

**APLIKASI IN-SITU KAMERA DIGITAL UNTUK
MONITORING KUALITAS AIR SUNGAI KRUENG ACEH**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh :

**MU'AMMAR
NIM. 170702073
Mahasiswa Fakultas Sains Dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2023 M/1444 H**

LEMBAR PERSETUJUAN

**APLIKASI IN-SITU KAMERA DIGITAL UNTUK MONITORING
KUALITAS AIR SUNGAI KRUENG ACEH**

TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Oleh

MU'AMMAR

NIM. 170702073

Mahasiswa Fakultas Sains Dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Banda Aceh, 14 Juni 2023
Telah diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Dr. Saumi Syahreza, S.Si., M.Si

NIP.197609172005011002


Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc

NIDN.2015118002

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh**



Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc.

NIDN. 2009118301

LEMBAR PENGESAHAN
APLIKASI IN-SITU KAMERA DIGITAL UNTUK MONITORING
KUALITAS AIR SUNGAI KRUENG ACEH

TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/tanggal: Selasa, 06 Juni 2023
17 Dzulqa'dah 1444 H
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir :

Ketua,


Dr. Saun Syahreza, S.Si., M.Si
NIP.197609172005011002

Sekretaris,


Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc
NIDN.2015118002

Penguji I,


Aulia Rohendi, M.Sc
NIDN. 2010048202

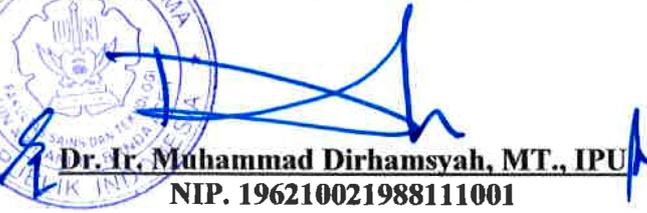
Penguji II,


M. Faisi Ikhwal, M. Eng
NIDN. 2008109101

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh




Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU
NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mu'ammam

NIM : 170702073

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sain dan Teknologi

Judul Skripsi : Aplikasi In-Situ Kamera Digital Untuk Monitoring
Kualitas Air Sungai Krueng Aceh.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir saya ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak manipulasi atau memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 16 Juni 2023

Yang menyaakan,



Mu'ammam

ABSTRAK

Nama : Mu'ammarr
NIM : 170702073
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Aplikasi Insitu Kamera Digital Untuk Monitoring kualitas Air Sungai (Studi Kasus Krueng Aceh).
Tanggal Sidang : 06 Juni 2023
Jumlah Halaman : 65
Pembimbing I : Dr. Saumi Syahreza, S.Si., M.Si
Pembimbing II : Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc
Kata Kunci : Sungai, Monitoring, Krueng Aceh, Data Kamera Digital

Aktivitas di sepanjang sungai Krueng Aceh menyebabkan banyaknya limbah domestik pada lingkungan sekitar sungai dan mempengaruhi kejernihan sungai serta meningkatnya konsentrasi kekeruhan yang berasal dari kegiatan masyarakat seperti nelayan, penangkapan kapal, dan kegiatan pasar. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai sebaran kekeruhan dengan analisis data kamera digital serta korelasinya dengan parameter dan mengetahui nilai sebaran Kekeruhan, TDS, pH dan Kecerahan pada badan air Sungai Krueng Aceh. Hasil analisis pengukuran parameter kualitas air dengan mengukur konsentrasi tertinggi yaitu TDS dengan konsentrasi 197 mg/L, Turbiditas dengan konsentrasi 105 NTU, *Secchi Disk* dengan nilai 36 cm dan pH dengan konsentrasi 8,8. Sedangkan data RGB tertinggi yaitu *Red* 205, *Green* 191 dan *Blue* 148. Hasil penelitian menunjukkan korelasi yang berhubungan dan signifikan yaitu, *Red* dan TDS dengan koefisien korelasi 0,76, *Red* dan Turbiditas dengan korelasi 0,77, *Red* dan *Secchi Disk* dengan korelasi 0,77, *Blue* dan pH dengan korelasi 0,77. Hasil penelitian model regresi menunjukkan pengaruh dan hubungan antara TDS observasi dan TDS prediksi sebesar 0,76, Turbiditas observasi dan Turbiditas prediksi sebesar 0,77, *Secchi Disk* observasi dan *Secchi Disk* prediksi sebesar 0,77 dan pH observasi dan pH prediksi sebesar 0,77.

ABSTRACT

Name : Mu'ammarr
NIM : 170702073
Study Program : Environmental Engineering
Title : Insitu Digital Camera Application for Quality Monitoring
River Water (Krueng Aceh Case Study).
Session Date : 06 June 2023
Number of pages : 65
Advisor I : Dr. Saumi Syahreza, S.Sc., M.Sc
Advisor II : Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc
Keywords : River, Monitoring, Krueng Aceh, Digital Camera Data

Activities along the Krueng Aceh river cause a lot of domestic waste in the environment around the river and affect the clarity of the river and increase the concentration of turbidity originating from community activities such as fishing, boating and market activities. This study aims to obtain turbidity distribution values with Digital Camera Data analysis and their correlation with parameters and determine the distribution values of Turbidity, TDS, pH and Brightness in the water body of the Krueng Aceh River. The results of the analysis of water quality parameter measurements with the highest number concentrations were TDS with a concentration of 197 mg/L, Turbidity with a concentration of 105 NTU, Secchi Disk with a value of 36 cm and pH with a concentration of 8.8. While the highest RGB data were Red 205, Green 191 and Blue 148. The results showed a correlation that was related and significant, namely, Red and TDS with a correlation of 0.76, Red and Turbidity with a correlation of 0.77, Red and Secchi Disk with a correlation of 0, 77, Blue and pH with a correlation of 0.77. The results of the regression model study show the influence and relationship between observed TDS and predicted TDS of 0.76, observed Turbidity and predicted Turbidity of 0.77, observed Secchi Disk and predicted Secchi Disk of 0.77 and observed pH and predicted pH of 0.77.

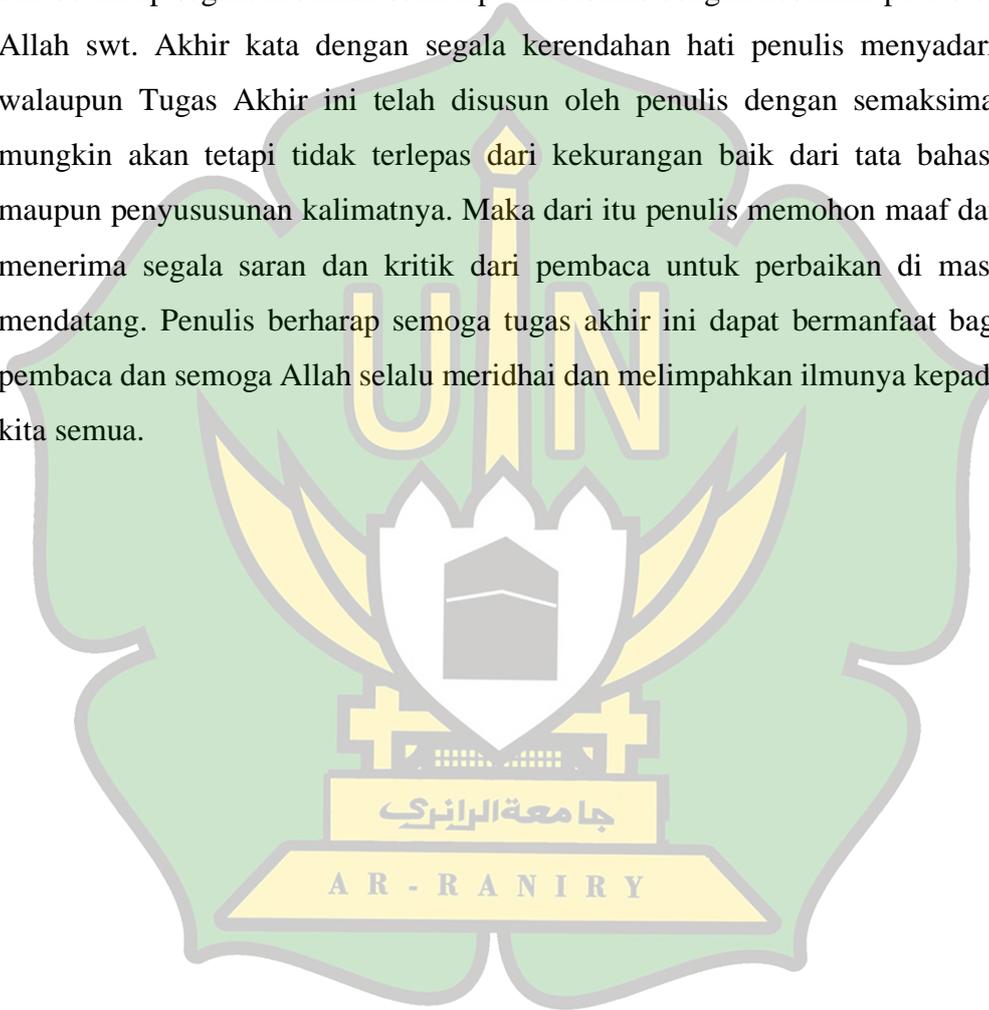
KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah SWT, dengan rahmat dan Hidayah-Nyalah sampai saat ini penulis masih diberi kesehatan serta kesempatan, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Shalawat dan salam tidak lupa disanjungkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW, yang mana oleh beliau telah membawa umat manusia dari alam jahiliah kepada alam yang penuh dengan ilmu pengetahuan.

Dengan pertolongan dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Selama persiapan dan pelaksanaan tugas akhir ini, penulis telah banyak mendapat bantuan, dukungan, bimbingan, motivasi serta do'a dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis tidak lupa mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU. Sebagai Dekan dari Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
2. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc., sebagai Ketua dari Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc. sebagai Sekretaris dari Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh dan sebagai Koordinator dalam penulisan Tugas Akhir.
4. Dr. Saumi Syahreza, S.Si., M.Si sebagai Dosen Pembimbing yang sudah banyak membimbing dan membantu dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir.
5. Bapak Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc. sebagai Penasehat Akademik yang sudah memberi banyak dukungan serta arahan semasa perkuliahan.
6. Seluruh dosen yang mengajar di Program Studi Teknik Lingkungan yang sudah mengajarkan banyak ilmu.
7. Staf tata usaha serta seluruh pihak yang telah banyak membantu dalam pengurusan administrasi.

Penulis mengucapkan terimakasih banyak atas do'a serta keikhlasan, kepada Ibu Faridah dan Bapak Hasballah selaku orang tua penulis beserta seluruh keluarga yang mendukung dan turut memberikan do'a yang tiada henti serta kasih sayang kepada penulis Teman seperjuangan yang telah membantu penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu dan berharap segala kebaikan semua pihak dibalas dengan kebaikan pula oleh Allah swt. Akhir kata dengan segala kerendahan hati penulis menyadari, walaupun Tugas Akhir ini telah disusun oleh penulis dengan semaksimal mungkin akan tetapi tidak terlepas dari kekurangan baik dari tata bahasa maupun penyusunan kalimatnya. Maka dari itu penulis memohon maaf dan menerima segala saran dan kritik dari pembaca untuk perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semoga Allah selalu meridhai dan melimpahkan ilmunya kepada kita semua.



