

SKRIPSI

**ANALISIS SPASIAL PERUBAHAN BENTUK FISIK MUARA SUNGAI
BUDONG-BUDONG**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S1 pada
Jurusan Teknik Sipil Universitas Sulawesi Barat



Disusun Oleh:

AHMADI

D01 21 318

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULAWESI BARAT

2025

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS SPASIAL PERUBAHAN BENTUK FISIK MUARA SUNGAI
BUDONG-BUDONG**

TUGAS AKHIR

Oleh :
AHMADI

D01 21 318


(Sarjana Jurusan Teknik Sipil)

(Universitas Sulawesi Barat)

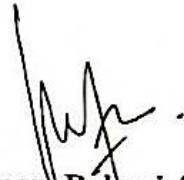
Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Tanggal, 24 Oktober 2025

Mengetahui :

Pembimbing 1


Ir. Apriansyah, S.T., M.T
NIP. 19860420 201803 1 001

Pembimbing 2


Dr. Ir. Iman Rohani, S.T., M.T
NIP. 19810701 202421 1 007

Ketua Jurusan



Anisa Nurdin, S.T., M.T
NIP. 19871212 201903 2 017

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Hafsah Nirwana, M.T
NIP. 19870621 201903 1 007

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Majene, 24 Oktober 2025



ABSTRAK

“ANALISIS SPASIAL PERUBAHAN BENTUK FISIK MUARA SUNGAI BUDONG-BUDONG”

AHMADI

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat (2025)

Madi25112001@gmail.com

Penelitian ini berjudul “*Analisis Spasial Perubahan Bentuk Fisik Muara Sungai Budong-Budong*” yang bertujuan untuk menganalisis dinamika perubahan morfologi sungai selama periode 2013–2023 serta faktor-faktor yang memengaruhinya. Metode yang digunakan adalah analisis spasial dengan memanfaatkan citra satelit Google Earth tahun 2013 dan 2023 yang diolah menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.8 melalui proses digitasi, overlay, dan klasifikasi spasial. Analisis ini dilakukan untuk mengidentifikasi perubahan pola aliran sungai, luas akresi, dan erosi di wilayah muara Sungai Budong-Budong. Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan morfologi yang signifikan pada segmen tikungan sungai. Proses akresi lebih dominan dibandingkan erosi, dengan total akresi mencapai $\pm 5.010 \text{ m}^2$ dan erosi $\pm 643 \text{ m}^2$. Hal ini menandakan terbentuknya daratan baru yang lebih luas akibat penumpukan sedimen, sedangkan area terkikis relatif kecil. Faktor utama yang memengaruhi perubahan ini meliputi aktivitas pasang surut, arus sungai, serta perubahan penggunaan lahan seperti pembukaan lahan pertanian, pemukiman, dan perikanan pesisir. Perubahan tersebut berdampak terhadap stabilitas ekosistem DAS dan aktivitas sosial-ekonomi masyarakat sekitar muara. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengelolaan wilayah sungai dan pesisir secara berkelanjutan, dengan memperhatikan keseimbangan antara pemanfaatan lahan dan konservasi lingkungan.

Kata kunci : analisis spasial, erosi, akresi, muara sungai, Budong-Budong.

ABSTRACT

“SPATIAL ANALYSIS OF PHYSICAL MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE BUDONG-BUDONG RIVER ESTUARY”

AHMADI

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat (2025)

Madi25112001@gmail.com

This study, entitled “Spatial Analysis of Physical Morphological Changes in the Budong-Budong River Estuary,” aims to analyze the dynamics of river morphology from 2013 to 2023 and the influencing factors. The research employed spatial analysis using Google Earth satellite imagery from 2013 and 2023, processed with ArcGIS 10.8 through digitizing, overlay, and spatial classification techniques. The analysis identified changes in river flow patterns, accretion, and erosion areas within the Budong-Budong estuary. The results revealed significant morphological changes, particularly at river meander segments. Accretion was more dominant than erosion, with total accretion reaching approximately 5,010 m² and erosion about 643 m². This indicates the formation of new land areas due to sediment accumulation. The main driving factors include tidal activity, river flow, and land-use changes such as agricultural expansion, settlements, and coastal fisheries. These changes affect both the ecological stability of the watershed and the socio-economic activities of local communities. The findings highlight the importance of integrated river and coastal management that balances land utilization and environmental conservation for sustainable development.

Keywords : *spatial analysis, erosion, accretion, river estuary, Budong-Budong.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai merupakan salah satu komponen penting dalam sistem hidrologi yang berperan sebagai penyalur air dari daerah hulu menuju ke hilir hingga bermuara ke laut. Fungsi sungai tidak hanya sebatas jalur aliran air, melainkan juga sebagai penyedia sumber daya air, transportasi, pengendali banjir, serta penunjang kehidupan sosial-ekonomi masyarakat di sekitarnya. Oleh karena itu, keberadaan sungai harus dikelola secara berkelanjutan agar tidak menimbulkan kerusakan lingkungan.

Muara sungai adalah pertemuan antara aliran sungai dengan laut yang menjadi kawasan dinamis karena dipengaruhi oleh proses fluvial (aliran sungai) dan proses marin (gelombang, pasang surut, dan arus laut). Kondisi ini menjadikan muara sungai rentan terhadap perubahan bentuk fisik seperti penyempitan, pendangkalan, maupun pergeseran alur sungai. Dinamika perubahan tersebut dapat menimbulkan dampak ekologis maupun sosial-ekonomi, terutama bagi masyarakat yang bergantung pada sumber daya muara.

Perubahan bentuk fisik muara sungai pada dasarnya merupakan hasil dari proses erosi dan akresi. Erosi adalah pengikisan material tanah atau sedimen yang dibawa aliran air ke arah laut, sedangkan akresi adalah proses pengendapan material yang membentuk daratan baru di sekitar muara. Kedua proses ini terjadi secara simultan dan dipengaruhi oleh faktor alamiah maupun aktivitas manusia di daerah aliran sungai.

Sungai Budong-Budong yang berada di Kabupaten Mamuju Tengah, Sulawesi Barat, merupakan salah satu sungai besar yang bermuara ke Selat Makassar. Dalam kurun waktu satu dekade terakhir, muara Sungai Budong-Budong mengalami perubahan yang cukup signifikan, baik dari segi morfologi alur sungai maupun pemanfaatan lahan di sekitarnya. Faktor yang memengaruhi perubahan tersebut tidak hanya disebabkan oleh proses alami, tetapi juga oleh aktivitas

manusia seperti pembukaan lahan untuk pertanian, perkebunan, pembangunan pemukiman, dan infrastruktur di kawasan pesisir.

Tekanan aktivitas manusia terhadap penggunaan lahan di DAS sangat berpengaruh terhadap keseimbangan lingkungan sungai. Alih fungsi lahan hutan menjadi kebun kelapa sawit atau pertanian intensif dapat meningkatkan laju erosi, mengurangi infiltrasi air, serta memperbesar volume sedimen yang terbawa ke muara sungai. Akibatnya, proses sedimentasi di muara semakin cepat dan memicu perubahan bentuk fisik sungai, seperti penyempitan alur dan pendangkalan.

Sejalan dengan berkembangnya teknologi, kajian perubahan bentuk fisik sungai dapat dilakukan melalui analisis spasial menggunakan penginderaan jauh (remote sensing) dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Analisis ini memungkinkan untuk membandingkan kondisi muara dari tahun ke tahun dengan data citra satelit, sehingga dapat diketahui dinamika perubahan yang terjadi secara lebih akurat dan efisien.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai *Analisis Spasial Perubahan Bentuk Fisik Muara Sungai Budong-Budong* dari tahun 2013–2023 menjadi penting untuk dilakukan. Penelitian ini tidak hanya bertujuan memetakan perubahan morfologi muara sungai, tetapi juga menganalisis keterkaitan antara perubahan penggunaan lahan di DAS dengan fenomena erosi dan akresi yang memengaruhi bentuk fisik sungai. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan masukan dalam pengelolaan wilayah pesisir dan DAS secara berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas maka identifikasi masalah pada penelitian ini adalah:

1.2.1 Bagaimana perubahan Morfologi Sungai Budong-Budong dari tahun 2013-2023 ?

1.2.2 Bagaimana dampak perubahan penggunaan lahan pada daerah aliran Sungai Budong-Budong yang terjadi akibat proses erosi dan akresi?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

- 1.3.1 Menganalisis perubahan bentuk fisik Sungai Budong-Budong dalam kurun waktu 2013–2023.
- 1.3.2 Menganalisis dampak perubahan penggunaan lahan daerah aliran Sungai Budong-Budong yang dipengaruhi oleh proses erosi dan akresi.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.4.1 Penelitian hanya di fokuskan pada area muara sungai budong-budong yang terletak di Koordinat geografis adalah $2^{\circ}3'20.48''S$ dan $119^{\circ}13'19.60''E$,. Namun karna sungai ini terlalu panjang maka panjang yang di ambil adalah 10 kilometer dari muara sungai.
- 1.4.2 Analisis perubahan bentuk fisik dan faktor-faktor yang memengaruhi morfologi dibatasi pada periode tahun 2013 hingga 2023.
- 1.4.3 Software ARCGIS versi 10.8 akan digunakan untuk analisis spasial, termasuk digitasi, overlay, klasifikasi citra, dan analisis perubahan.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang akan dicapai, adapun manfaat teoritis maupun manfaat praktis yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.5.1 Bagi Peneliti

Sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana pada Program Studi Teknik Sipil.

1.5.2 Bagi Peneliti lain

Menambah kajian ilmu pengetahuan dan referensi bagi penelitian selanjutnya terutama yang berhubungan dengan pemetaan perubahan bentuk fisik sungai.

