai konservasi 87,5%, dan nilai tambahan 70%. Secara keseluruhan, Pantai Vio-Vio memiliki tingkat kelayakan sebesar 70% untuk dijadikan sebagai bagian dari objek geowisata.

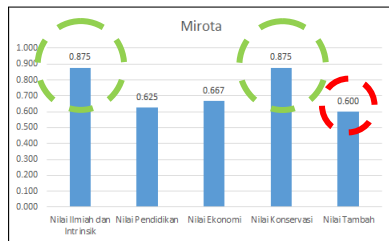


Gambar 12. Penilaian kuantitatif Pantai Viovio



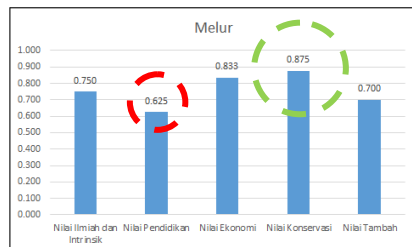
Gambar 13. Penilaian Kuantitatif Pantai Reviola

Pantai Reviola memiliki nilai ilmiah dan intrinsik sebesar 75%, nilai pendidikan 50%, nilai ekonomi 50%, nilai konservasi 87,5%, dan nilai tambahan 60%. Secara keseluruhan, Pantai Reviola memiliki tingkat kelayakan sebesar 65% untuk dijadikan sebagai bagian dari objek geowisata.



Gambar 14. Penilaian kuantitatif Pantai Mirota

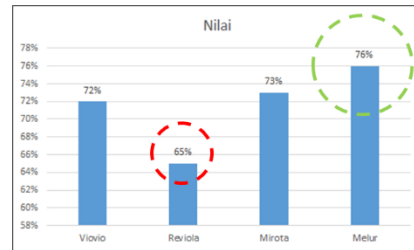
Pantai Mirota memiliki nilai ilmiah dan intrinsik sebesar 87,5%, nilai pendidikan 62,5%, nilai ekonomi 66,7%, nilai konservasi 87,5%, dan nilai tambahan 60%. Secara keseluruhan, Pantai Mirota memiliki tingkat kelayakan sebesar 73% untuk dijadikan sebagai bagian dari objek geowisata.



Gambar 15. Penilaian kuantitatif Pantai Melur

Pantai Melur memiliki nilai ilmiah dan intrinsik sebesar 75%, nilai pendidikan 62,5%, nilai ekonomi 83,3%, nilai konservasi 87,5%, dan nilai tambahan 70%. Secara keseluruhan, Pantai Mirota memiliki tingkat kelayakan sebesar 76% untuk dijadikan sebagai bagian dari objek geowisata.

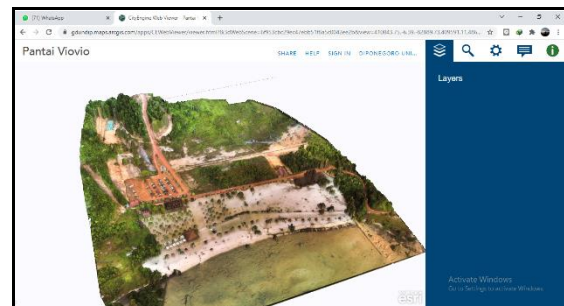
Hasil nilai kumulatif geowisata dari seluruh parameter yang digunakan pada masing-masing pantai yaitu Pantai Viovio (72%), Pantai Reviola (65%), Pantai Mirota (73%), dan Pantai Melur (76%).



Gambar 16. Nilai kumulatif geowisata

3.2 Visualisasi Pantai

Visualisasi secara 3 dimensi (3D) wisata pantai Kota Batam disajikan ke dalam platform ArcGIS CityEngine. Pengolahan foto udara dilakukan pada perangkat lunak Pix4D dengan menghasilkan keluaran berupa point cloud (.las/.laz). Data tersebut selanjutnya diunggah ke ArcGIS CityEngine sehingga menghasilkan data DTM seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.7. WebGIS 3D Pantai Viovio dapat diakses pada tautan <https://bit.ly/3m9hGe1>.



Gambar 17. WebGIS 3D Pantai Viovio

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Adapun kesimpulan dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Analisis Spasial dengan metode buffer untuk fasilitas kesehatan dan pendidikan menunjukkan pada radius 1 km-3 km dari centroid Pantai Mirota, Melur dan Viovio sudah terdapat fasilitas yang dimaksudkan.

- Analisis network analyst dari centroid masing-masing kecamatan terhadap Kecamatan Galang diperoleh hasil bahwa interaksi spasial (gravity model) tertinggi adalah Kecamatan Sagulung dan terendah adalah Kecamatan Bulang dan Belakang Padang.
2. Analisis Geowisata dengan melakukan analisis geosite dan geomorphosite dengan metode penilaian (assessment) kuantitatif (Kubalíková, 2013) memperoleh hasil kumulatif yaitu Pantai Viovio (72%), Pantai Reviola (65%), Pantai Mirota (73%), dan Pantai Melur (76%).
 3. Visualisasi secara 3 dimensi wisata pantai Kota Batam disajikan ke dalam platform ArcGIS CityEngine. Pengolahan foto udara dilakukan pada perangkat lunak Pix4D dengan menghasilkan keluaran berupa point cloud (.las/.laz). Dalam hal ini, sampel penelitian adalah Pantai Viovio, Kota Batam, Kepulauan Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanto. 2020. Analisis Kesesuaian Wisata Pantai Berbasis Peta Online (Studi Kasus: Wisata Pantai Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta). Semarang: Universitas Diponegoro
- Badan Pusat Statistik Kota Batam. (2021). Kota Batam dalam Angka 2021. *Badan Pusat Statistik Kota Batam*, 1–403.
- Dowling, R. K., 2011. Geotourism's Global Growth. *Geoheritage*, 3(1), 1-13.
- Indrastomo, F. D. 2019. Studi Geologi Awal untuk Calon Tapak PLTN di Pulau Singkep dan Lingga, Kepulauan Riau. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*. Vol. 21, No. 1: 35-44.
- Kubalíková, L. (2013). Geomorphosite assessment for geotourism purposes. *Czech Journal of Tourism*, 2(2), 80–104. <https://doi.org/10.2478/cjot-2013-0005>
- Kusnama, K. Sutisna, T.C Amin, S. Koesoemadinata, Sukardi, dan B. Hermanto. 1994. Peta Geologi Lembar Tanjungpinang, Kepulauan Riau, Sumatera, skala 1 : 250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Livia, Jetri Rindika. 2020. Analisis Geospasial Perkembangan Nilai Ekonomi Kawasan Wisata Kota Pagar Alam Menggunakan Sistem Informasi Geografis. Semarang: Universitas Diponegoro