Banda Aceh, 14 Juni 2023
Penulis

Mu' ammar

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	4
I.3 Tujuan Penelitian	4
I.4 Manfaat Penelitian	4
I.5 Batasan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
II.1 Sungai Krueng Aceh.....	6
II.2 Keckeruhan Sungai.....	7
II.3 Kamera Digital.....	9
II.3.1 Sensivitas spektral	11
II.3.2 Respon terhadap Cahaya	13
II.3.3 Fotogrametri	13
II.4. Sedimen Sungai	15
II.5 Koefisien Korelasi	16
II.6 Pemodelan Spasial	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
III.1. Tahapan Penelitian	18
III.2 Lokasi pengambilan sampel	18
III.3 Tempat Preparasi dan Pengukuran Sampel	21
III.4 Teknik pengambilan sampel.....	21
III.4.1 Pengambilan sampel air	21
III.4.2 Pengambilan data digital kamera	21
III.5 Pengukuran Parameter Air Sungai in situ	22

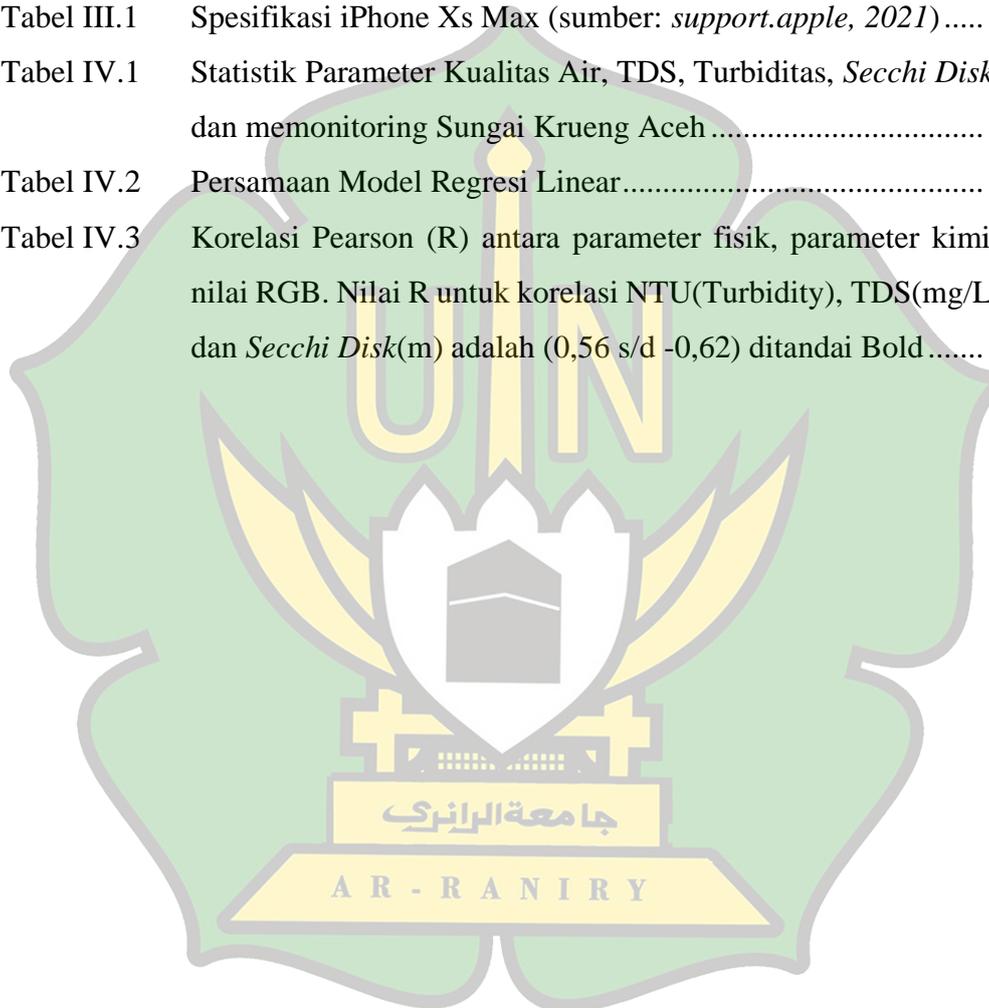
III.5.1 Secchi Disk	23
III.5.2 GPS	24
III.5.3 pH.....	24
III.6 Analisis Pengukuran Parameter Air Sungai ex situ.....	25
III.6.1 Kekeruhan	25
III.6.2 Total Dissolved Solid (TDS)	26
III.7 Analisis Data	26
III.7.1 Analisis statistik.....	27
III.7.2 Analisis data spasial.....	30
III.7.3 Akuisisi Data RGB	27
III.7.4 Analisis Korelasi.....	27
III.7.5 Model Regresi.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
IV.1 Hasil Analisis Data <i>in-situ</i>	31
IV.2 Analisis Data Kamera Digital	33
IV.3 Model regresi.....	35
IV.4 Analisis interpolasi.....	38
IV.4.1 Interpolasi TDS Observasi dan Prediksi.....	38
IV.4.2 Interpolasi Kekерuhan (NTU) Observasi dan Prediksi.....	40
IV.4.3 Interpolasi pH (Potential Of Hydrogen) Observasi dan Prediksi	42
IV.4.4 Interpolasi <i>Secchi Disk</i> (cm) Observasi dan Prediksi	43
IV.4.5 Hasil analisis statistik.....	34
BAB V PENUTUP.....	45
V.1 Kesimpulan.....	45
V.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Sungai Krueng Aceh.....	7
Gambar II.2 Kurva Sensitivitas Spektral untuk iPod Touch (a), iPhone 4 (b), dan iPhone 5 (c). (Sumber: Goddijn dkk, 2009).....	12
Gambar II.3 Nilai RGB yang didapat	15
Gambar III.1 Peta Lokasi Penelitian.....	18
Gambar III.2 Diagram Alir Penelitian.....	20
Gambar III.3 Alat Sederhana gayung plastik.....	21
Gambar III.4 iPhone 10 Xs Max.....	22
Gambar III.5 <i>Secchi Disk</i>	23
Gambar III.6 GPS Garmin.....	24
Gambar III.7 pH Meter.....	25
Gambar III.8 <i>Turbidity Meter</i>	26
Gambar III.9 TDS-3.....	27
Gambar III.10 Ilustrasi Garis Linear.....	29
Gambar IV.1 Hasil Data Kamera Digital menggunakan <i>Smartphone</i>	33
Gambar IV.2 Diagram RGB Data Kamera Digital Smartphone di Sungai Krueng Aceh.....	36
Gambar IV.3 Model Regresi antara Nilai Parameter NTU Observasi dan Prediksi. Nilai R (0,60) ditandai Bold.....	36
Gambar IV.4 Model Regresi antara nilai pH Observasi dan Prediksi. Nilai R (0,60) ditandai Bold.....	37
Gambar IV.5 Model Regresi antara nilai TDS Observasi dan Prediksi. Nilai R (0,58) ditandai Bold.....	37
Gambar IV.6 Model Regresi antara nilai <i>Secchi Disk</i> Observasi dan Prediksi. Nilai R (0,60) ditandai Bold.....	38
Gambar IV.7 Peta Interpolasi parameter TDS Observasi dan Prediksi.....	39
Gambar IV.8 Peta Interpolasi NTU Observasi dan Prediksi.....	40
Gambar IV.9 Peta Interpolasi pH Observasi dan pH Prediksi.....	42
Gambar IV.10..... Peta Interpolasi <i>Secchi Disk</i> (cm) Observasi dan Prediksi.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Atribut saluran warna iPod Touch, iPhone 4 dan iPhone 5 kurva Sensivitas	12
Tabel II.2	Nilai interpretasi korelasi antar dua variable	16
Tabel III.1	Spesifikasi iPhone Xs Max (sumber: <i>support.apple, 2021</i>).....	22
Tabel IV.1	Statistik Parameter Kualitas Air, TDS, Turbiditas, <i>Secchi Disk</i> , pH dan memonitoring Sungai Krueng Aceh	31
Tabel IV.2	Persamaan Model Regresi Linear	36
Tabel IV.3	Korelasi Pearson (R) antara parameter fisik, parameter kimia dan nilai RGB. Nilai R untuk korelasi NTU(Turbidity), TDS(mg/L), pH, dan <i>Secchi Disk</i> (m) adalah (0,56 s/d -0,62) ditandai Bold	35



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air.....	53
Lampiran 2	Pengolahan Data Kamera Digital menggunakan ArcGIS	56
Lampiran 3	Langkah-langkah Medapatkan Data RGB Menggunakan ArcGIS	56
Lampiran 4	Hasil Analisis RGB Data Digital Kamera Smartphone iPhone Xs Max.....	57
Lampiran 5	Pengolahan Peta Kualitas Air Menggunakan ArcGis	60
Lampiran 6	Dokumentasi Pengambilan dan pengukuran Sampel in situ	61
Lampiran 7	Dokumentasi Analisis Laboratorium.....	62
Lampiran 8	Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021	64

Daftar Singkatan dan Lambang

DAS	Daerah Aliran Sungai	2
NTU	<i>Nephelopment Turbidity Unit</i>	8
TDS	<i>Total Dissolved Solid</i>	8
pH	<i>Power of Hydrogen</i>	9



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Air merupakan elemen lingkungan yang penting di dalam kehidupan. Seluruh makhluk hidup di muka bumi ini tidak bisa terlepas dari kebutuhan air. Di sisi lain, air juga dapat menjadi malapetaka apabila tidak tersedia dalam kondisi yang benar, baik secara kualitas maupun kuantitasnya. Air yang bersih sangat diharapkan oleh manusia, baik untuk keperluan hidup sehari-hari, untuk keperluan industri, kebersihan sanitasi kota, maupun untuk keperluan pertanian dan lain sebagainya. Menurut sebuah studi dari Survei Geologi Amerika Serikat (USGS), sekitar 72% bagian dari Bumi tertutup air, tetapi 97% merupakan air asin yang tidak bisa diminum. Jadi karena kuantitas air tawar yang dapat digunakan sangat terbatas maka kita berkewajiban untuk mengelola air dengan sebaik mungkin.

Berdasarkan Undang-undang No.23/2009 tentang Pengelolaan dan Perlindungan Lingkungan Hidup dan PP No. 22/2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Upaya sistematis dan terpadu harus dilakukan oleh masyarakat untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya pencemaran atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan, dan penegakan hukum di DAS Krueng Aceh. Menurut Setiawan (2001), definisi pencemaran air mengandung tiga makna pokok, yaitu aspek penyebab, aspek kejadian dan aspek akibat.

Sungai Krueng Aceh memiliki luas Daerah Aliran Sungai (DAS) $\pm 1.681,05$ km² dan panjang ± 145 km (Alfaisal dkk., 2017). Bagian hulu sungai Krueng Aceh terdiri dari beberapa sub DAS salah satunya berasal dari daerah Seulimum, Kabupaten Aceh Besar. Namun aliran sungai Krueng Aceh yang menuju muara terbagi menjadi 2 bagian dimulai dari desa Bakoy, Kecamatan Ingin Jaya Kabupaten Aceh Besar. Dengan demikian bagian hilir sungai Krueng Aceh terdapat dua wilayah administratif, yakni muara DAS Lampulo dan Sungai Lamnyong, kota

Banda Aceh. Pada bagian hilir, terakhir aliran dari Sungai Krueng Aceh ini terhubung langsung dengan Selat Malaka dan Samudra Hindia (Rezeki, 2019).

Sungai Krueng Aceh merupakan komponen yang penting untuk tumbuh dan berkembangnya Kota Banda Aceh, selain memiliki peran yang strategis dalam mendukung aktivitas perkotaan sungai ini juga memiliki potensi keasrian yang signifikan dalam pembentukan wajah kota dan peningkatan kualitas ruang kota Banda Aceh (Rahmat dkk., 2018). Sepanjang bagian hilir sungai terjadi interaksi yang sangat kuat dengan penduduk karena sungai melintasi wilayah pemukiman.

Berbagai aktivitas implementasi lahan oleh masyarakat pada wilayah (DAS) Sungai Krueng Aceh yang ditemukan adalah pertanian, nelayan, industri rumah tangga dan permukiman. Jika dilihat dari berbagai literatur maka kita dapati bahwa bentuk dari implementasi lahan seperti yang disebutkan di atas berkontribusi dalam mendegradasi kualitas air Sungai Krueng Aceh. Salah satu contoh adalah kegiatan pertanian yang menggunakan pupuk dan pestisida, di mana kandungan pestisida terlarut ke dalam air kemudian mengalir atau merembes ke sungai. Sebagian besar aktivitas pertanian dan permukiman yang meluas menyeluruhi dari bagian tengah DAS sampai ke hilir daerah aliran sungai. Selain itu, banyak buangan limbah rumah tangga dialirkan langsung ke aliran sungai Krueng Aceh. Oleh karena itu, wilayah pada bagian muara Krueng Aceh diperkirakan sudah tercemar akibat menerima beban berat dari kegiatan masyarakat kota seperti bahan organik, logam berat, tumpahan minyak, limbah industri, dan limbah domestik yang terjadi secara terus menerus dan cenderung meningkat (Hadi dkk., 2018).