1.5.3 Bagi Pemerintah dan masyarakat

Sebagai bahan evaluasi, saran, dan pertimbangan Pemerintah Kabupaten Mamuju tengah serta instansi terkait dalam penanganan perubahan bentuk fisik sungai budong-budong di Kecamatan budong-budong Kabupaten Mamuju tengah.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan dan informasi bagi masyarakat mengenai perubahan bentuk fisik sungai budong-budong di Kecamatan budong-budong Kabupaten Mamuju tengah sehingga masyarakat dapat memanfaatkan sungai dengan bijak tanpa mengganggu atau merusak lingkungan sekitar sungai.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Muara Sungai

Muara sungai adalah bagian hilir dari sungai yang berhubungan dengan laut. Permasalahan di muara sungai dapat ditinjau di bagian mulut sungai dan estuari. Muara sungai memegang peran penting, selain sebagai pintu penyaluran banjir ke laut, juga sebagai alur transportasi air, pelayaran kapal-kapal yang keluar masuk pelabuhan yang terletak di sungai, maupun transportasi yang menghubungkan daerah pedalaman dengan kota yang terletak di muara atau pesisir (Imam Rohani,2021).

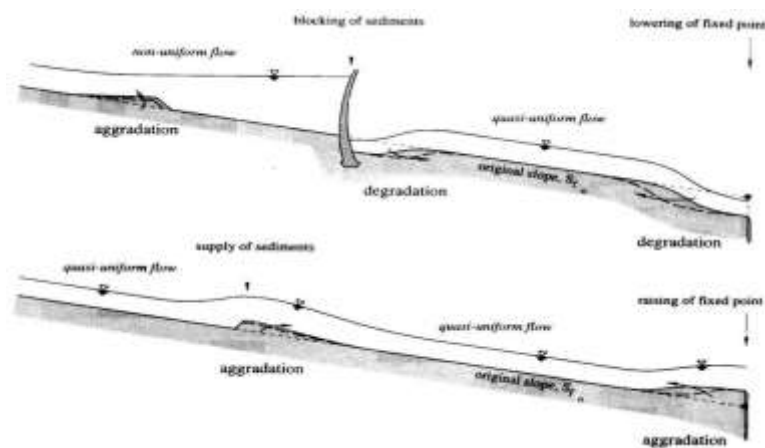
2.1.1 Sedimen

Sedimen adalah pecahan material yang terdiri dari uraian batu (fisik dan kimia). Partikel jenis ini mempunyai berbagai bentuk, mulai dari persegi, lonjong, dan besar hingga sangat halus. Sedimen biasanya didefinisikan sebagai pecahan, mineral, atau material organik yang ditransforkan dari berbagai sumber dan diendapkan oleh udara, angin, es, atau air. Sedimen juga mencakup material yang diendapkan dari material yang melayang dalam air atau dalam bentuk larutan kimia (Asdak, 2010).

Sedimen adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan partikel padat yang mengendap di permukaan bumi atau di lingkungan perairan. Partikel ini dapat bervariasi dalam ukuran dari butiran pasir halus hingga batu besar dan terdiri dari berbagai bahan termasuk mineral, puing organik, dan bahan anorganik (Imam Rohani,2025)

Sedimen tersuspensi membuat air menjadi keruh sedangkan muatan dasar (*bed load*) sudah kita ketahui bahwa akan terakumulasi dan membuat saluran air menjadi dangkal. Sedimen ini akan mengendap di bagian sungai yang landai yang kecepatan aliran airnya lambat. Ini sudah kita lihat bersama dalam program noramalisasi sungai di mana alat berat mengeruk sedimen (*bed load*) agar sungai tidak mengalami pendangkalan. Kasus seperti itu kita sebut dengan agradasi atau peninggian dasar sungai.

Selain aggradasi, ada satu hal lain yang perlu kita ketahui terkait dengan sedimen, yaitu degradasi. Degradasi adalah penurunan dasar sungai dalam arah memanjang pada suatu bagian sungai. Degradasi terjadi apabila debit solid yang datang lebih kecil daripada kemampuan transport sedimen, dasar sungai tererosi dan dasar sungai turun sedangkan aggradasi terjadi apabila debit solid lebih besar daripada kemampuan transport sedimen, terjadi deposisi sedimen dan dasar sungai naik.



Gambar 2. 1 Aggradasi dan Degradasi
Sumber : Google

2.1.2 Akresi dan Erosi

Akresi merupakan proses geomorfologi yang ditandai dengan penambahan daratan akibat pengendapan material sedimen yang terbawa aliran air. Proses ini umumnya berlangsung di bagian dalam tikungan sungai (point bar) atau di area dengan kecepatan arus relatif rendah. Menurut Leopold dan Wolman (1960), akresi pada sungai bermeander merupakan hasil dari keseimbangan dinamis antara transportasi sedimen dan energi aliran. Di bagian dalam meander, kecepatan aliran menurun sehingga partikel pasir, lanau, dan kerikil terendapkan secara bertahap membentuk dataran aluvial baru. Akresi sangat penting dalam pembentukan floodplain yang subur, meskipun sifat lahan hasil akresi masih relatif labil karena dapat berubah ketika debit sungai meningkat.

Sebaliknya, erosi adalah proses hilangnya material tanah atau batuan dari suatu lokasi akibat tenaga pengangkut seperti air, angin, maupun aktivitas manusia. Pada sistem sungai, erosi paling intensif terjadi di sisi luar tikungan (cut bank), karena kecepatan aliran lebih tinggi sehingga kemampuan mengangkut material juga lebih besar. Arsyad (2010) menjelaskan bahwa laju erosi dipengaruhi oleh curah hujan, sifat fisik tanah, kemiringan lereng, tutupan vegetasi, dan intensitas aktivitas manusia. Erosi tidak hanya berdampak pada hilangnya lapisan tanah subur, tetapi juga memperbesar alur sungai, mempercepat perubahan trase sungai, serta meningkatkan beban sedimen di bagian hilir.

Akresi dan erosi merupakan dua proses yang saling melengkapi dalam dinamika morfologi sungai. Keduanya menyebabkan perubahan bentuk saluran yang terus-menerus berlangsung seiring waktu. Suripin (2004) menegaskan bahwa stabilitas sungai sangat ditentukan oleh keseimbangan antara kedua proses tersebut. Bila akresi lebih dominan, sungai akan cenderung menyempit dengan terbentuknya daratan baru, sedangkan bila erosi lebih kuat, alur sungai akan melebar bahkan bergeser. Dalam jangka panjang, interaksi akresi dan erosi berkontribusi terhadap pembentukan oxbow lake dan migrasi lateral alur sungai.

Penelitian modern juga memperkuat konsep ini. Rinaldi et al. (2015) mengembangkan klasifikasi perubahan morfologi sungai berdasarkan kombinasi faktor hidrologi, suplai sedimen, dan aktivitas manusia. Hasilnya menunjukkan bahwa akresi dan erosi adalah indikator utama kesehatan sungai, di mana sungai dengan suplai sedimen tinggi cenderung mengalami akresi, sementara sungai yang kehilangan vegetasi riparian lebih rentan terhadap erosi. Dengan demikian, pemahaman mendalam tentang kedua proses ini sangat penting dalam pengelolaan daerah aliran sungai.

Dengan memperhatikan teori dan hasil penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa akresi dan erosi merupakan proses fundamental dalam dinamika sungai. Keduanya tidak hanya memengaruhi bentuk fisik alur sungai, tetapi juga berdampak pada distribusi sedimen, kualitas lahan, serta

aktivitas masyarakat di sekitar sungai. Oleh sebab itu, kajian mengenai akresi dan erosi sangat relevan untuk mendukung pengelolaan sumber daya air dan perencanaan tata ruang di daerah aliran sungai.

2.2 Proses Geomorfologi Sungai

Proses geomorfologi sungai merupakan bagian penting dalam studi bentuk lahan yang berkaitan dengan dinamika aliran air permukaan dan interaksinya terhadap material di sepanjang lintasan aliran. Menurut Knighton (1998), geomorfologi sungai tidak hanya mencakup bentuk fisik sungai, tetapi juga mekanisme alami yang membentuk, mengubah, dan mengontrol bentuk serta pola alirannya. Proses-proses geomorfologi utama yang terjadi pada sistem sungai terdiri dari erosi, transportasi, dan sedimentasi, yang ketiganya berperan secara berkesinambungan dalam membentuk morfologi sungai dari hulu hingga hilir. Di daerah muara, ketiga proses ini berlangsung secara simultan dan saling memengaruhi. Sedimentasi yang berlebihan dapat menyebabkan pendangkalan saluran, sedangkan erosi dapat mengubah arah aliran sungai. Keseimbangan antara kedua proses tersebut menjadi faktor utama yang menentukan stabilitas morfologi muara sungai.

Erosi adalah proses pengikisan atau pengangkatan material tanah dan batuan akibat gaya gesekan air yang mengalir di permukaan bumi. Menurut Schumm (1977), besarnya tingkat erosi bergantung pada kecepatan arus, kemiringan lereng, kondisi vegetasi, serta jenis tanah dan batuan yang terpapar. Erosi dapat terjadi dalam beberapa bentuk, seperti erosi tebing (*bank erosion*), erosi dasar (*bed erosion*), dan erosi lembar (*sheet erosion*). Pada wilayah hulu sungai yang memiliki kemiringan tinggi, proses erosi cenderung lebih dominan karena energi kinetik air lebih besar. Erosi yang berlangsung terus-menerus akan menghasilkan material sedimen berupa pasir, lanau, dan lumpur yang terbawa ke arah hilir.

Transportasi merupakan proses pergerakan material hasil erosi dari bagian hulu ke hilir sungai. Material yang terangkut dapat berpindah dalam tiga cara, yaitu: *bed load*, yaitu partikel besar yang bergulir atau meluncur di dasar sungai, *suspended load*, yaitu material halus seperti lanau dan lumpur yang melayang di

dalam kolom air; dan *dissolved load*, yaitu zat terlarut seperti mineral dan garam yang ikut terbawa oleh air (Leopold, Wolman, & Miller, 2012).

Efisiensi proses transportasi dipengaruhi oleh kecepatan aliran, debit sungai, serta tingkat turbulensi air. Pada saat debit meningkat, kapasitas sungai untuk mengangkut sedimen juga meningkat, namun saat energi aliran berkurang, material akan mulai diendapkan.

Sedimentasi terjadi ketika energi aliran air menurun sehingga sungai tidak mampu lagi mengangkut seluruh material yang dibawanya. Akibatnya, partikel-partikel sedimen akan terendapkan di dasar atau tepi sungai. Menurut Pethick (2001), proses sedimentasi cenderung terjadi di daerah hilir dan muara sungai, di mana kecepatan arus air melambat dan terjadi percampuran dengan air laut. Sedimentasi yang berlangsung secara terus-menerus dapat menyebabkan pendangkalan alur sungai, pembentukan delta, atau perubahan pola aliran di sekitar muara. Dalam konteks muara Sungai Budong-Budong, sedimentasi menjadi salah satu faktor utama yang mengubah bentuk fisik garis pantai dan area muara.

Selain ketiga proses utama tersebut, proses akresi juga dapat terjadi di daerah muara. Akresi merupakan proses penambahan daratan akibat penumpukan sedimen yang terus berlangsung (Darmawan, 2019). Sebaliknya, proses abrasi atau pengikisan pantai dapat menyebabkan mundurnya garis pantai akibat kekuatan arus dan gelombang laut. Kedua proses ini menunjukkan bahwa morfologi muara sungai bersifat dinamis dan senantiasa berubah mengikuti keseimbangan antara gaya internal (energi aliran sungai) dan gaya eksternal (pasang surut, gelombang, serta aktivitas manusia di sekitar sungai).

Interaksi antara erosi, transportasi, sedimentasi, akresi, dan abrasi menciptakan suatu sistem keseimbangan alami yang disebut kesetimbangan dinamis sungai (*dynamic equilibrium*). Schumm (1977) menjelaskan bahwa kesetimbangan ini dapat terganggu apabila terjadi perubahan signifikan pada debit sungai, curah hujan, tutupan lahan, atau aktivitas manusia seperti pembangunan

tambak dan penggalian pasir. Ketika keseimbangan terganggu, bentuk sungai akan menyesuaikan diri melalui perubahan alur, meander, dan garis pantai.

Dalam konteks analisis spasial, proses-proses geomorfologi tersebut dapat diamati secara kuantitatif melalui interpretasi citra satelit multi-temporal. Dengan menggunakan citra *Landsat* periode 2013–2023, peneliti dapat mengidentifikasi perubahan area muara Sungai Budong-Budong, termasuk perluasan delta, penyempitan saluran, maupun pergeseran arah aliran sungai. Melalui pendekatan overlay dan digitasi, perubahan bentuk fisik muara dapat dipetakan secara akurat, sehingga memperlihatkan dinamika geomorfologi yang terjadi akibat interaksi antara faktor alam dan aktivitas manusia.

Secara keseluruhan, proses geomorfologi sungai merupakan rangkaian yang berkesinambungan, di mana erosi menghasilkan sedimen, transportasi memindahkannya, dan sedimentasi mengendapkannya kembali. Ketika proses ini berlangsung dalam jangka panjang, terbentuklah perubahan morfologi yang signifikan pada muara sungai. Oleh karena itu, pemahaman terhadap ketiga proses utama tersebut menjadi dasar yang penting dalam menganalisis perubahan bentuk fisik muara Sungai Budong-Budong dan dalam merumuskan strategi pengelolaan wilayah pesisir yang berkelanjutan.

2.3 Pengertian Sungai

Menurut (Tarigan, 2022) proses pembentukan sungai adalah aliran air permukaan (air hujan, mata air, atau cairan glasial) melalui saluran ke wilayah dataran rendah. Namun, aliran ini mengikis wilayah yang dilaluinya secara alami. Dengan demikian, saluran ini semakin panjang dan lebar. Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah ekosistem terpadu yang memanfaatkan sumber daya alam dan sumber daya manusia. Mereka dianggap sebagai sumber daya alam dengan berbagai kepemilikan (pemerintah, masyarakat, dan swasta), dan berfungsi sebagai produsen barang dan jasa masyarakat yang saling bergantung antara individu dan kelompok (Wulandari & Suwanda, 2019).

Sungai adalah saluran alami untuk aliran air dari hulu ke hilir dan lebih tinggi di wilayah tangkapan (Tarigan, 2022). Adanya sumber air es yang mencair atau munculnya dan relaksasi mata air di permukaan bumi menyebabkan aliran sungai. Air hujan yang mengalir sebagai aliran permukaan dalam suatu DAS akan terakumulasi pada sungai, menyebabkan erosi (pengikisan), transportasi (transportasi), dan pengendapan (sedimentasi). Selain aliran permukaan, faktor lain yang menyebabkan erosi dan sedimentasi termasuk kondisi topografi DAS, jenis dan kapasitas tanah, kapasitas transportasi sungai, vegetasi, dan gangguan yang disebabkan oleh manusia. Jika tidak dikontrol dengan baik, operasi ini akan berdampak pada perubahan dimensi dan geometri sungai. perubahan morfologi sungai adalah nama perubahan ini (Kurniawan, Randa Sigit, Sutikno Bambang, Sujatmoko, (2017).

Morfologi sungai mencakup semua aspeknya, termasuk geometri (bentuk dan ukuran), jenis, sifat, dan perilakunya dalam ruang dan waktu. Perubahan morfologi sungai telah terjadi sejak awal pembentukannya dan terus berlanjut. Perubahan tata guna lahan dapat menyebabkan perubahan morfologi yang cepat, karena fungsi resapan air berkurang dan aliran air permukaan meningkat, yang menghasilkan peningkatan debit aliran sungai. Laju perubahan morfologi sungai juga dipengaruhi oleh pasang-surut, atau air balik, bahan yang membentuk tebing sungai, dan transportasi. Perubahan morfologi sungai yang ekstrim membahayakan aset di sekitarnya. Faktor-faktor yang memengaruhi perubahan morfologi sungai ini juga terjadi di DAS Budong-budong (Kurniawan, Randa Sigit, Sutikno Bambang, Sujatmoko, (2017).

Sebagaimana didefinisikan dalam Peraturan Pemerintah nomor 37 tahun 2012 tentang pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS), Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah daratan yang terdiri dari sungai dan anak-anak sungainya dan berfungsi untuk menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami. Batasnya di darat adalah pemisah topografis, dan batasnya di laut adalah sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh oleh aktivitas daratan. DAS bukan hanya merupakan badan sungai, tetapi satu kesatuan seluruh ekosistem yang ada didalam pemisah topografis.

Pemisah topografis di darat berupa daerah yang paling tinggi biasanya punggung bukit yang merupakan batas antara satu DAS dengan DAS lainnya (Kurniawan, Randa Sigit, Sutikno Bambang, Sujatmoko, (2017).

2.4 Kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai, atau DAS, memiliki banyak istilah yang digunakan oleh para ahli dengan berbagai ide. DAS, juga dikenal sebagai catchment area, drainage area, drainage basin, atau watershed, secara geografis adalah suatu area yang membentuk pola aliran sungai dan dibatasi oleh topografi atau igir-igir pegunungan (Tiwari dan Joshi, 2016). Dalam sistem hidrologi, hubungan antara input dan output harus seimbang. Proses hidrologi yang terjadi di wilayah aliran sungai termasuk evaporasi, transpirasi, infiltrasi, run-off, kelembaban tanah, aliran di bawah permukaan, penyimpanan air tanah, dan pengisian kembali air tanah Nabila (2025).

Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah proses pemanfaatan lahan, vegetasi, dan air secara terpadu di suatu wilayah drainase sesuai dengan kondisi geografis, sosial-ekonomi, dan kepentingan penduduk setempat dengan tujuan melindungi dan melestarikan kondisi hidrologi dan mempertimbangkan dampak negatif yang terjadi pada daerah hilir sungai dan kondisi air tanah. Dalam pengelolaan DAS terpadu, berbagai pendekatan multi-disiplin sangat penting untuk pengambilan keputusan tentang penggunaan sumber daya untuk berbagai tujuan Nabila (2025).

Degradasi lahan menyebabkan kerusakan yang parah pada kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS) di Indonesia. Pertambahan penduduk dan pertumbuhan ekonomi telah mengembalikan fungsi tata guna lahan DAS di Indonesia. Hal ini menyebabkan peningkatan debit puncak banjir, tanah longsor, erosi, banjir bandang, kekeringan, pencemaran, sedimentasi, dan masalah lainnya yang muncul di daerah aliran sungai baik di hulu, tengah, maupun hilir sungai. Wilayah aliran sungai di Indonesia biasanya tidak terpengaruh oleh bencana ini. Bencana seperti longsor dan banjir bandang biasanya terjadi di daerah hulu dan tengah DAS. Di sisi lain, wilayah hilir sungai mengalami sedimentasi, kekeringan, dan banjir. Kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS) di Indonesia sangat beragam dan kompleks dan dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk geografi, iklim, kegiatan manusia, dan

kebijakan pengelolaan lingkungan Nabila (2025). Beberapa karakteristik umum dari kondisi DAS di Indonesia meliputi:

2.4.1 Keanekaragaman Hidrologi

Di Indonesia, ada banyak jenis DAS, mulai dari sungai besar yang melintasi pulau-pulau besar seperti Sungai Kapuas di Kalimantan hingga DAS kecil di pegunungan dan dataran tinggi seperti DAS Citarum di Jawa Barat. Setiap DAS memiliki karakteristik hidrologi yang berbeda, termasuk pola curah hujan, jenis tanah, dan topografi.

2.4.2 Tekanan Manusia

Aktivitas manusia seperti pertanian, perkebunan, industri, dan urbanisasi sering menempatkan DAS di Indonesia di bawah tekanan. Perluasan lahan pertanian dan perkebunan, deforestasi, dan peningkatan permukaan terbangun dapat mengubah tata guna lahan dan memengaruhi kualitas air dan fungsi ekosistem DAS.