Kegiatan pemukiman tidak bisa dihindari karena dalam hal ini sering dikaitkan dengan dalih melakukan kegiatan pembangunan, kegiatan yang dilakukan memiliki tujuan dalam mewujudkan kesejahteraan masyarakat dengan memanfaatkan sumber daya alam dan mengutamakan aspek pertumbuhan ekonomi tanpa melihat faktor yang mengakibatkan adanya tekanan pada lingkungan. Aktivitas masyarakat untuk memenuhi kebutuhan hidupnya dengan melakukan kegiatan pertanian dan industri rumah tangga di daerah tersebut telah mengakibatkan penurunan kualitas air sungai (Suriawiria, 2003).

Berdasarkan penjelasan di atas, maka pengukuran kualitas air penting untuk dilakukan. Adapun parameter-parameter kualitas air diantaranya adalah parameter kimia, dan fisika. Adapun parameter kimia seperti pH, dan Parameter fisika bagi kualitas air adalah kekeruhan, kecerahan dan TDS.

Air Sungai krueng Aceh terlihat jernih pada Krueng Inoeng dan Krueng Teureubeh yang merupakan daerah hulu. Warna air sungai Krueng Aceh yang dapat dilihat pada daerah peunayong masih berwarna normal. Sedangkan untuk bagian hilir daerah Lampulo, air berwarna keruh. Hal ini bisa saja diakibatkan oleh banyaknya galian golongan C yang dilakukan masyarakat di beberapa titik di daerah aliran sungai Krueng Aceh. Sementara itu pada saat musim penghujan, hal ini bisa saja disebabkan oleh erosi tanah yang terbawa karena hujan.

Pemantauan kualitas air sungai berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan No: P.8 PPKL/PPA/PKL.2/8/2019. tentang Petunjuk Teknis Pelaksanaan Pemantauan Kualitas Air Secara Otomatis, Kontinu, dan Online. Metode monitoring dilakukan dengan cara mengukur langsung ke lapangan kemudian mengambil sampel untuk di ukur di laboratorium. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan metode monitoring kualitas air dengan memanfaatkan kamera digital. Kamera digital kini berkembang dengan sangat canggih, terjangkau, serta mudah untuk pemakaiannya. Selain itu, kamera digital dapat dipasangkan ke berbagai benda elektronik masa kini, seperti telepon seluler (Setiyono dkk, 2018). Pesatnya perkembangan teknologi kamera digital dapat memberikan penawaran baru dalam melakukan akuisisi data transmisi, pemrosesan dan *real-time*. Metode yang satu ini mampu menghasilkan informasi kualitas air yang berkelanjutan dari jarak jauh. Pada teknik ini, terdapat beberapa ikatan seperti titik pemantauan, pusat sensor dan dilengkapi stasiun pemantau jarak jauh. Dengan memakai sensor yang berbeda, teknik berikut dapat mendeteksi macam-macam parameter di air, contohnya seperti, kekeruhan konduktivitas, pH dan sebagainya (Barabde dkk, 2015).

Berdasarkan penjelasan di atas potensi menggunakan *smartphone* dalam mengaplikasikan pemantauan kualitas air sekarang ini masih sangat terbatas pemanfaatannya. Maka di dalam penelitian kali ini saya menggunakan kamera *smartphone* untuk mengukur kualitas air Krueng Aceh. Tugas akhir ini untuk menyelidiki apakah kamera digital dapat digunakan sebagai alat ukur kualitas air.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka rumusan masalah dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Apakah kamera *smartphone* bisa digunakan untuk memonitor kualitas air permukaan sungai Krueng Aceh?
2. Bagaimana tingkat pencemaran air di Sungai Krueng Aceh berdasarkan parameter pH, kekeruhan, TDS, dan kecerahan?
3. Bagaimanakah model dari monitoring kualitas permukaan air sungai Krueng Aceh menggunakan kamera digital?

I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian dapat diperoleh sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui cara mengaplikasikan teknologi kamera digital pada badan air Sungai Krueng Aceh dengancara in-situ;
2. Untuk mengetahui kualitas air sungai Krueng Aceh;
3. Untuk menghasilkan model dengan menggunakan kamera *smartphone* dari monitoring;

I.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat untuk pengelolaan lingkungan hidup yang lebih baik, beberapa manfaat penelitian sebagai berikut:

1. Untuk Masyarakat, penelitian ini bisa menyampaikan informasi tentang status pencemaran sungai atau kualitas perairan Sungai Krueng Aceh. Sehingga mampu memberikan edukasi untuk selalu menjaga keasrian ekosistem Sungai Krueng Aceh;

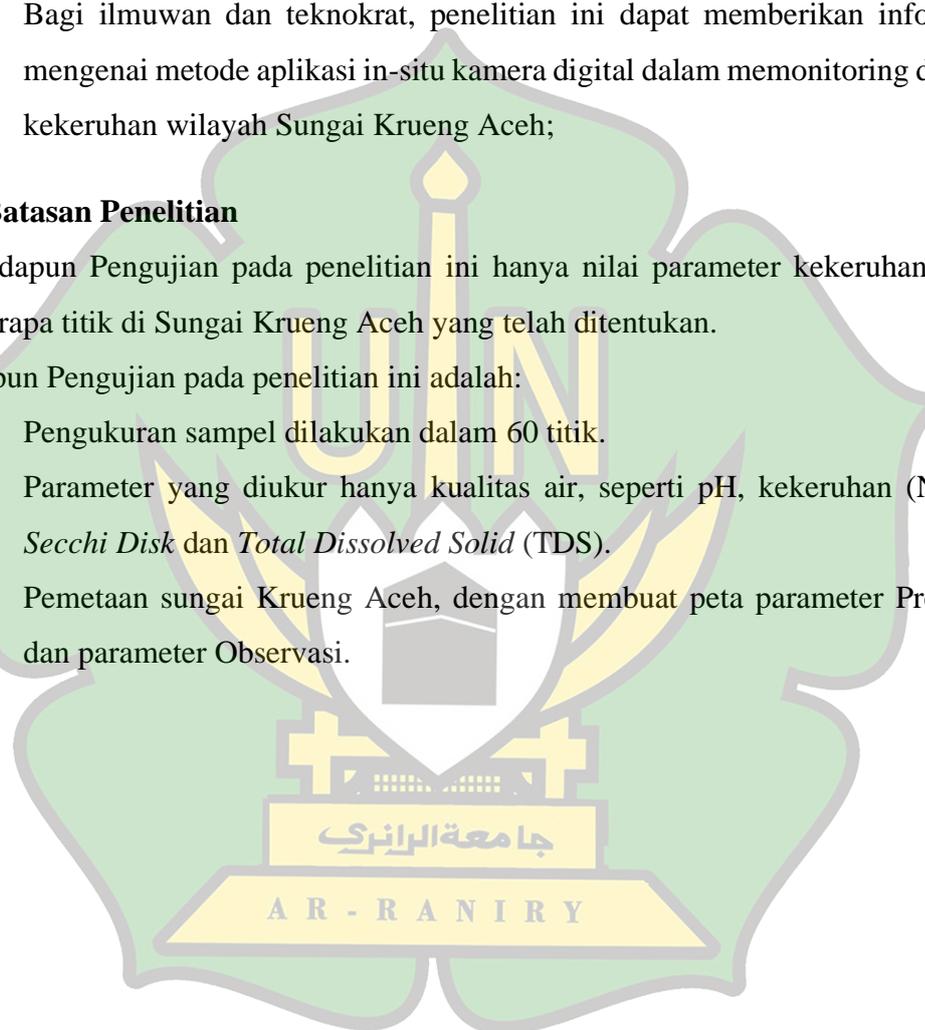
2. Bagi Pemerintahan, menyampaikan kepada dinas yang terkait tentang data dan informasi dari penelitian ini. Mengenai pengembangan metode dalam *monitoring*, khususnya pada aplikasi in-situ kamera digital untuk memonitoring Sungai Krueng Aceh. Sehingga dapat menjadi referensi untuk pengendalian pencemaran lingkungan hidup pada Sungai Krueng Aceh;
3. Bagi ilmuwan dan teknokrat, penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai metode aplikasi in-situ kamera digital dalam memonitoring daerah kekeruhan wilayah Sungai Krueng Aceh;

I.5 Batasan Penelitian

Adapun Pengujian pada penelitian ini hanya nilai parameter kekeruhan pada beberapa titik di Sungai Krueng Aceh yang telah ditentukan.

Adapun Pengujian pada penelitian ini adalah:

- Pengukuran sampel dilakukan dalam 60 titik.
- Parameter yang diukur hanya kualitas air, seperti pH, kekeruhan (NTU), *Secchi Disk* dan *Total Dissolved Solid (TDS)*.
- Pemetaan sungai Krueng Aceh, dengan membuat peta parameter Prediksi dan parameter Observasi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Sungai Krueng Aceh

DAS Krueng Aceh ditemukan banyak aktivitas dan kegiatan masyarakat diantaranya terdapat kegiatan pembangkit listrik, industri rumah tangga, pasar, hotel, dan perumahan yang hampir dari semua aktivitas yang dilakukan menghasilkan limbah domestik yang dibuang langsung melalui saluran pembuangan ke DAS Krueng Aceh. Muara sungai Krueng Aceh yang berada di lampulo memiliki jarak yang tidak jauh dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang kemungkinan merupakan suatu pemicu tercemarnya air pada muara Krueng Aceh. Air lindi dari TPA yang mengalir masuk kedalam sungai mengandung bahan organik dan anorganik yang bercampur dengan air (tercemar) kemudian digunakan oleh masyarakat, sehingga dapat mengakibatkan dampak terhadap kesehatan, menurunnya jumlah biota air yang hidup dan estetika lingkungan (Prihastini, 2015). Material-material yang terdapat berupa bahan anorganik maupun organik yang tersuspensi atau yang terlarut seperti, pasir halus, lumpur, ataupun bahan organik lainnya seperti mikro organisme, tumbuhan dan hewan yang membusuk semuanya bermuara ke DAS Sungai Krueng Aceh (Utami, 2019). Selain itu, pencemaran sungai juga dapat berupa logam berat ini berasal dari aktivitas kapal-kapal nelayan, mikro plastik, dan industri alat-alat transportasi yang ada di muara sungai.



Gambar II.1 Sungai Krueng Aceh

II.2 Kekeruhan Sungai

Curah hujan tinggi membuat tingkat kekeruhan air menjadi semakin meningkat. Curah hujan menyebabkan terjadinya erosi akibat kemiringan lereng, jenis tanah, dan kegiatan manusia (Abidin dkk., 2019). Menurut Isnan (2016), curah hujan yang tinggi menjadi penyebab tingginya aliran permukaan dan erosi di sungai. Kekeruhan yang terjadi disebabkan oleh partikel atau bahan-bahan tersuspensi yang berukuran kecil koloid hingga bahan-bahan kasar tersuspensi. Dari proses fisik, mekanis ataupun kimiawi dapat menghasilkan kekeruhan layaknya sedimentasi dan dekomposisi.

Nilai kekeruhan dan kejernihan air dipengaruhi oleh komponen muatan sedimen. Kekeruhan menghambat kemampuan air untuk meloloskan cahaya yang masuk, salah satu indikator yang menyebabkan air sulit untuk membuat cahaya masuk ke dalam air kemudian diserap atau disebarkan oleh air. Jika tingkat kekeruhan pada suatu perairan semakin kecil maka cahaya yang masuk ke sebuah perairan semakin dalam dan kesempatan bagi vegetasi akuatik untuk melakukan proses fotosintesis semakin besar maka oksigen yang tersedia di dalam air semakin banyak (Syarifudin dkk, 2018).

Kekeruhan merupakan parameter yang perlu untuk diukur dalam menentukan kualitas pada air. Salah satu faktor terjadinya kekeruhan karena adanya koloid, akan tetapi kekeruhan juga diakibatkan oleh lumpur, tanah liat padatan tersuspensi karena curah hujan, aliran sedimen dan erosi pada saat curah hujan tinggi. Seperti yang terdapat pada PERMENKES No. 416 Tahun 1990, air yang digunakan untuk kegiatan sehari-hari adalah air yang bersih yang kualitasnya sudah memenuhi syarat kesehatan dan bias untuk diminum apabila sudah dimasak.

Acuan normatif untuk mendapatkan standar baku mutu untuk pH, Turbiditas (NTU), *Secchi Disk* dan TDS adalah PP No. 22 Tahun 2021 yang berkaitan dengan perlindungan Lingkungan Hidup dan Penyelenggaraan Pengelolaan.