2.4.3 Kerentanan terhadap Bencana

Bencana alam seperti banjir, longsor, dan kekeringan merupakan ancaman bagi sebagian besar DAS di Indonesia.

2.4.4 Kualitas Air

Limbah industri, pertanian, dan domestik sering mencemari air di DAS Indonesia. Pencemaran ini mengancam kesehatan manusia, keberlanjutan lingkungan, dan keanekaragaman hayati. Kondisi ini semakin diperparah oleh ketidakseimbangan antara upaya mitigasi bencana dan pertumbuhan ekonomi yang cepat di sebagian besar DAS. Deforestasi, erosi tanah, dan perubahan iklim adalah faktor utama yang meningkatkan risiko bencana di sebagian besar DAS.

2.4.5 Kehutanan dan Konservasi

Hutan di DAS memainkan peran penting dalam menjaga fungsi hidrologis, kualitas air, dan keseimbangan ekosistem. Namun, deforestasi dan

degradasi hutan yang berkelanjutan mengancam keberlangsungan DAS dan menyebabkan hilangnya sumber daya alam dan habitat bagi spesies endemik.

2.4.6 Pengelolaan Terpadu

Meskipun ada upaya untuk meningkatkan pengelolaan DAS secara terpadu, implementasi sering menghadapi masalah seperti kurangnya koordinasi antarlembaga, kekurangan anggaran, dan kurangnya kesadaran masyarakat akan pentingnya pelestarian lingkungan.

2.4.7 Potensi Konflik

Konflik di DAS sering kali disebabkan oleh persaingan antara berbagai kepentingan penggunaan lahan seperti pertanian, kehutanan, dan industri. Ini dapat memperburuk konflik karena keterbatasan sumber daya alam dan pengelolaan yang tidak terkoordinasi. Untuk menjaga keberlanjutan sumber daya alam dan mengurangi risiko bencana, sangat penting untuk mengembangkan pendekatan pengelolaan DAS yang berkelanjutan, inklusif, dan adaptif.

2.5 Bentuk Fisik Sungai

Menurut Supriyono (2017) bentuk fisik sungai dilihat dari tiga aspek yaitu sebagai berikut:

2.5.1 Pola Aliran sungai

Pola aliran sungai adalah kumpulan sungai dengan bentuk yang sama yang menggambarkan keadaan profil dan genetika sungai tersebut. Pola aliran sungai juga dibentuk oleh faktor alam, batuan di sekitarnya, bencana alam, dan struktur geologi. Oleh karena itu, pola aliran sungai tidak dapat diprediksi.

2.5.2 Luas Sungai

Luas sungai adalah besaran atau luasan sungai yang dapat diukur.

2.5.3 Meander Sungai

Meander sungai adalah kelokan sungai. Terdiri dari lubuk, atau "pool," dan alur silang, atau "crossing," meander sungai disebut. Sungai dengan

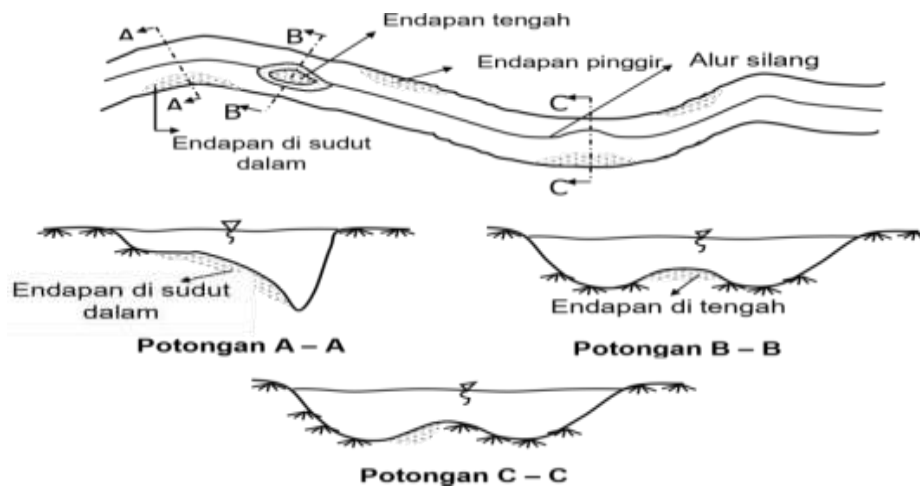
bentuk "S" terbentuk oleh talweg, atau palung atau alur utama, yang mengalir dari satu lubuk ke lubuk berikutnya. Alurnya berbentuk segitiga di tempat lubuk tampang lintang. Tampang lintangnya berbentuk segiempat dan lebih dangkal di tempat alur silang sungai, di mana endapan akan terjadi di lengkungan dalam. Kecepatan air di tempat ini pada saat air rendah lebih cepat daripada di lubuk.

Menurut Yulianto (2013) dalam (Pradipta et al., 2018), perkembangan sungai dapat dibagi menjadi lima (lima) tahap: tahap awal, tahap muda, tahap dewasa, tahap tua, dan tahap remaja pemulihan. Tahapan sungai memiliki karakteristik berikut:

- a. Tahap Awal (Awal Tahap): Sungai-sungai yang tidak teratur dan tidak teratur biasanya menunjukkan tahap awal. Pada awalnya, sungai memiliki air terjun, danau, arus yang cepat, dan gradien yang berbeda. Arus aliran dari bentang alam aslinya berasal dari air runoff ke arah suatu area yang membentuk suatu depresi (cekungan) atau belum membentuk lembah. Bentang alam aslinya seringkali memperlihatkan ketidakakuran, beberapa di antaranya berbeda tingkatannya. Pada tahap awal, sungai biasanya berkembang di dataran pantai-pantai yang mengalami pengangkatan, di atas permukaan gunung api dan lava yang baru atau muda, atau di atas permukaan di mana sungai mengalami peremajaan.
- b. Tahapan Muda: Sungai yang termasuk dalam tahapan muda adalah sungai yang aktifitas aliran sungainya mengerosi ke arah vertikal. Aliran sungai yang menempati seluruh lantai dasar suatu lembah. Umumnya profil lembahnya membentuk huruf V, air terjun dan arus yang cepat mendominasi.
- c. Tahapan Dewasa: Tahapan awal dari sungai dewasa dicirikan oleh mulai adanya pembentukan dataran banjir secara setempat-setempat dan semakin lama semakin lebar dan akhirnya terisi oleh aliran sungai yang berbentuk *meander*, sedangkan pada sungai yang sudah masuk dalam tahapan dewasa, arus sungai sudah membentuk aliran yang berbentuk *meander*, penyisiran ke arah depan dan belakang memotong suatu

dataran banjir *flood plain* yang cukup luas sehingga secara keseluruhan ditempati oleh jalur-jalur *meander*. Pada tahapan ini aliran arus sungai sudah memperlihatkan keseimbangan antara laju erosi vertikal dan erosi lateral.

- d. Tahapan Tua: Pada tahapan ini dataran banjir diisi sepenuhnya oleh *meander* dan lebar dari dataran banjir akan beberapa kali lipat dari luas *meander belt*. Pada umumnya dicirikan oleh danau tapal kuda *oxbow lake* dan rawa *swampy area*.
- e. Peremajaan Sungai: Setiap saat dari perkembangan suatu sungai dari satu tahap ke tahap lainnya, perubahan mungkin terjadi dimana kembalinya dominasi erosi vertikal sehingga sungai dapat diklasifikasi menjadi sungai dalam tahapan muda. Sungai dewasa dapat mengalami pengikisan kembali ke arah vertikal untuk kedua kalinya karena adanya pengangkatan dan proses terjadinya erosi ke arah vertikal pada sungai berstadia dewasa akibat pengangkatan dan stadia sungai kembali menjadi stadia muda.



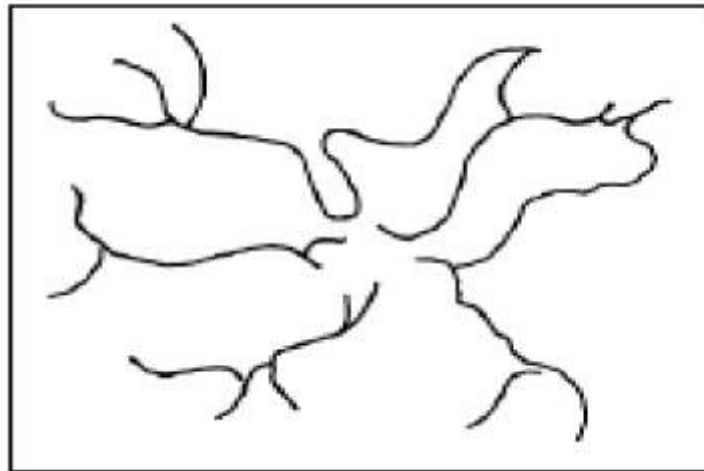
Gambar 2.2 Proses Meandering
Sumber : Google

2.6 Pola aliran sungai

Pola aliran adalah pola hubungan keruangan lembahlembah, baik yang dialiri sungai maupun lembah yang kering atau tidak dialiri sungai. Pola aliran yang digunakan dapat dibedakan dengan membedakan garis yang menjadi tanda pola aliran. Berikut adalah klasifikasi pola aliran, menurut (Ardi, Putri, 2014).

2.6.1 Dendritik

Seperti percabangan pohon, percabangan tidak teratur dengan arah dan sudut yang beragam. Berkembang di batuan yang homogen dan tidak terkontrol oleh struktur, umumnya pada batuan sedimen dengan perlapisan horisontal, atau pada batuan beku dan batuan kristalin yang homogen.

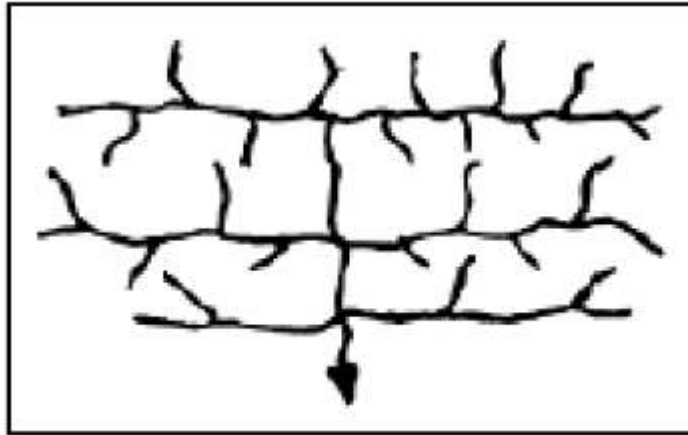


Gambar 2.3 Pola aliran sungai dendritik

Sumber : google

2.6.2 Trellis

Anak sungai dan sungai utama memiliki percabangan hampir tegak lurus, dan sungai-sungai utama sejajar atau hampir sejajar. tumbuh di batuan sedimen terlipat atau terungkit yang memiliki litologi berselang-seling antara yang lunak dan resisten.

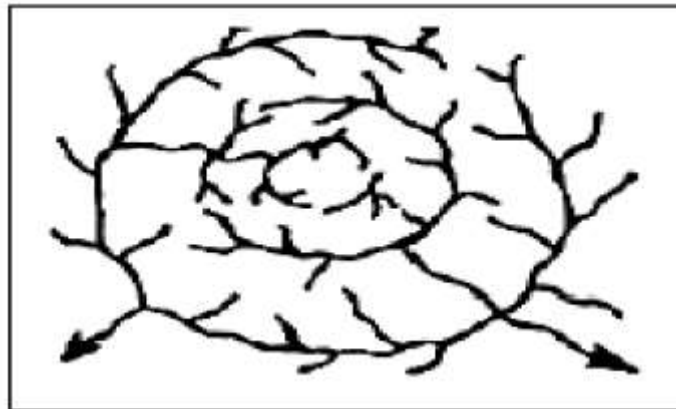


Gambar 2. 4 pola aliran sungai Trellis

Sumber : Google

2.6.3 Annular

Sungai utama dan anak sungai membentuk sudut hampir lurus. Berkembang di dalam dome yang terdiri dari batuan lunak dan keras.

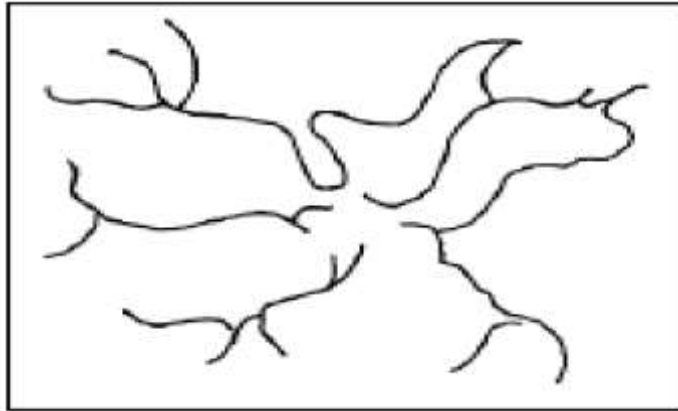


Gambar 2. 5 Pola aliran sungai Annular

Sumber : Google

2.6.4 Sentripetal

Sungai yang mengalir memusat dari berbagai arah. Berkembang di kaldera, karater, atau cekungan tertutup lainnya.



Gambar 2.6 pola aliran sungai Sentripetal
Sumber : Google

2.7 Faktor penyebab perubahan sungai

Bentuk fisik sungai dapat dipengaruhi oleh dua faktor. Faktor alam termasuk intensitas curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah, jenis batuan, dan tutupan lahan. Faktor manusia, seperti penggundulan hutan dan alih fungsi lahan, juga dapat mempengaruhi bentuk fisik sungai (Puslittanak, 2004). Oleh karena itu, telah diketahui bahwa komponen penyebab perubahan bentuk fisik berbeda-beda di antara daerah.

Berikut adalah faktor alam penyebab perubahan bentuk fisik sungai :

2.7.1 Faktor intensitas curah hujan

Intensitas curah hujan dan distribusi curah hujan menentukan besaran peluang terjadinya longsor lahan dan persebarannya (Rahmad, 2018). Semakin tinggi tingkat curah hujan, maka akan semakin tinggi pula kemungkinan terjadinya longsor tanah di tepian sungai. Air yang dibawa oleh hujan menjadi salah satu faktor terjadinya erosi dan abrasi.

2.7.2 Faktor kemiringan lereng

Suatu permukaan yang menghubungkan permukaan tanah yang lebih tinggi dengan yang lebih rendah disebut lereng. Karena topografi dipengaruhi oleh panjang lereng dan kemiringan lereng, peran topografi sangat penting dalam menentukan kecepatan dan volume limpasan lapisan permukaan

(Arsyad, 1989). Tiga jenis lereng yang rentan terhadap pergerakan atau longsor disebutkan oleh Karanawati (2001). Mereka adalah lereng yang terdiri dari tumpukan lereng gembur, lereng yang terdiri dari batuan miring searah lereng, dan lereng yang terdiri dari blok batuan.

2.7.3 Faktor jenis tanah

Tanah adalah kumpulan mineral, bahan organik, dan endapan relatif lepas yang ditemukan di permukaan bumi bagian atas. Mungkin ada air, udara, atau keduanya di ruang di antara partikel yang membentuk tanah. Permeabilitas tanah adalah kemampuan tanah untuk meloloskan air melalui pori-porinya.

Aktivitas manusia adalah faktor non alam yang dapat mengubah bentuk fisik sungai. Menurut Mulyono (2001: 26), "aktivitas" artinya "kegiatan atau keaktifan", sehingga segala sesuatu yang dilakukan atau kegiatan-kegiatan yang terjadi baik fisik maupun non-fisik adalah suatu aktivitas. Faktor manusia adalah salah satu penyebab perubahan lingkungan. Berbagai perubahan yang disebabkan oleh aktivitas manusia untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari memberikan kontribusi kepada berbagai perubahan lingkungan. Penambangan, pembangunan perumahan, intensifikasi pertanian, dan penebangan hutan adalah contoh perubahan lingkungan yang disebabkan oleh manusia.

2.8 Sistem informasi geografis

Menurut Rice dalam Rafiuddin (2012), sistem komputer yang digunakan untuk memasukkan, menyimpan, memeriksa, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan data yang terkait dengan posisi-posisi di permukaan bumi dikenal sebagai sistem informasi geografis. Sistem informasi geografis, juga dikenal sebagai SIG, adalah jenis sistem informasi yang menggunakan peta sebagai antarmuka untuk menampilkan informasi dalam format grafis. Perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian wilayah yang berkaitan saat ini menggunakan aplikasi SIG (Kurniawan et al., 2017). Dalam penggunaan, SIG banyak digunakan untuk:

- a. pengolahan dan penentuan SDA
- b. perencanaan umum tata ruang;
- c. perencanaan dan pengolahan tata guna lahan; dan
- d. pengaturan infrastruktur seperti jaringan listrik, telepon, jalan raya, jalan kereta api, dan pipa air minum.

Dengan kemajuan teknologi saat ini, analisis dan penyimpanan data yang kompleks semakin dibutuhkan. Sistem informasi geografis (SIG) diharapkan dapat membantu proses pengambilan keputusan atau kebijakan melalui sistem informasi yang berbasis spasial ini (Husna, 2022).

Sistem Informasi Geografis (GIS) adalah sistem informasi yang berbasis komputer yang bekerja dengan data yang berisi informasi spasial. Data yang secara spasial menggambarkan kondisi bumi diambil, diperiksa, diintegrasikan, dimanipulasi, dianalisis, dan ditampilkan dalam sistem ini. Teknologi SIG menggabungkan operasi umum database seperti pertanyaan dan analisis statistik dengan kemampuan pemetaan untuk visualisasi dan analisis yang luar biasa. Kemampuan ini membedakan SIG dari sistem informasi lainnya, dan membuatnya berguna bagi berbagai pihak untuk merencanakan strategi, menjelaskan kejadian, dan memprediksi apa yang akan terjadi (Husna, 2022).

2.8.1 Sejarah Sistem Informasi Geografis (SIG)

Tomlinson pertama kali menggunakan Sistem Informasi Geografis Operasional pada awal tahun 1960 untuk menyimpan, mengedit, dan menganalisis data yang dikumpulkan untuk Inventaris Tanah Kanada pada tahun 1964. Pada tahun 1960, kartografi otomatis dibuat. Lembaga kartografi terbesar telah mencapai tahap pemetaan terkomputerisasi pada tahun 1970. Saat harga perangkat keras komputer turun pada awal tahun 1980, SIG mulai digunakan. Selama beberapa tahun, SIG dianggap terlalu eksklusif, terlalu sulit, dan mahal. Di awal tahun 1990, penggunaan SIG menjadi lebih populer karena hadirnya GUI. Data Bank untuk Pembangunan adalah nama sistem yang pertama kali digunakan di Indonesia pada tahun 1972. Istilah "Sistem Informasi Geografis" seperti sekarang ini pertama kali digunakan pada rapat

umum internasional dari Uni Geografis Internasional di Ottawa, Kanada, pada tahun 1967.

Sejak saat itu, banyak benua berkembang menjadi sistem informasi geografis, terutama Benua Amerika, Benua Eropa, Benua Australia, dan Benua Asia. Di Indonesia, seperti di negara lain, pengembangan SIG dimulai di lingkungan pemerintahan dan militer. Namun, berkat dukungan sumber daya yang bergerak di lingkungan akademik, pengembangan SIG menjadi lebih cepat. Salah satu contohnya adalah Sistem Informasi Geografis dan Pengamatan Jauh UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.