1. Kekeruhan (NTU)

Kekeruhan air terjadi karena terdapat bahan organik maupun anorganik yang terkandung di perairan seperti lumpur dan bahan yang dihasilkan oleh buangan pertambakan, pelabuhan, dan limbah rumah tangga (Riza dkk., 2015). Sesuai standard baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air, kadar maksimum kekeruhan 25 NTU.

2. *Total Dissolved solid* (TDS)

TDS merupakan benda padat terlarut baik organik maupun anorganik. Benda-benda padat yang terdapat di dalam air yang berasal dari bahan organik seperti limbah industri dan lumpur. Sumber anorganik yang muncul dari udara yang mengandung kalsium nitrogen, fosfor, sulfur, bikarbonat, serta mineral lainnya dan batuan (Sagala, 2019). Standar baku mutu penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, kadar maksimum TDS 1000 mg/L.

3. *Secchi Disk*

Kecerahan adalah sebagian cahaya yang masuk ke dalam air, ekosistem yang baik adalah ekosistem yang bisa mensupport kehidupan didalamnya. Terlaksananya proses produktivitas primer merupakan salah satu ukuran kualitas sebuah ekosistem yang memiliki syarat keberlangsungan dengan adanya cahaya. Untuk proses fotosintesis atau produktifitas primer cahaya memiliki peran sebagai faktor pembatas utama. Dari banyaknya cahaya matahari yang sampai ke permukaan perairan hanya sebagian yang diserap oleh

air karena sebagian cahaya dipantulkan kembali. masuknya cahaya ke dalam air tergantung pada: kondisi permukaan air, sudut datang cahaya, intensitas cahaya, dan bahan-bahan yang tersuspensi dan terlarut di dalam air. Dengan mengetahui nilai kecerahan maka dapat mengetahui sampai dimana kemungkinan terjadinya proses asimilasi di dalam perairan.

Dengan tingkat kecerahan yang tinggi maka, dapat menguntungkan fitoplankton dalam berfotosintesis untuk berkembang dengan sempurna. Dengan menggunakan secchi disk kecerahan dapat ditentukan dengan cara visual (Indaryanto dan Saifullah 2015).

4. *Power of Hydrogen*(pH)

pH adalah gambaran dari aktivitas *ion hydrogen* di dalam air. Seperti biasanya, pH menunjukkan nilai/tingkat keasaman atau basa pada suatu perairan (Riza dkk., 2015). pH yang rendah menunjukkan tingkat keasaman yang tinggi mengakibatkan senyawa logam berat bersifat *toxic*. Sementara itu, pH tinggi menunjukkan tingkat kebasaan yang dapat mengganggu keseimbangan amonium dan amoniak dalam air. Hal-hal yang mempengaruhi tingkat pH adalah curah hujan asam, buangan dari proses industri, tingkat kesadahan mineral air, dan limbah deterjen yang masuk kedalam perairan (Utami, 2019). Standar baku mutu penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, kadar maksimum pH ialah 6-9.

II.3 Kamera Digital

Kekuatan komputasi *smartphone* yang canggih dan ada di mana-mana menjadikannya alat yang potensial untuk pemantauan lingkungan dalam skala global. *Smartphone* dapat mengimplementasikan berbagai bentuk multimedia (Ismanto,2017). *Smartphone* sudah ada banyak dipakai oleh berbagai kalangan dan menjadi semakin lebih canggih dengan komputasi, jaringan, dan kekuatan penginderaan yang terus berkembang. Hal ini telah mengubah pandangan orang-orang terhadap kebutuhan sehari-hari dan telah membuka berbagai variasi bagi banyak data aplikasi yang menarik, mulai dari kesehatan dan pemantauan kebugaran, komputasi perkotaan, teknologi pendukung, dan perawatan lansia,

hingga lokalisasi dalam ruangan dan navigasi, dan lain-lain (Su, 2014). Salah satu aplikasi yang bisa digunakan untuk mengukur MPT di perairan yaitu aplikasi yang bernama *hydrocolor*. *Hydrocolor* merupakan aplikasi ponsel dengan menggunakan kamera digital ponsel sebagai radiometer 3-band dan sensor *auxiliary* ponsel digunakan untuk mengukur reflektansi pengindraan jauh dari kolom perairan. Aplikasi tersebut dapat mengumpulkan urutan dari tiga citra. Gambar citra tersebut digunakan untuk mengukur reflektansi pengindraan jauh dalam band gelombang merah, hijau dan biru. Menggunakan tiga gambar yang diambil oleh pengguna untuk menghitung pengindraan jauh pantulan di saluran warna merah, hijau, dan biru kamera yang mutlak atau reflektansi relatif, antara saluran dapat digunakan untuk mendapatkan perkiraan klorofil, kekeruhan, bahan partikel tersuspensi, dan koefisien hamburan balik. Dimasa depan, *HydroColor* akan ditautkan ke database online tempat pengguna dapat mengunggah pengukuran mereka, sehingga mengumpulkan data kualitas air.

HydroColor dikembangkan menggunakan iPhone 4, iPhone 5 dan iPod touch. Setiap perangkat berisi kamera yang berbeda, namun, pengoperasian kamera secara umum ikuti nilai RGB. Serangkaian tes laboratorium dilakukan untuk menentukan respons kamera terhadap intensitas cahaya dan sensitivitas spektralnya. Pengumpulan data dan pengujian *HydroColor* dilakukan terutama pada empat Apple perangkat: iPod touch (generasi ke-4), iPhone 4, dan dua perangkat iPhone 5 terpisah. Semua perangkat memiliki kamera menghadap ke depan dan ke belakang. Studi ini hanya membuat penggunaan kamera menghadap ke depan, sehingga referensi apa pun ke kamera iPhone atau iPod adalah mengacu pada kamera menghadap ke depan. iPod generasi keempat berisi 0,7 kamera warna megapiksel (720 x 960 piksel). iPhone 4 berisi 5 megapiksel kamera berwarna (2592 x 1936). Kedua perangkat iPhone 5 berisi 8 megapiksel kamera (2448x3264). *Apple* memberlakukan beberapa batasan tentang bagaimana kamera dapat dikontrol. Itu sebagian besar pengaturan kamera tidak dapat disesuaikan secara manual (misalnya fokus, keseimbangan putih, waktu paparan). Satu-satunya cara nilai ini berubah adalah melalui perangkat yang tidak dapat diakses perangkat lunak. Namun, pengaturan kamera dapat dikunci pada nilainya saat ini.

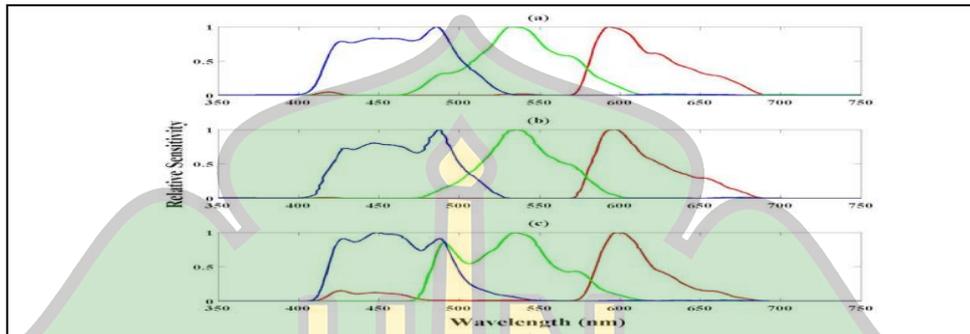
Oleh karena itu, dimungkinkan untuk memiliki kontrol atas pengaturan kamera tanpa kemampuan untuk benar-benar mengaturnya ke nilai tertentu. Semua gambar yang diambil oleh setiap perangkat adalah ditangani dalam ruang warna RGB.

II.3.1 Sensivitas spektral

Sensitivitas spectral adalah interval panjang gelombang khusus pada spektrum elektromagnetik yang direkam oleh sensor. Semakin sempit lebar interval spektrum elektromagnetik, resolusi spektralnya akan menjadi semakin tinggi. Spektral merupakan hasil interaksi antara energi elektromagnetik (EM) dengan suatu objek. Objek yang terdapat di permukaan bumi memiliki karakteristik yang berbeda-beda satu dengan lainnya (khas). Tiap objek memiliki sifat daya serap yang berbeda-beda, ada yang daya serapnya (absorpsi) terhadap EM tinggi dan pantulannya rendah. Sensitivitas spektral sebagian besar kamera warna dibuat oleh filter Bayer yang digunakan untuk menutupi array detektor. Filter Bayer sebagian besar kamera serupa karena tujuannya adalah untuk membuat gambar yang akan mereproduksi warna seperti yang terlihat oleh mata manusia (belum tentu warna sebenarnya). Itu Filter Bayer menyelesaikan ini dengan membuat tiga pita lebar yang tumpang tindih dengan warna merah, bagian hijau, dan biru dari spektrum yang terlihat. Untuk keperluan studi ini, hanya sensitivitas relatif dari setiap saluran warna yang perlu diketahui. Apakah satu saluran lebih sensitif daripada yang lain tidak relevan karena perbandingan antara saluran terjadi setelah mengambil rasio di mana faktor amplifikasi dibatalkan (dengan asumsi saluran tidak jenuh).

Sensitivitas spektral iPod touch (generasi ke-4), iPhone 4, dan iPhone 5 diselidiki. Setiap perangkat ditempatkan di dalam spektrofotometer Cary 50 UV-Vis sehingga kamera melihat sumber cahaya variabel. Selebar kertas kalkir ditempatkan di atas kamera untuk menyebarkan sinar langsung dari spektrofotometer sumber cahaya. Sebuah skrip pendek dibuat di Xcode yang mengunci *white balance* dan *eksposur* pada kamera dan merekam nilai RGB sekali perdetik. Spektrofotometer diatur untuk memindai 800-300nm. Selama pemindaian berlangsung, skrip untuk merekam nilai RGB dijalankan pada perangkat. Pembacaan dasar dari sumber cahaya spektrofotometer dengan ruang sampel

kosong berdasarkan intensitas relatif dari sumber cahaya (yang bervariasi di atas 800 hingga 300nm). Setiap kurva sensitivitas dibagi dengan garis dasar untuk memperhitungkan variabilitas dalam intensitas sumber cahaya. Kurva sensitivitas kemudian dihaluskan menggunakan rata-rata bergerak 20nm. Akhirnya kurva dinormalisasi dengan yang tertinggi nilai tercatat untuk setiap saluran.



Gambar II.2 Kurva Sensitivitas Spektral untuk iPod Touch (a), iPhone 4 (b), dan iPhone 5 (c). (Sumber: Goddijn dkk, 2009).

Sensitivitas spektral ditentukan dengan melihat spektrofotometersumber cahaya dengan setiap perangkat. Waktu eksposur kamera dan white balance adalah tetap konstan selama pengumpulan data. Setiap kurva dihaluskan menggunakan gerakan 20nm rata-rata, kemudian dinormalisasi dengan nilai tercatat tertinggi. Kurva sensitivitas di mana serupa di ketiga perangkat (gambar 2.3). Di total tiga saluran warna mencakup spektrum yang terlihat dari sekitar 410 untuk 690nm. iPod touch dan iPhone 4 keduanya memiliki sensitivitas spektral yang sangat mirip di semua saluran. iPhone 5 sedikit menyimpang dari iPod touch dan iPhone 4. Panjang gelombang sensitivitas maksimum dan lebar penuh pada setengah maksimum (FWHM) dari setiap kurva dilaporkan.

Tabel II.1 Atribut saluran warna iPod Touch, iPhone 4 dan iPhone 5 kurva Sensivitas

Parameter	iPod	iPhone 4	iPhone 5
<i>FWHM Red (nm)</i>	51	44	35
<i>Peak Red (nm)</i>	593	597	598
<i>FWHM Green (nm)</i>	66	54	77
<i>Peak Green (nm)</i>	532	536	534
<i>FWHM Blue (nm)</i>	85	79	79
<i>Peak Blue (nm)</i>	486	488	449

(Sumber: Goddijn dkk, 2009).