2.8.2 Pengertian Sistem Informasi Geografis

Sistem informasi geografis, atau sistem informasi geografis dalam bahasa Inggris, adalah suatu sistem berbasis komputer yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan data atau informasi yang berkaitan dengan geografi. Berikut ini adalah beberapa definisi SIG yang diberikan oleh para ahli:

a. ESRI

Semua jenis informasi geografis dapat diakses dan ditampilkan dengan mudah melalui SIG, yang merupakan kumpulan perangkat keras komputer, perangkat lunak, data geografi, dan personil yang terorganisir.

b. Menurut Aronof

Suatu sistem berbasis komputer bernama SIG memiliki kemampuan untuk menangani data berreferensi geografi. Sistem ini dapat menangani data dalam berbagai cara, termasuk pemasukan, manajemen (termasuk penyimpanan dan pemanggilan kembali), manipulasi dan analisis data, dan membuat keluaran sebagai hasil akhir (output). Sistem ini dapat digunakan sebagai referensi dalam pengambilan keputusan tentang masalah yang berkaitan dengan geografi.

c. Menurut Burrough

Untuk pengumpulan, penimbunan, pengambilan kembali, dan penayangan data keruangan yang berasal dari dunia nyata, SIG adalah alat yang berguna.

d. Menurut Gistut

Sistem pengambilan keputusan spasial (SIG) lengkap mencakup metodologi dan teknologi yang diperlukan, yaitu data spasial, perangkat keras, dan struktur organisasi, serta kemampuan untuk mengintegrasikan deskripsi lokasi dengan karakteristik fenomena lokasi.

Secara umum, sistem informasi geografis (SIG) adalah kumpulan perangkat keras perangkat lunak, data geografis, dan sumber daya manusia yang bekerja sama untuk memasukkan, menyimpan, memperbaiki, memperbaharui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisis, dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis.

Penggunaan SIG yang dilengkapi dengan software juga dapat mempermudah analisis masalah. Aplikasi dapat digunakan untuk melakukan analisis dengan mengolah bahan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Informasi geografis mencakup tidak hanya lokasi suatu tempat di permukaan bumi tetapi juga keterangan tentangnya. Hal ini termasuk dalam analisis spasial yang akan dibahas oleh penelitian ini (Husna, 2022).

Analisis spasial adalah setiap metode atau pendekatan komputasi matematis yang terkait dengan data spasial atau lapisan (tematik) dalam sistem informasi geografis. Analisis spasial melibatkan serangkaian perhitungan dan evaluasi logis untuk menemukan pola atau hubungan antara elemen geografis dalam data digital yang dibatasi oleh wilayah penelitian tertentu (Prahasta, 2009).

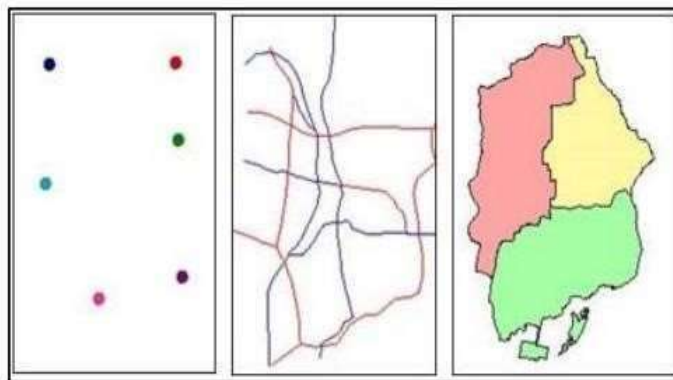
Ada beberapa jenis fungsi analisis spasial dalam sistem informasi geografis, seperti *merge*, *clip*, *overlay*, *reclassify*, *slope*, *query*, dan masih banyak fungsi analisis spasial lainnya yang umum dan banyak digunakan dalam sistem informasi

geografis. Dalam penelitian ini analisis spasial yang digunakan adalah *overlay* peta dari tahun yang berbeda untuk melihat perubahan fisik sungai.

Manurut Ati J, S, (2016) menjelaskan data yang berisi informasi tentang lokasi dan bentuk dari unsur geografi serta hubungannya yang dibuat dalam bentuk peta. Ada dua macam bentuk format data spasial yaitu format data vektor dan raster:

a. Format data Vektor

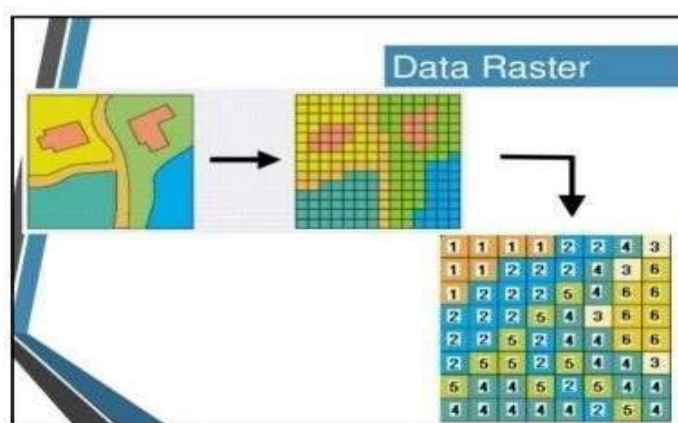
Merupakan tipe data yang menggunakan luasan, garis dan titik untuk menampilkan obyek.



Gambar 2.7 Peta Vektor
Sumber : Google

b. Format Data Raster

Struktur data dalam bentuk sel yang terbentuk atas garis dalam dolom, setiap sel mempunyai satu nilai dan terisi satu informasi, grup dari sel mewakili unsur-unsur.



Gambar 2.8 Format data Raster
Sumber : Google

2.9 Penginderaan jauh

Dalam beberapa bahasa asing, penginderaan jauh disebut dengan berbagai istilah. Di Inggris, itu disebut remote sensing; di Prancis, itu disebut teledection; di Spanyol, itu disebut sensoria remote; di Jerman, itu disebut fermerkundung; dan di Rusia, itu disebut distansionaya. Di Indonesia, itu disebut remote sensing (Husna, 2022).

Beberapa ahli mendefinisikan penginderaan jauh sebagai berikut:

- a. Lindgren (1985) mendefinisikan penginderaan jarak jauh sebagai metode untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi tentang Bumi.
- b. Welson dan Bufon mendefinisikan penginderaan jarak jauh sebagai seni, ilmu, dan teknik untuk mendapatkan informasi tentang objek, area, dan gejala dengan menggunakan alat dan tanpa melakukan kontak langsung dengan objek, area, atau gejala tersebut.
- c. Lillesand dan Keifer (1990) mendefinisikan penginderaan jarak jauh sebagai seni, ilmu, dan teknik untuk mendapatkan informasi tentang objek, area, dan gejala.
- d. Sabins: Ilmu penginderaan jauh berfokus pada pengumpulan, pengolahan, dan interpretasi gambar yang telah direkam yang dihasilkan dari interaksi gelombang elektromagnetik dengan suatu objek.
- e. American Society of Photogrammetry: Penginderaan jauh adalah pengukuran atau pengumpulan informasi tentang karakteristik tertentu dari objek atau fenomena dengan menggunakan alat perekam yang tidak terhubung secara fisik dengan objek atau fenomena yang dikaji.
- f. Avery (1985) menggambarkan penginderaan jauh sebagai upaya untuk mendapatkan, menunjukkan (mengidentifikasi), dan menganalisis objek dengan sensor di lokasi pengamatan daerah kajian.
- g. Penginderaan jauh, menurut Colwell, didefinisikan sebagai pengukuran atau pengumpulan data tentang objek di permukaan bumi melalui satelit atau instrumen lain yang berada di atas atau jauh dari objek yang diindera.

- h. Curran (1985): Penginderaan jauh melibatkan penggunaan sensor radiasi elektromagnetik untuk merekam gambar lingkungan bumi yang dapat diinterpretasikan.

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni yang mengumpulkan informasi tentang suatu objek atau fenomena dengan alat tanpa bersentuhan langsung dengan objek, daerah, atau fenomena tersebut. Menurut Sutanto (1998), penginderaan jauh adalah ilmu dan seni yang mengumpulkan informasi tentang suatu objek, luasan, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dari sensor. Dalam hal ini, sensor tidak digunakan untuk mengumpulkan informasi ini.

Dalam lingkup luasnya, penginderaan jauh adalah teknologi yang digunakan untuk mempelajari karakteristik objek dari jarak jauh. Teknologi ini telah berkembang dengan cepat sebagai hasil dari kesadaran manusia akan pentingnya mengimbangi kemajuan sumber daya dengan pemeliharaan lingkungan. Saat ini, penginderaan jauh telah berkembang menjadi metode yang efektif untuk melakukan pemantauan menyeluruh dan berkala terhadap pengelolaan sumber daya bumi (Wolf, 1993).

Semakin beragamnya wahana, sensor, dan sistem penginderaan jauh saat ini menunjukkan kemajuan teknologi penginderaan jauh. Keragaman ini menghasilkan citra yang beragam yang direkam dengan berbagai sensor—juga dikenal sebagai multisensor—yang berguna untuk banyak hal sesuai dengan spesifikasinya. Perkembangan teknologi tersebut menghasilkan lebih banyak citra dan sensor serta resolusi spasial pada citra. Analisis tekstur semakin penting untuk klasifikasi, interpretasi, dan analisis citra karena resolusi spasial yang meningkat (He dan Wang, 1990 dalam (Chulafak dkk., 2018)). Setiap citra digital yang dihasilkan oleh setiap sensor pada citra memiliki karakteristik unik yang dipengaruhi oleh jalur transmisi yang digunakan, sasaran objek, sumber tenaga radiasi, orbit satelit, dan kepekaan sensor penginderaan jauh terhadap panjang gelombang elektromagnetik (Firmansyah dkk., 2021)..

Memiliki banyak manfaat, penginderaan jauh semakin populer. Di antara manfaatnya adalah gambar yang dihasilkan dari citra penginderaan jauh dapat digambarkan sesuai dengan wujud dan letak objek di permukaan bumi, dan gambar yang dihasilkan dapat memiliki efek tiga dimensi jika dilihat menggunakan stereoskop (Nurmalasari & Santosa, 2016).

Sifat data dari gambar satelit digital yang dihasilkan oleh sensor dipengaruhi oleh orbit satelit, operasi sistem sensor, kepekaan panjang gelombang elektromagnetik sensor, jalur transmisi yang digunakan, dan objek. Data penginderaan jauh dapat berupa citra atau non-citra. Data citra termasuk data optik, analog, dan digital, sedangkan data non-citra dapat berupa diagram, grafik, dan numerik. Menurut Purwadhi (2001), citra yang dihasilkan oleh rekaman sensor harus dikoreksi melalui berbagai metode, termasuk koreksi radiometrik, koreksi geometrik, dan koreksi atmosferik.

Menurut Dony Kushardono, peneliti utama dari Pusat Riset Penginderaan Jauh, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), penginderaan jauh adalah disiplin ilmu yang mengumpulkan data tentang suatu objek melalui suatu alat tanpa melakukan kontak langsung dengan objek yang diukur atau dikaji.



Gambar 2.9 Citra Satelit hasil pengindraan jauh (BRIN, 2025)

Sumber : Google

Berdasarkan hal tersebut maka citra yang dihasilkan oleh penginderaan jauh ini dapat diaplikasikan untuk berbagai kebutuhan sesuai dengan fungsi dan spesifikasinya sehingga dapat digunakan untuk membantu pekerjaan manusia,

seperti penggunaan teknologi penginderaan jauh saat ini yang sudah banyak digunakan untuk menganalisis perubahan di daratan maupun di perairan. Hal ini dikarenakan, kemampuan citra saat ini yang memiliki banyak keuntungan seperti memiliki resolusi temporal yang baik dan dapat digunakan untuk cakupan wilayah yang luas dalam waktu yang singkat. Terdapat banyak citra yang dapat digunakan untuk membantu analisis perubahan perairan maupun lahan daratan, namun hal tersebut disesuaikan dengan kebutuhan pembuatan peta.

2.9.1 Jenis Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh terbagi menjadi dua kategori. Mereka disusun berdasarkan lokasi atau wahana yang digunakan untuk mengamati objek (Husna, 2022). Berikut ini adalah jenis-jenis penginderaan jauh:

a. Penginderaan Jauh Dari Udara

Pada umumnya, pesawat terbang digunakan untuk penginderaan jauh dari udara. Penginderaan melalui pesawat udara dengan sistem rekaman kamera masih merupakan sumber data yang potensial karena foto udara dapat menyajikan data yang lebih rinci daripada foto satelit.



Gambar 2.10 Penginderaan Jauh Dari Udara
Sumber : Google

b. Penginderaan Jauh dari Ruang Angkasa

Penginderaan jauh yang menggunakan satelit menggunakan gelombang elektromagnetik yang diradiasikan dari matahari.



Gambar 2.11 Penginderaan jauh dari luar angkasa
Sumber : Google

2.9.2 Komponen Penginderaan Jauh

Terdapat tujuh komponen penginderaan jauh yakni sebagai berikut;

a. Sumber tenaga

komponen yang menyinari objek di permukaan bumi dan kemudian memantulkannya ke sensor Penginderaan jauh yang menggunakan tenaga matahari disebut sebagai sumber tenaga alami, sedangkan penginderaan jauh yang menggunakan tenaga buatan disebut sebagai sumber tenaga buatan, dan keduanya termasuk dalam kategori sistem pasif dan aktif.

b. Atmosfer

Gelombang elektromagnetik dilewatkan, didistribusikan, dan dirambatkan oleh atmosfer. Pancaran energi yang masuk ke permukaan bumi sangat dipengaruhi oleh kondisi atmosfer.

c. Wahana

Wahana terdiri dari pesawat, balon udara, helicopter, roket dan satelit.

d. Sensor

Alat pemantau yang dipasang pada wahana, baik pesawat ataupun satelit.

e. Interaksi antara tenaga dengan objek

Objektif dengan daya pantul rendah akan terlihat gelap pada gambar, sementara objek dengan daya pantul tinggi akan terlihat cerah.

f. Peroleh Data

Cara memperoleh data tersebut, di dalam penginderaan jauh, data dapat diperoleh dengan cara manual ataupun *digital*.

g. Pengguna Data

Kemampuan pengguna data untuk menggunakan hasil penginderaan jauh adalah pengetahuan tentang setiap disiplin ilmu atau metode pengumpulan data penginderaan jauh. Individu yang berbeda dapat menggunakan data yang sama untuk mencari informasi yang berbeda.

2.10 Penelitian Relevan

Tabel 2.1 Penelitian Relevan

No	Nama Penulis	Judul	Hasil Penelitian
1.	Kusumaningtyas, 2020	Analisis Perubahan Garis Pantai Dan Evaluasi Luasan Penggunaan Lahan Pesisir Di Kecamatan Brondong Kabupaten Lamongan, Jawa Timur.	Akresi tertinggi terjadi pada Desa Brondong dengan jarak rata-rata perubahan sebesar 376,12 meter dan rata-rata laju akresi sebesar 14,49 meter/tahun. Prediksi perubahan garis pantai tahun 2030 dengan rata-rata jarak akresi sebesar 42,58 meter dan rata-rata laju akresi sebesar 3,87 meter/tahun.
2.	Octaviana dkk, 2020	Analisis abrasi dan akresi di Muara Sungai Kali Bodri, Kabupaten Kendal	Hasil penelitian menyatakan bahwa garis pantai pada tahun 2024-2016 terjadi akresi sebesar 12,80 ha dan abrasi sebesar 2,93 ha, sedangkan perubahan garis pantai pada tahun 2016-2019 terjadi akresi seluas 9,88 ha dan abrasi seluas 3,35 ha.
3.	Dikriansyah, 2018	Analisis Abrasi pantai Dengan Menggunakan	Hasil penelitian menunjukkan bahwa abrasi yang terjadi pada Pantai Marunda rentang waktu 1997-2007 sebesar 8,43 dengan laju abrasi 0,84 ha/tahun. Total luasan abrasi

		<p>Penginderaan Jauh (Studi Kasus Di Pantai Marunda Kelurahan Marunda Kecamatan Cilincing Provinsi Dki Jakarata)</p>	<p>selama kurun waktu 1997-2017 sebsar 10,61 ha dengan laju abrasi 1,05 ha/tahun dan total luas sebsar akresi 0,47 ha.</p>
4.	Parenta, 2021	<p>Analisis Perubahan Garis Pantai Kabupaten Maros Menggunakan Teknologi Penginderaan jauh</p>	<p>Hasil analisis data citra tahun 2011-2021 menunjukkan bahwa pada Kecamatan Bontoa mengalami akresi yang cukup dominan.</p>
5.	Supriyono, 2017	<p>Analisis Spasial Perubahan Bentuk Fisik Sungai Melalui Integrasi Citra Landast Dan GIS Di Sub DAS Hilir Sungai Bengkulu</p>	<p>Hasil penelitian ini adalah perubahan luas sungai yang paling dominan terjadi antara tahun 2003-2014 yang terlihat dari penambahan luasan sungai sebesar 37,88 ha.</p>

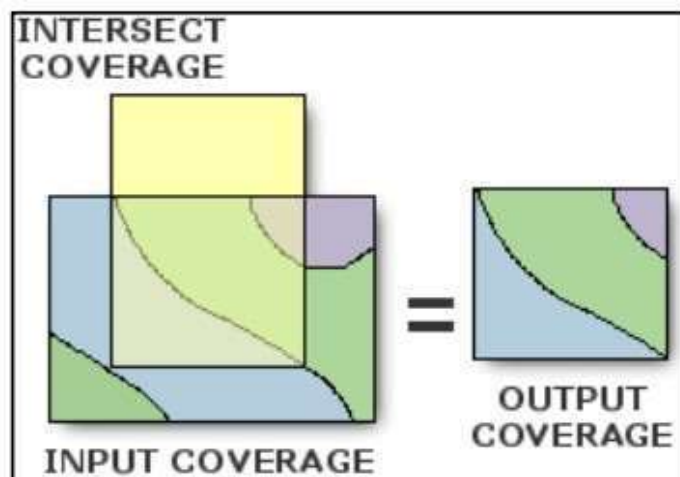
2.12 Teknik Overlay Analisis/Perubahan Luas

Overlay analisis adalah teknik dalam sistem informasi geografis (SIG) yang digunakan untuk menggabungkan dua atau lebih layer spasial (biasanya berupa poligon) untuk menganalisis hubungan spasial antar objek geografis yang berbeda waktu atau atribut.

Menurut Burrough dan McDonal (1998), overlay merupakan teknik dasar dalam SIG yang memungkinkan perbandingan dua atau lebih layer berdasarkan lokasi geografis yang sama, untuk mengidentifikasi perubahan atau tumpang tindih data spasial. Secara umum, teknis mengenai analisis ini terbagai ke dalam dua jenis cara beserta format datanya yaitu :

a. Intersect

Fungsi intersect akan menghasilkan unsur spasial baru yang merupakan irisan dari unsur-unsur spasial masukannya. Atribut dari unsur-unsur spasial yang beririsan akan digabungkan ke dalam unsur spasial baru yang dihasilkan.

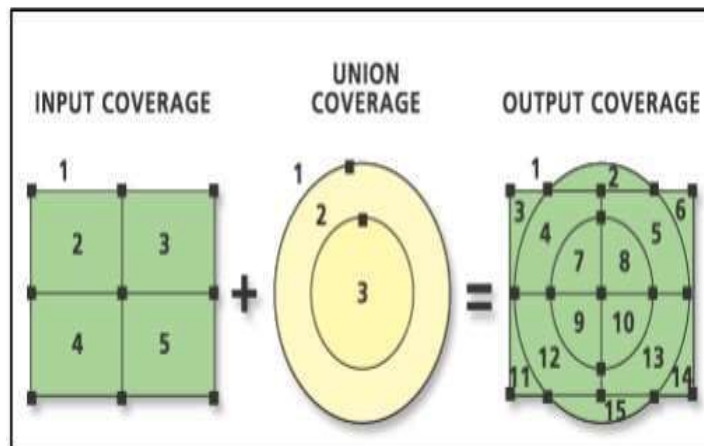


Gambar 2.13 Intersect

Sumber : Google

a. Union

Fungsi analisis digunakan untuk menggabungkan beberapa unsur spasial masukannya menjadi satu unsur saja.