Kurva sensitivitas hijau iPhone 5 memiliki puncak tambahan pada 490nm yang tidak ada di iPod touch atau iPhone 4. iPhone 5 juga memiliki sensitivitas yang lebih tinggi terhadap cahaya biru di saluran merah. Secara umum, puncak kurva sensitivitas sangat mirip untuk setiap perangkat. Namun, lebar puncak tampak lebih bervariasi (tabel II.1). Kurva sensitivitas spektral dari iPhone 4 kedua juga diukur, lokasi puncak dan lebar puncak tidak berbeda secara signifikan dari kurva iPhone 5 yang ditunjukkan pada gambar II.2.

Kurva respons spektral rasional jika dibandingkan dengan penelitian lain yang melakukan tes serupa. Dengan menggunakan metode serupa untuk menyelidiki respons spektral nikon coolpix885 dan *Sealife ecoshot*. Posisi panjang gelombang puncak serupa, namun lebar di setengah maksimal diukur dalam penelitian ini umumnya lebih kecil dari apa yang diteliti sebelumnya (Goddijn dkk, 2009). Selain itu, puncak datar dari kurva biru terlihat di gambar ini penelitian tidak ada dalam kurva coolpix885 atau *sealife ecoshot*. Oleh karena itu, Filter Bayer yang digunakan pada perangkat ini sedikit berbeda.

II.3.2 Respon terhadap Cahaya

Fungsi dasar dari array detektor (CCD atau CMOS) adalah untuk mengukur Intensitas cahaya, sedangkan nilai digital dari suatu citra RGB bervariasi antara 0-255 sebagai fungsi intensitas cahaya, waktu eksposur kamera juga bervariasi. Bersama waktu pemaparan indikator kondisi cahaya rendah dan sebaliknya, keduanya nilai RGB dan waktu pencahayaan harus diperhitungkan saat menghubungkan kamera keluaran intensitas cahaya.

Nilai RGB harus sebanding dengan intensitas cahaya dan waktu pemaparan berbanding terbalik. Jadi, untuk mendapatkan ukuran relatif pancaran persamaan berikut digunakan:

$$Lrel = \frac{RGB}{\alpha} \quad (2.1)$$

$Lrel$ = Radian relatif dari kamera.

RGB = *Red Green* dan *Blue*.

α = *Exposure time*.

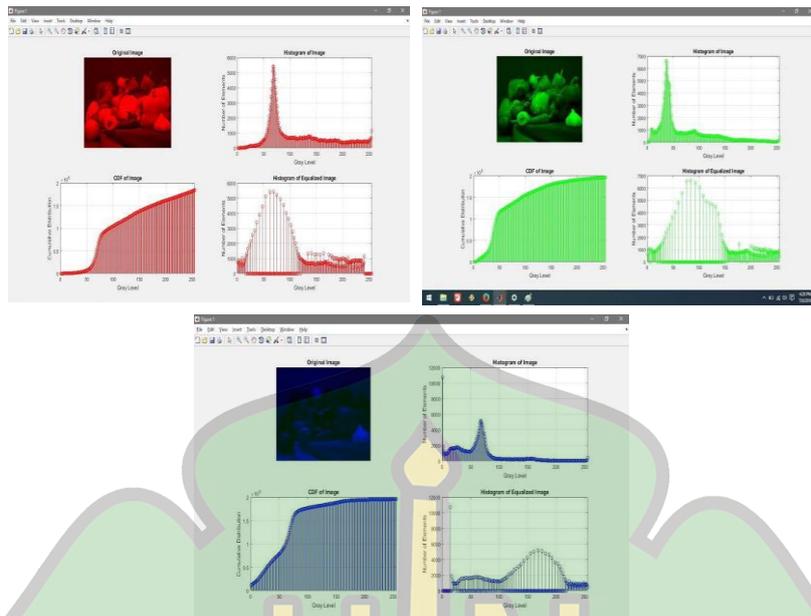
II.3.3 Fotogrametri

Fotogrametri jarak dekat adalah teknologi untuk mendapatkan informasi yang akurat mengenai objek fisik dan lingkungan melalui proses pengukuran, perekaman, serta interpretasi. Kegiatan pengukuran dilakukan dengan proses perekaman di permukaan bumi (terestris) memiliki jarak tidak lebih dari 100 meter antara kamera dengan objek yang diukur. Hasil dari metode fotogrametri jarak dekat yang didapat pada penelitian sebelumnya mencapai 1:2000 (Hanifa 2007).

Proses perekaman objek yang dilakukan menggunakan kamera digital menggunakan metode fotogrametri jarak dekat. Penggunaan kamera bisa dimana saja seperti dipegang dengan tangan atau dipasang di tempat tertentu yang dirancang secara khusus. Teknik ini digunakan untuk mengukur objek yang memiliki dimensi yang kecil dan sulit dijangkau. Metode ini membutuhkan biaya yang lebih sedikit dibandingkan metode fotogrametri jarak jauh, karena menggunakan jenis kamera non-metrik. Kamera non-metrik merupakan instrumen penting untuk pemotretan terestial, dengan kualitas gambar yang baik akan tetapi memiliki kualitas geometrik yang kurang baik.

Fotogrametri bisa diartikan sebagai ilmu seni, dan teknologi yang terpercaya untuk memperoleh informasi pada proses perekaman, pengukuran, dan interpretasi citra fotografis atau rekaman pola radiasi elektromagnetik mengenai suatu objek fisik dan keadaan di sekitarnya.

Sebuah metode untuk menggunakan output digital merah, hijau, biru (RGB) dari kamera digital, Nikon Coolpix 885, untuk memperkirakan parameter kualitas air dijelaskan. Untuk menghilangkan pantulan dari permukaan air, sebuah tabung dipasang di sekitar lensa kamera yang memecah permukaan sedemikian rupa sehingga hanya cahaya naik dari bawah yang diukur. Untuk mendapatkan konsistensi antar stasiun, diambil nilai RGB yang digunakan untuk analisis dimana total respons kamera ($R + G + B$) adalah nilai konstan, yang diturunkan dari gambar yang diambil pada rentang eksposur seperti berikut:



Gambar II.3 Nilai RGB yang didapat
(Sumber: L.M. Goddijn dkk, 2006).

Metode ini telah berhasil digunakan di Teluk Galway, dimana karakteristik optik perairan pantai didominasi oleh zat kuning *colored dissolved organic matter* (CDOM) dan klorofil. Hubungan linier yang kuat ditemukan antara CDOM dan output kamera Merah/Biru. Bentuk hubungan ini konsisten dengan pengukuran sebelumnya menggunakan sensor penyinaran pita sempit yang lebih konvensional. Selain itu, hubungan log-log antara klorofil dan output kamera Hijau/Biru juga ditemukan. Ada beberapa masalah dengan penggunaan kamera, khususnya dengan fungsi otomatis kamera seperti '*white balance*' yang dapat mengubah output RGB secara artifisial. Namun demikian, penggunaan kamera untuk pengukuran kualitas air sederhana telah dibuktikan (L.M. Goddijn dkk, 2006).

II.4. Sedimen Sungai

Sedimen adalah hasil dari suatu proses penguraian dan perpecahan dari bebatuan. Akibat terjadinya perpecahnya bebatuan menjadi bebatuan halus namun tidak merubah kumpulan partikel senyawa pada air. Akibat dari sedimen yang berlebih pada sungai dapat mempengaruhi karakteristik dan menurunkan kualitas perairan. Proses sedimentasi (pengendapan) yang dilakukan untuk membuat

material yang disebabkan oleh erosi dapat mengendap. Bahan yang terendap dapat terjadi oleh berbagai kondisi, seperti material yang terbawa aliran air, dan juga terbawa angin. Material yang mengendap akan menyatu membentuk batuan sedimen yang memiliki berat antara 0,808 t/m³ s/d 0,934 t/m³ (Hambali dan Apriyanti, 2016). Kekeruhan dihasilkan dari proses fisik dan kimiawi seperti sedimentasi dan dekomposisi. Kekeruhan menunjukkan nilai kejernihan dan unsur-unsur muatan sedimen mengakibatkan kekeruhan aliran air, baik yang bersifat mineral atau organik. Kekeruhan dianggap sebagai indikator kemampuan air untuk meloloskan cahaya yang akan disebarkan atau diserap oleh air tersebut. Semakin kecil nilai kekeruhan suatu perairan, akan semakin dalam cahaya dapat masuk ke badan air sehingga meningkatkan kesempatan bagi vegetasi akuatis untuk melakukan proses fotosintesis dan semakin tinggi persediaan oksigen dalam air (Syarifudin dan Santoso, 2018).

II.5 Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi adalah nilai yang menunjukkan kuat atau tidaknya hubungan linier antar dua variabel. Korelasi ini biasa dilambangkan dengan huruf r , yang nilainya berada di rentang -1 sampai $+1$. Nilai r yang mendekati -1 atau $+1$ menunjukkan hubungan yang kuat di antara dua variabel tersebut, sementara nilai r yang mendekati 0 mengindikasikan hubungan yang lemah. Jika koefisien korelasi menunjukkan hasil positif, maka kedua variabel mempunyai hubungan searah. Artinya, ketika variabel X tinggi, maka nilai variabel Y akan tinggi pula. Sementara, jika koefisien korelasi negatif, maka kedua variabel memiliki hubungan yang berlawanan. Menurut Sugiyono (2012) untuk dapat memberikan penafsiran besar kecilnya koefisien korelasi, dapat berpedoman pada ketentuan tabel berikut ini:

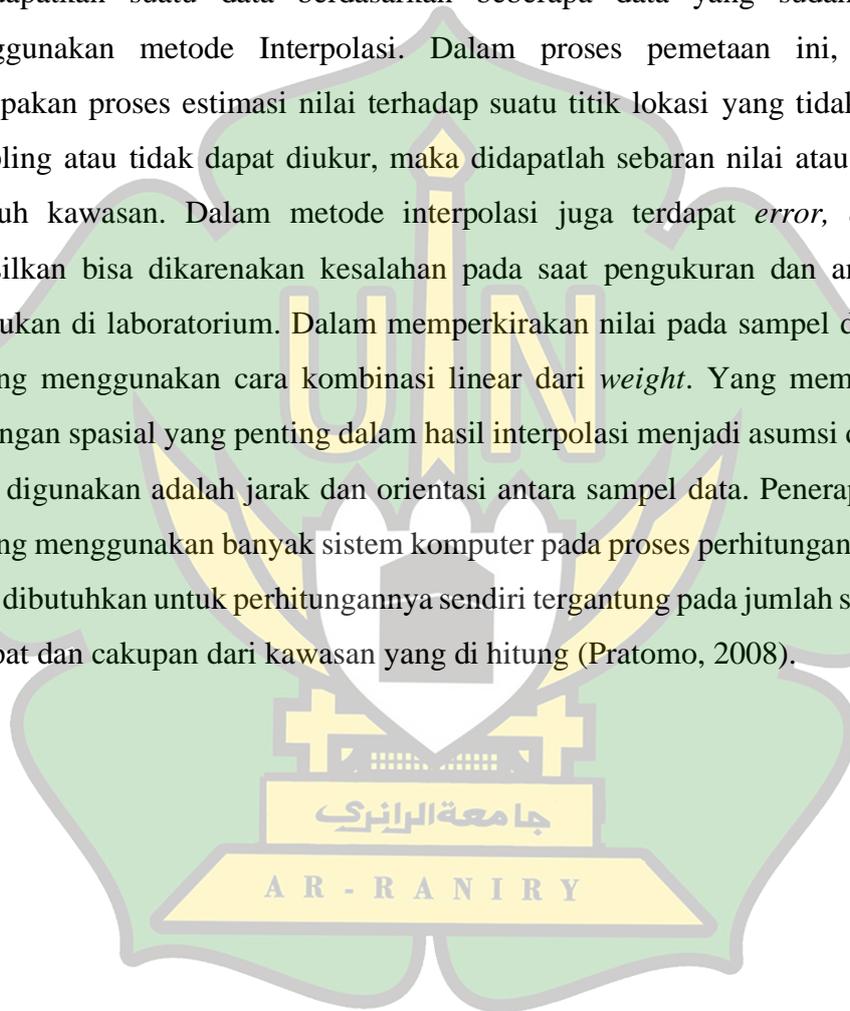
Tabel II.2 Nilai interpretasi korelasi antar dua variable

No	Nilai r	Interpretasi
1	0,00-1,199	Sangat rendah
2	0,20-0,399	Rendah
3	0,40-0,599	Sedang
4	0,60-0,799	Kuat
5	0,80-1,000	Sangat Kuat

(Sumber: Sugiyono, 2012).

II.6 Pemodelan Spasial

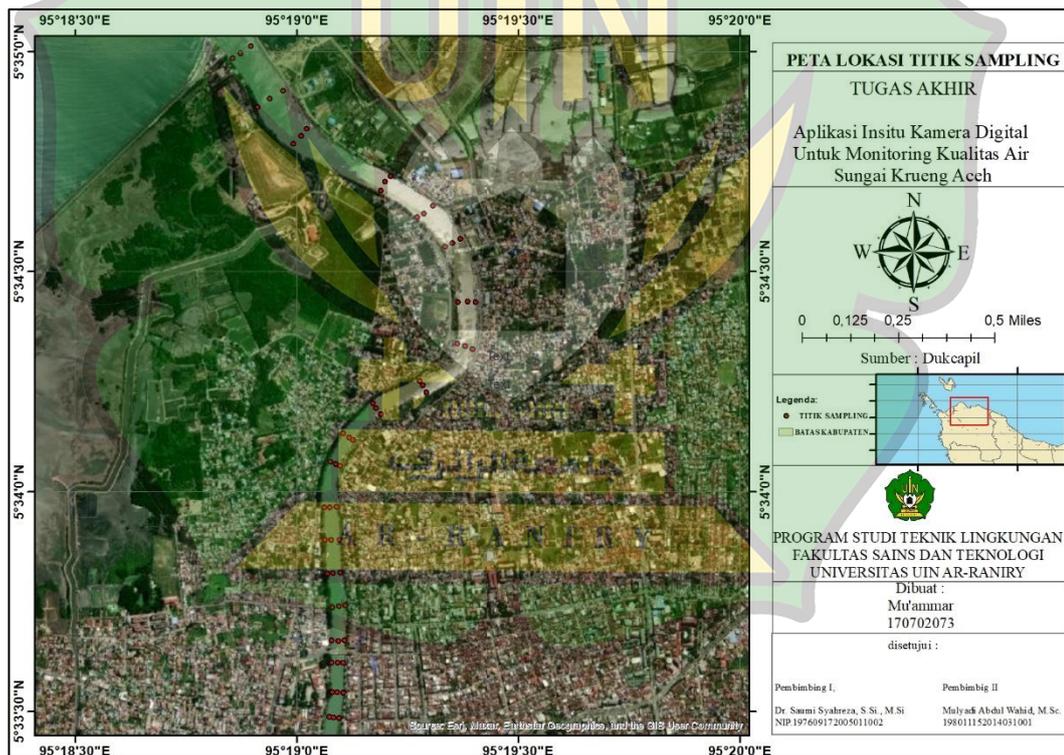
Analisis spasial adalah hasil dari proses pemetaan yang dihitung dan di *overlay* menggunakan *tools intersect* dari semua peta tematik yang menjadi sebuah peta yang menyajikan informasi khusus pada lokasi tertentu. Salah satu metode yang operasikan pada penelitian ini adalah interpolasi kriging. Metode untuk mendapatkan suatu data berdasarkan beberapa data yang sudah diperoleh menggunakan metode Interpolasi. Dalam proses pemetaan ini, interpolasi merupakan proses estimasi nilai terhadap suatu titik lokasi yang tidak dilakukan sampling atau tidak dapat diukur, maka didapatlah sebaran nilai atau peta untuk seluruh kawasan. Dalam metode interpolasi juga terdapat *error*, *error* yang dihasilkan bisa dikarenakan kesalahan pada saat pengukuran dan analisa yang dilakukan di laboratorium. Dalam memperkirakan nilai pada sampel data metode kriging menggunakan cara kombinasi linear dari *weight*. Yang memperlihatkan hubungan spasial yang penting dalam hasil interpolasi menjadi asumsi dari metode yang digunakan adalah jarak dan orientasi antara sampel data. Penerapan metode kriging menggunakan banyak sistem komputer pada proses perhitungannya. Waktu yang dibutuhkan untuk perhitungannya sendiri tergantung pada jumlah sampel yang didapat dan cakupan dari kawasan yang di hitung (Pratomo, 2008).



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari bulan September sampai Desember 2022, Lokasi penelitian adalah sungai Krueng Aceh yang membentang melewati 3 kecamatan mulai mulai dari lintang $5^{\circ}33'30''\text{N}$ Sampai ke lintang $5^{\circ}35'0''\text{N}$, lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar III.1. Pengambilan sampel air dan data dilakukan sebanyak 60 titik sampel. Penentuan titik sampel ini dilakukan dengan *purposive sampling*. Metode *purposive sampling* salah satu metode yang digunakan untuk menentukan titik sampling. Teknik pengambilan sampel dengan berbagai pertimbangan disebut metode *purposive sampling* (Mukhsin dkk., 2017).



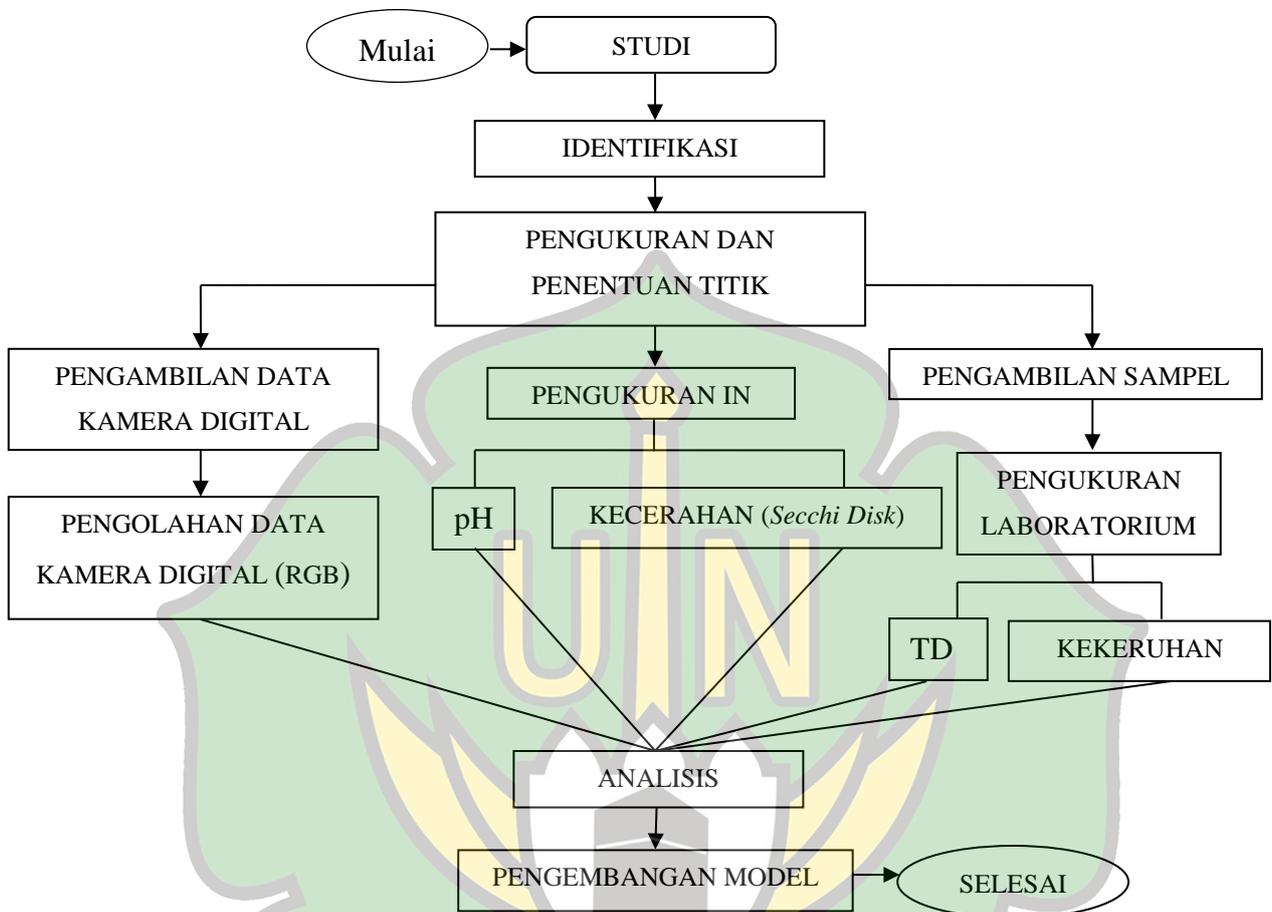
Gambar III.1 Peta Lokasi Penelitian.

Di setiap titik sampel, diukur posisi dengan menggunakan alat GPS, di lakukan pengambilan Data Digital Kamera dan pengukuran parameter *Secchi Disk*(cm), dan pH secara insitu, kemudian juga diambil sampel dengan mengacu pada SNI 6989.59:2008 tentang pengambilan contoh air permukaan. Pengukuran beberapa parameter berupa Turbiditas (NTU) dan *Total Dissolved Solid* (TDS) dilakukan di laboratorium., Selain itu di setiap titik sampel juga di ambil Data Digital Kamera dengan menggunakan Smartphone iPhone Xs Max untuk dilakukan pengembangan model.

III.2 Tahapan Penelitian

Proses penelitian ini dituangkan dalam bagan alir pada Gambar III.2. Dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Tahapan awal studi pendahuluan merupakan langkah yang dilakukan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan proses penelitian yang dilaksanakan. Studi literatur yang digunakan berasal dari skripsi terdahulu, buku, dan jurnal;
2. Langkah awal yang diteliti dari suatu masalah disebut tahapan identifikasi masalah;
3. Pada tahap survey lokasi ditentukan titik sampling dengan GPS *Coordinates*;
4. Ambil foto menggunakan kamera digital;
5. Pengambilan data lapangan aktual berupa pH dan *Secchi Disk* pada badan air Sungai Krueng Aceh dilakukan pengukuran pada Laboratorium UIN-Ar-Raniry;
5. Pengambilan data *exsitu* pada laboratorium berupa parameter Nephelometric Turbidity Unit (NTU) dan Total Dissolve Solid (TDS);
6. Tahap analisis Data Kamera Digital untuk mendapatkan nilai RGB;
7. Pengembangan model;
8. Pemodelan peta dengan menggunakan *Software ArcGIS*;



Gambar III.2 Diagram Alir Penelitian.

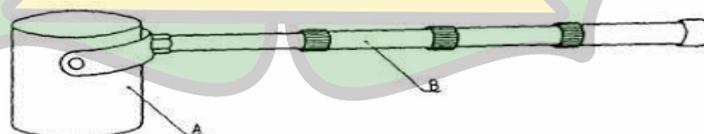
III.3 Tempat Preparasi dan Pengukuran Sampel

Tahap preparasi dilaksanakan pada Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry. Setelah itu untuk mengukur sampel air dilakukan menggunakan alat pH meter dan Secchi Disk yang akan dilakukan di Sungai Krueng Aceh, Banda Aceh. Sampel yang dibawa ke Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh dilakukan pengukuran nilai kekeruhan, dan TDS.

III.4 Pengambilan sampel air

Ada 60 titik lokasi untuk pengambilan sampel yang ditunjukkan oleh lokasi yang terlihat pada Gambar III.1. Untuk pengambilan sampel air sungai pada penelitian ini merujuk pada SNI6989.59:2008 yang berisi tentang pengambilan contoh air permukaan. Adapun persyaratan alat untuk pengambilan sampel air permukaan adalah:

1. Bahan dari instrumen yang dipakai tidak mengubah sifat sampel uji;
 2. Mudah dibersihkan;
 3. Sampel air dapat dengan mudah dimasukkan ke wadah penyimpanan yang tidak terdapat residu mengambang di dalamnya;
 4. Alat yang digunakan aman dan mudah dibawa;
 5. Kemampuan alat tergantung dari tujuan pengujian yang dilakukan.
- Penelitian ini menggunakan alat sederhana yaitu gayung plastik. Untuk pengambilan sampel air, alat yang digunakan seperti pada Gambar III.3 di bawah;



Gambar III.3 Alat Sederhana gayung plastik.