Gambar 2.14 Union

Sumber : Google

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Analisis Spasial Perubahan Bentuk Fisik Muara Sungai Budong-Budong dari tahun 2013–2023, dapat ditarik dua kesimpulan sebagai berikut:

1. Terjadi dinamika perubahan fisik sungai yang signifikan. Hasil overlay citra satelit memperlihatkan adanya proses erosi dan akresi yang berlangsung secara simultan, dengan konsentrasi perubahan pada segmen tikungan sungai. Akresi lebih dominan dibandingkan erosi. Total luasan akresi selama periode 2013–2023 mencapai $\pm 5.010 \text{ m}^2$, sedangkan erosi hanya sekitar $\pm 643 \text{ m}^2$. Hal ini menunjukkan terbentuknya daratan baru yang jauh lebih luas dibandingkan area yang terkikis.
2. Dampak Perubahan penggunaan lahan di DAS Budong-Budong berkontribusi terhadap dinamika morfologi. Aktivitas seperti pembukaan lahan, pertanian, pemukiman, serta perikanan pesisir mempercepat laju sedimentasi dan memicu perubahan alur sungai. Implikasi spasial perubahan morfologi sungai ditandai dengan pergeseran alur, penyempitan, dan pendangkalan pada beberapa segmen. Kondisi ini berpotensi menimbulkan dampak ekologis dan sosial-ekonomi, baik berupa perubahan habitat perairan maupun peluang pemanfaatan lahan baru oleh masyarakat sekitar.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian ini, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Bagi Pemerintah Daerah dan Instansi Terkait

Perlu dilakukan upaya pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) secara terpadu, terutama pada sektor tata guna lahan, agar laju erosi dan sedimentasi dapat dikendalikan. Pembangunan infrastruktur di sekitar muara hendaknya

memperhatikan aspek konservasi sungai sehingga tidak memperparah degradasi lingkungan.

2. Bagi Masyarakat Sekitar Sungai Budong-Budong

Diharapkan dapat memanfaatkan daratan hasil akresi secara bijaksana, misalnya untuk pertanian atau kegiatan produktif lain dengan tetap memperhatikan kelestarian lingkungan. Mengurangi praktik yang dapat mempercepat kerusakan sungai, seperti penebangan hutan liar dan penggunaan lahan tanpa konservasi.

3. Bagi Peneliti Selanjutnya

Diharapkan dapat memperluas cakupan penelitian, misalnya dengan menggunakan data citra satelit resolusi lebih tinggi, atau dengan mengaitkan hasil spasial dengan analisis hidrologi dan kualitas air. Perlu dilakukan kajian lanjutan mengenai dampak sosial-ekonomi dari perubahan morfologi sungai terhadap masyarakat di sekitar DAS Budong-Budong.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardi, Putri, R. (2014). Analisa Perubahan Pola Aliran Sungai dan Daerah Genangan di Pantai Surabaya-Sidoarjo Menggunakan Citra Satelit Penginderaan Jauh. 12. <http://repository.its.ac.id/id/eprint/64194>
- Asdak, C. (2010). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Arsyad, S. (2010). Konservasi tanah & air. IPB Press.
- Ati J, S, (2016). PEMANFAATAN CITRA LANDSAT 8 DAN SIG UNTUK IDENTIFIKASI KAWASAN BERPOTENSI LONGSOR (Studi Kasus : Kabupaten Timor Tengah Selatan), (Skripsi, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang, 2016)
- Balai Wilayah Sungai Sulawesi III. (2018, 12 September). *Pembangunan Bendungan Budong-Budong untuk tingkatkan ketahanan pangan dan air di Sulbar*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. <https://sda.pu.go.id/balai/bwssulawesi3/berita/read/pembangunan-bendungan-budongbudong-untuk-tingkatkan-ketahanan-pangan-dan-air-di-sulbar>
- Darmawan, D. (2019). Analisis perubahan garis pantai muara sungai Cimanuk menggunakan citra Landsat. *Jurnal Geografi*, 11(2), 45–57.
- Hidayat, A. N. (2007). BERDASARKAN KUALITAS PELAYANAN PADA RADIO DI.
- Husna. (2022). Dinamika Spasial Pertumbuhan Delta Bengawan Solo Di Kecamatan Ujungpangkah Kabupaten Gresik Provinsi Jawa Timur Tahun 1995-2020. Repository.Uinjkt.Ac.Id.
- Imam Rohani, I., Paroka, D., Thaha, M. A., & Hatta, M. P. (2021). PEMODELAN FISIK PENGARUH TINGGI PASANG SURUT TERHADAP Kecepatan Aliran Di Muara Sungai. *Konferensi Nasional Teknik Sipil 15, Triyanti 2005*, 20–21.
- Imam Rohani, I. (2025). *Penggunaan Software HEC-RAS Pada Pemodelan Angkutan Sedimen Dasar di Saluran Primer D.I. Maloso*. 5(2), 131–143.
- Iskandar, D., Syam, A. R., & Muis, A. (2022). *Analisis Kualitas Air Sungai*

Budong-Budong yang Dipengaruhi oleh Aktivitas Industri Kelapa Sawit di Kabupaten Mamuju Tengah. Ecosolum: Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan, 11(2), 95–103.

<https://journal.unhas.ac.id/index.php/ecosolum/article/view/13367>

- Isbahuddin, M., Setiawan, M. A., & Widyastuti, M. (2024). Pemetaan Geomorfologi Detail untuk Analisis Karakteristik Erosi Tebing Sungai pada Sebagian Penggal Sungai Oyo, Kabupaten Bantul, Provinsi DIY. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(4), 1017–1023. <https://doi.org/10.14710/jil.22.4.1017-1023>
- Kurniawan, Randa, Sigit Sutikno, Bambang Sujatmoko. 2017. Analisis Perubahan Morfologi Sungai Rokan Berbasis Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh, *Jurnal FTEHKNIK*, Vol. 4, No. 1 h. 1-10.
- Kusumaningtyas, A. I. (2020). Analisis perubahan garis pantai dan evaluasi luasan penggunaan lahan pesisir di Kecamatan Brondong, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur (Skripsi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel). UINSA Repository.
- Mukhtar, M. K. (2018). Evaluasi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Multitemporal.
- Nurmalasari, I., & Santosa, S. H. M. B. (2016). Pemanfaatan citra Sentinel-2A untuk estimasi produksi pucuk teh di sebagian Kabupaten Karanganyar. *Jurnal Bumi Indonesia*, 7(1).
- Octaviana, D. A., Rochaddi, B., Atmodjo, W., Subardjo, P., Zainuri, M., Yusuf, M., & Rifai, A. (2020). Analisis Abrasi dan Akresi di Muara Sungai Kali Bodri, Kabupaten Kendal. *Indonesian Journal of Oceanography*.
- Pradipta, I. S., Forsman, L. D., Bruchfeld, J., Hak, E., & Alffenaar, J. W. (2018). Risk factors of multidrug-resistant tuberculosis: A global systematic review and meta-analysis. *Journal of Infection*, 77(6), 469–478. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2018.10.004>
- Parenta, J. (2021). Analisis Perubahan Garis Pantai Kabupaten Maros
- Rahmawati “ Analisis Abrasi Pantai Dengan Menggunakan Penginderaan Jauh Studi Kasus Di Pantai Marunda Kelurahan Marunda Kecamatan Cilincing Provinsi DKI Jakarta.” *Penelitian*. (2018). 3(32), 1–44.

- Rahmat, A., & Dunggio, I. (2021). *Analisis Spasial Daerah Rawan Banjir di Daerah Aliran Sungai Budong-Budong, Kabupaten Mamuju Tengah, Sulawesi Barat*. **Jurnal Rekayasa Lingkungan (Jerkin)**, 4(3), 187–195. <https://jerkin.org/index.php/jerkin/article/download/1853/1405>
- Supriyono, S. (2017). Analisis Spasial Perubahan Bentuk Fisik Sungai Melalui Integrasi Citra Landsat Dan GIS Di Sub DAS Hilir Sungai Bengkulu. *Jurnal Georaflesia : Artikel Ilmiah Pendidikan Geografi*, 1(1), 10–20. <https://doi.org/10.32663/georaf.v1i1.160>
- Sutanto, P. (1998). *Penginderaan Jauh Jilid I*. Fakultas Geografi.
- Tarigan, L. A. (2022). Analisis Karakteristik Bentuk Aliran Sungai Tuntungan Desa Sei Beras Sekata, Kecamatan Sunggal, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. *Jurnal Samudra Geografi*, 5(1), 84–89. <https://doi.org/10.33059/jsg.v5i1.4710>
- Usman, K. O. (2014). ANALISIS SEDIMENTASI PADA MUARA SUNGAI KOMERING KOTA PALEMBANG Kurnia Oktavia Usman. *Analisis Sedimentasi Pada Muara Sungai Komering Kota Palembang*, 209–215.
- Wulandari, D., & Suwanda, I. M. (2019). Peran Yayasan Ecoton Dalam Menumbuhkan Kesadaran Ecological Citizenship Pada Masyarakat Daerah Aliran Sungai Brantas (STUDI KASUS KECAMATAN WRINGINANOM KABUPATEN GRESIK). *Kajian Moral Dan Kewarganegaraan*, 7(2), 1008–1022.
- Wibowo, A., Nurpilihan, R., & Wijaya, A. (2013). Laju erosi dan sedimentasi daerah aliran Sungai Rawa Jombor dengan model USLE dan SDR. *Indonesian Journal of Conservation*, 2(1), 34–43. Universitas Negeri Semarang.
- Wolf, P. R. (1993). *Element of Photogrammetry, Dengan Interpretasi Foto Udara dan Penginderaan Jauh*.