III.5 Pengambilan data digital kamera

Pemotretan permukaan air dengan kamera digital dilakukan bersamaan dengan pengukuran dan pengambilan sampel air dengan menaiki kapal(boat) masyarakat desa sekitaran Krueng Aceh. untuk menggapai titik pengambilan

sampel yang sudah didigitasi pada peta yang terdapat pada Gambar III.1. Jarak kamera saat pengambilan gambar berkisar 30 cm dari permukaan air, pengambilan gambar diulang sebanyak 3 kali di setiap titik pengambilan data digital kamera dengan posisi vertikal mengarah ke air. Kamera digital dapat dilihat sebagai sensor jarak jauh multispektral dengan tiga pita yang terlihat: merah, hijau, dan biru. Pengambilan data digital kamera dilaksanakan seiring pengambilan sampel air. Pada penelitian ini pemotretan data kamera digital menggunakan kamera *smartphone* iPhone 10 Xs Max seperti yang dapat dilihat pada Gambar III.4.



Gambar III.4 iPhone 10 Xs Max.

Tabel III.1 Spesifikasi iPhone Xs Max (sumber: *support.apple*, 2021)

Nama <i>smartphone</i>	iPhone Xs Max
Dimensi <i>smartphone</i>	157.5 x 77.4 x 7.7 mm
Ukuran	6.5 inci (~84.4% <i>screen-to-body ratio</i>)
Berat	208 g
Resolusi <i>smartphone</i>	1242 x 2688 pixels (~458 ppi density)
Kamera depan	7MP, SL 3D camera
Belakang	12MP + 12MP

(sumber: *Naldotech*, 2018).

III.6 Pengukuran Parameter Air Sungai *in situ*

Parameter baku mutu air yang akan diukur di lapangan adalah kecerahan dan pH dengan menentukan titik koordinat menggunakan GPS. Berikut parameter yang akan diuji padapengukuran *in situ*:

III.6.1 Secchi Disk

Cara pengukuran kecerahan air yang dilakukan pada perairan dengan memakai *Secchi Disk* sebagai berikut:

1. Mempersiapkan *Secchi Disk* dan meteran;
2. Melakukan penentuan titik lokasi yang hendak dilaksanakan pengukuran dengan *secchi disk*;
3. *Secchi Disk* dimasukkan kedalam air sampai terlihat buram sampai tidak terlihat;
4. *Secchi Disk* diangkat serta dilakukan pengukuran tali untuk mengetahui kedalaman *Secchi disk*;



Gambar III.5 *Secchi Disk*

A R - R A N I R Y

III.6.2 GPS

Menentukan titik koordinat pengambilan sampel di lapangan menggunakan GPS sebagai berikut:

1. Pemasngan baterai pada GPS;
2. Nyalakan perangkat dengan menekan tombol "Light" di sisi kanan perangkat;
3. Mulai dengan mencari satelit, lalu pilih menu satelit di layar utama dan cari tempat terbuka untuk mendapatkan sinyal (agar lebih mudah dan cepat). Kemudian biarkan selama beberapa menit untuk mendapatkan akurasi satelit terbaik (antara 3m dan 1m);
4. GPS dapat memperoleh semua informasi yang diperlukan untuk menggunakan GPS Garmin 64s di 6 menu utama/halaman ini berisi Satelit, Kompas, Peta, Komputer Perjalanan, Altimeter, dan Menu Utama;
5. Tekan tombol *PAGE* untuk memilih halaman yang diinginkan;



Gambar III.6 GPS Garmin.

III.6.3 pH

Mengukur pH dilakukan dengan alat pH meter. Alat pH meter digital digunakan untuk mengukur derajat keasaman air.

Cara pengukuran ini dilakukan sebagai berikut:

1. Menghidupkan pH meter digital;
2. Memasukkan bagian dari ujung pH meter digital kedalam air lalu muncul angka yang terus bergerak kemudian tunggu sampai angka berhenti;



Gambar III.7 pH Meter.

III.7 Analisis Pengukuran Parameter Air Sungai *ex situ*

Parameter baku mutu air yang akan diukur di laboratorium adalah *Total Dissolved Solid* (TDS) dan Nepheloment Turbidity Unit (NTU). Berikut parameter yang akan diuji pada pengukuran *ex situ*:

III.7.1 Kekeruhan

Pengukuran kekeruhan merupakan tahapan yang mengacu pada SNI 06-6989.25-2005, seperti berikut:

1. Kalibrasi *Nefelometer*

- a. Mengoptimalkan penggunaan alat supaya pengukuran kekeruhan sesuai petunjuk;
- b. Cairan baku kekeruhan dimasukkan sebanyak (misalkan ± 40 NTU) kedalam tabung *nefelometer* lalu ditutup menggunakan penutup tabung;
- c. Didiamkan sampai alat mendapatkan angka yang stabil;
- d. Mendapatkan nilai kekeruhan larutan baku (dimisalkan ± 40 NTU) dengan mengatur alat *nefelometer*;

2. Penetapan contoh uji

- a. Tabung *nefelometer* dibersihkan menggunakan aquades;
- b. Contoh uji dikocok kemudian dituangkan kedalam tabung *nefelometer* lalu ditutup menggunakan penutup tabung *nefelometer*;
- c. Alat didiamkan sampai mendapatkan hasil yang akurat;
- d. Setelah muncul nilai kekeruhan yang didapatkan kemudian dicatat;

Hasil parameter kekeruhan yang didapatkan, kemudian dihitung persamaan dengan menggunakan rumus 3.1:

$$NTU = A \times f_p \quad (3.1)$$

A = kekeruhan dalam satuan kekeruhan.

NTU = sampel yang diencerkan.

Fp = merupakan faktor pengenceran (SNI 06-6989.25- 2005).



Gambar III.8 *Turbidity Meter.*

III.7.2 Total Dissolved Solid (TDS)

Tahapan pengukuran TDS dengan menggunakan alat TDS meter, sebagai berikut:

1. Melepas penutup TDS Meter;
2. Alat dicelupkan ke air dengan tidak melewati batas paling atas pada tutup TDS. Yang harus diperhatikan adalah, bagian yang dicelupkan hanya bagian batas pada tutup pada TDS;
3. Tekan ON/OFF untuk memunculkan angka 000/0000 (TDS EC meter);

4. TDS dicelupkan hingga batas (seperti yang terdapat pada nomor 2);
5. Nilai yang muncul dapat dilihat pada penunjuk nilai TDS;
6. Ketika alat TDS diangkat dari air nilai akan berubah secara otomatis, maka dari itu tekan tombol “Hold” agar tidak terjadinya perubahan nilai;
7. Jika sudah dirasa cukup, kemudian tekan tombol “OFF”;
8. Apabila alat telah selesai digunakan, alat TDS dibilas pada bagian yang dicelupkan ke sampel menggunakan air bersih, lalu keringkan bagian alat yang dibilas menggunakan kain atau tisu;
9. Tutup alat TDS kemudian diletakkan pada tempat yang aman dan sejuk;
10. Pengukuran selesai;



Gambar III.9 TDS-3.

III.8 Akuisisi Data RGB

Aplikasi yang digunakan adalah *ArcGIS* memiliki cara kerja mendapatkan Data Digital Kamera (gambar warna) dengan kamera *smartphone* berupa nilai band warna berupa RGB, Sistem identifikasi warna menangkap gambar berwarna, nama warna, nilai warna, dan model warna RGB yang menjadi data sampel, gambar-gambar yang didapat dicari nilai RGB dengan meng”klik” pada gambar dengan warna yang sama secara homogen. Metode band rasio dan pemilihan band yang digunakan untuk pemetaan zona alterasi ini mengacu pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Pour dan Hasyim (2014).

Dalam proses alur ambil Data Digital Kamera kualitas air sebagai berikut:

1. Mulai;
2. Mengambil foto asli (data digital kamera);
3. Mengambil nilai panjang dan lebar pada data digital kamera;

Setelah mengambil panjang dan lebar pada data digital kamera, berikut adalah cara untuk mengecilkan ukuran foto asli setelah pengambilan data digital kamera:

1. Ekstraksi nilai R G B;
2. Menghitung Nilai Skala pada gambar;
3. Mengambil nilai RGB sesuai dengan skala yang sudah di tentukan/jumlah *elemen pixel* dalam skala;

Setelah nilai data RGB diekstrak kemudian data RGB dihubungkan dengan data parameter air menggunakan software *Microsoft Exel*, setiap RGB pada titik wilayah penelitian hasil data digital kamera diambil dan dilakukan pengolahan pada software *Microsoft Exel*.

III.9 Analisis Korelasi

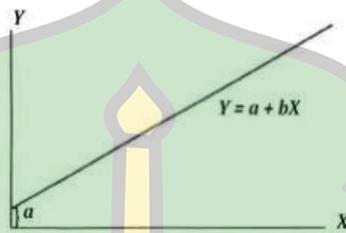
Analisis Korelasi adalah metode yang digunakan untuk uji statistik yang terkait dengan adanya hubungan antar dua variabel. Untuk mengetahui hubungan dari dua variabel, derajat hubungan yang diperoleh adalah variabel X dan variabel Y dengan melakukan uji korelasi (Hakim, 2020). Terdapat dua cara dalam menganalisis korelasi sebagai berikut: (i) dari jumlah nilai signifikansi, tidak terdapat korelasi antara keduanya jika jumlah nilai signifikansi 0,05. (ii) dapat dianalisis terjadinya korelasi antar variabel apabila tanda bintang pada *pearson correlation* muncul (**), apabila tanda bintang pada *pearson correlation* tidak muncul dapat dinyatakan variabel yang di uji tidak ada korelasi. Cara lain selain menggunakan aplikasi *Microsoft Exel* cara mencari nilai korelasi juga dapat diukur dengan rumus persamaan 3.2:

$$r_{x y} = \frac{\sum x y}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}} \quad (3.2)$$

- r_{xy} : Koefisien Korelasi;
- $\sum x$: Jumlah data x;
- $\sum y$: Jumlah data y;

III.10 Model Regresi

Persamaan regresi linier sederhana merupakan suatu model persamaan yang menggambarkan hubungan satu variabel bebas/ predictor (X) dengan satu variabel tak bebas/ response (Y), yang biasanya digambarkan dengan garis lurus, seperti pada Gambar III.10.



Gambar III.10 Ilustrasi Garis Linear.

Persamaan regresi linier sederhana matematik sebagai berikut:

$$\hat{Y} = a + bX \quad (3.3).$$

Dimana:

\hat{Y} = variable respon/garis regresi;

a = konstanta;

b = konstanta regresi (*slope*);

X = *predictor*/variabel bebas;

III.11 Analisis Data Statistik

Analisis statistik dapat dilakukan menggunakan SPSS (*Statistical Product For Service Solution*), SPSS adalah program komputer yang berfungsi sebagai analisis statistik dan juga mengolah data secara cepat dan akurat. Program yang satu ini menyajikan data hasil dalam bentuk grafik dan tabel dengan cukup baik. Sehingga program SPSS ini dapat membantu dalam memecahkan suatu permasalahan dalam bidang keilmuan, terutama dalam analisis statistik dan pengolahan data statistik (Hasyim, 2015).

III.12 Analisis data spasial

Proses pengolahan data untuk penelitian ini menggunakan aplikasi ArcGIS dengan cara interpolasi metode Kriging.

Langkah-langkah untuk membuat peta sebaran menggunakan metode Kriging sebagai berikut:

1. Mempersiapkan data X, Y, dan data sebaran;
2. Mengubah derajat, menit dan detik dalam koordinat bujur (X) dan lintang (Y) dunia;
3. Mengubah data excel menjadi format CSV (*Comman Delimited*);
4. Membuka aplikasi ArcGIS, kemudian memasukkan peta Kota Banda Aceh dan Sungai Krueng Aceh;
5. Kemudian pilih file pada menu bar aplikasi, pilih add data-add XY data. Dan melakukan *connect* ke folder;
6. Selanjutnya pilih koordinat sistem *Geographic Coordinate System-World* (WGS 1984);
7. Kemudian, setelah tahapan di atas dilakukan, maka memperlihatkan hasil koordinat titik sampling;
8. Selanjutnya dilakukan interpolasi, pilih *Arc Toolbox-Spatial Analyst ToolsInterpolation-Kriging*;
9. Selanjutnya pilih *Environment Selting-Processing Extent-Same as Layer*.
10. Selanjutnya pilih *Raster Analysis*, dan pilih *Mask*. (untuk membuat penyebaran);
11. Selanjutnya, akan tampak hasil interpolasi dengan metode Kriging;

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil Pengukuran Data *in-situ*

Penelitian dilakukan dengan pengambilan Data Digital Kamera, data Digital Kamera didapatkan dengan menggunakan kamera *Smartphone* iPhone Xs Max di arahkan ke air dari ketinggian ± 30 cm di atas permukaan air Sungai Krueng Aceh, dengan arah vertikal ke permukaan air kemudian diambil gambar sebanyak 2x sehingga diperoleh data digital kamera yang akurat, dari titik 1 dengan koordinat $05^{\circ}33'30.45''$ $095^{\circ}19'4.45''$ sampai titik 60 dengan kordinat $05^{\circ}34'54.84''$ $095^{\circ}18'55.04''$. beriringan dengan itu dilakukan pengukuran parameter pH dan *Secchi Disk*(m) di Sungai Krueng Aceh, kemudian dilakukan pengambilan sampel air sungai pada setiap titik yang sama dengan pengukuran parameter dan pengambilan Data Digital Kamera, untuk dilakukan penelitian parameter kekeruhan (NTU) dan TDS (mg/L) di laboratorium. Sesuai dengan Peraturan Menteri (LHK) RI No.P.3/MENLHK/SETJEN/KUM.1/2/2018 tentang Pengambilan Contoh Uji Air. Pengambilan sampel air dilakukan dengan menggunakan perahu secara zig-zag sebanyak 60 titik, masing-masing pengambilan dan pengukuran sampel berjarak ± 200 meter. Didapatkan hasil data kamera digital dan pengukuran parameter kekeruhan (NTU), pH, TDS (mg/L), dan Kecerahan(m), untuk dilakukan analisis korelasi, pengolahan model regresi, serta interpolasi antara nilai parameter Observasi lapangan dan parameter Prediksi dari nilai korelasi nilai RGB yang didapatkan. Statistik parameter kualitas air Sungai Krueng Aceh dapat dilihat pada

Tabel IV.1

Tabel IV.1 Statistik Parameter Kualitas Air, TDS, Turbiditas, *Secchi Disk*, pH dan memonitoring Sungai Krueng Aceh

Nilai	TDS (mg/L)	Turbidity (NTU)	<i>Secchi Disk</i> (cm)	pH
Max	197	105	36	8,8
Min	81	44,5	20	7,3
Mean	115,26	75,99	24,55	8,16
Standar Deviasi	22,43	17,80	4,06	0,40

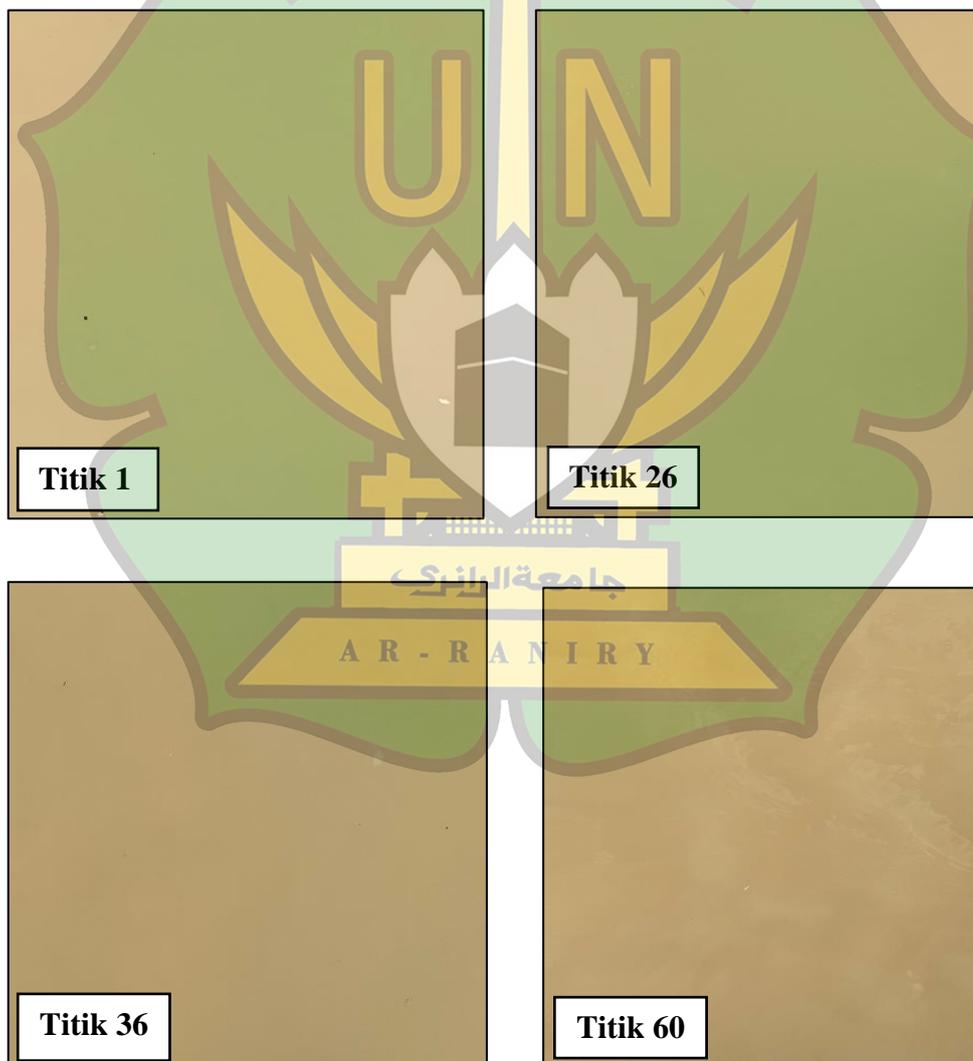
Nilai kadar TDS di Sungai Krueng Aceh diperoleh melalui uji laboratorium menggunakan alat *TDS meter*. Hasil pengukuran laboratorium menunjukkan bahwa nilai tertinggi terdapat pada titik 59 dengan konsentrasi 197 mg/l dan nilai terendah terdapat pada titik 17, 20, 24, 25 dan 28 dengan konsentrasi 81 mg/l. Terakumulasinya TDS di perairan dapat disebabkan karena adanya kegiatan masyarakat yang menghasilkan limbah yang terbuang ke perairan (Kustiyaningsih dan Irawanto, 2020).

Nilai konsentrasi turbiditas di Sungai Krueng Aceh diperoleh melalui uji laboratorium menggunakan alat *turbidimeter*. Hasil pengukuran laboratorium menunjukkan bahwa nilai tertinggi terdapat pada titik 128 dengan konsentrasi turbiditas sebesar 105 NTU, nilai terendah terdapat pada stasiun 59 sebesar 44,5 NTU. Lokasi sampling 5 juga merupakan kawasan padat penduduk yang memungkinkan limbah hasil rumah tangga semakin meningkat yang terbuang langsung ke Sungai Krueng Aceh (Lizayanaá, 2013). Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan, nilai *Secchi Disk* berkisar antara 20-36 cm. Nilai terendah merupakan nilai *Secchi Disk* yang berada pada titik 1, 5, 11, 18, 23, 27 dan 30. Nilai kecerahan pada 60 titik pengambilan sampel menunjukkan bahwa kecerahan di Sungai Krueng Aceh bersifat kurang baik bagi kelangsungan hidup, yang disebabkan turunnya daya serap air akan cahaya matahari, sehingga proses kehidupan biota perairan terganggu. Kecerdahan di perairan sangat tergantung pada sedimentasi yang berasal dari sungai masuk ke perairan laut. Kecerdahan juga dapat berdampak terhadap terbatasnya cahaya matahari yang masuk ke perairan. Pengaruh terbatasnya cahaya matahari yang masuk ke perairan sangat besar terhadap metabolisme makhluk hidup didalamnya (Sihombing, 2016).

Berdasarkan 60 titik pengambilan sampel, pH air yang terdapat di Sungai berkisar antara 7,3-8,8. Nilai pH terendah terdapat pada titik 60 dengan nilai 7,3 dan nilai pH tertinggi terdapat pada titik 23 dengan nilai 8,8. Kondisi pH air di Sungai Krueng Aceh termasuk dalam kategori basa karena nilainya berada di atas 7. Tingkat pH lebih kecil dari 4,8 dan lebih besar dari 9,2 sudah dapat dianggap tercemar (Sary, 2006).

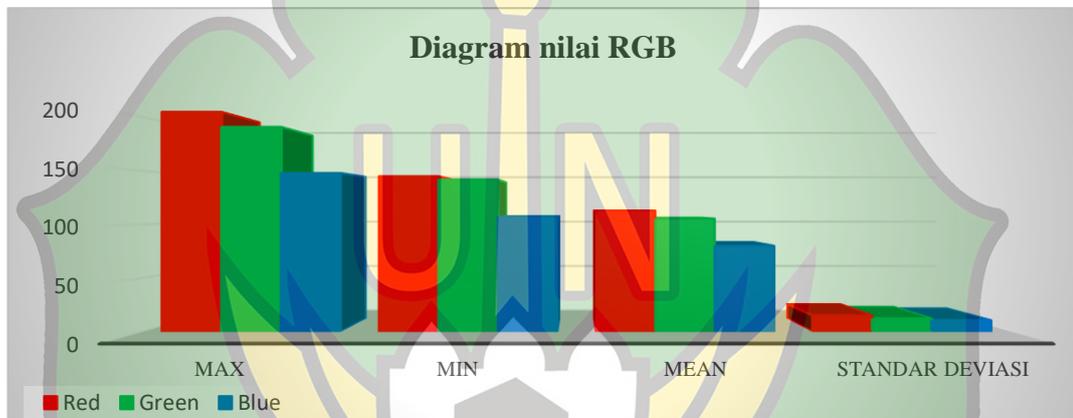
IV.2 Analisis Data Kamera Digital

Hasil pengambilan Data Digital Kamera menggunakan kamera *Smartphone* iPhone Xs Max Data Kamera Digital yang diperoleh dari seluruh area penelitian menghasilkan 120 foto. Banyaknya foto yang dihasilkan kemudian diseleksi untuk mendapatkan nilai RGB yang sesuai dengan titik koordinat dan Parameter yang di ukur pada pengukuran *in-situ* di Sungai Krueng Aceh. Sebuah kamera digital merekam dan menyimpan gambar dalam bentuk digital (Gromik 2015). Dari hasil pengambilan Data Kamera Digital data-data yang dihasilkan berupa foto-foto seperti yang dapat dilihat pada **Gambar IV.1**



Gambar IV.1 Hasil Data Kamera Digital menggunakan *Smartphone*.

Setelah pemilihan Data Kamera Digital dilakukan, maka proses selanjutnya mengolah gambar untuk mendapatkan nilai RGB dengan menggunakan *software Arcgis*. Untuk melihat nilai RGB pada *Arcgis* dilakukan dengan cara *identify* gambar pada seluruh titik Data Kamera Digital untuk mendapatkan nilai yang homogen antara gambar satu dengan yang lainnya, menentukan nilai pada titik yang sama dilakukan sebanyak 120 kali dengan 60 gambar yang telah dipilih. Setelah semua foto berhasil di-*identify*, maka didapatkan nilai RGB yang dapat dilihat pada diagram Gambar IV.2



Gambar IV.2 Diagram RGB Data Kamera Digital *Smartphone* di Sungai Krueng Aceh

Gambar IV.2 merupakan nilai *Digital Number* hasil Data Digital Kamera yang diekstrak menjadi data RGB (*Red, Green dan Blue*) dengan menggunakan *software ArcGIS*. Teknik pengambilan informasi yang digunakan yaitu *purposive sampling*, dilakukan dengan mengambil subjek penelitian yang memenuhi kriteria. Kriteria tersebut dibuat oleh peneliti sendiri (Nordwood, 2000).

IV.3 Hasil analisis statistik.

Berdasarkan hasil analisis statistik untuk mengetahui tingkat korelasi antara parameter Observasi dengan parameter Prediksi serta korelasi antara parameter fisik dengan kimia ditunjukkan pada Tabel IV.3 berikut ini :

Tabel IV.2 Korelasi Pearson (R) antara parameter fisik, parameter kimia dan nilai RGB. Nilai R untuk korelasi NTU(Turbidity), TDS (mg/L), pH, dan *Secchi Disk*(m) adalah (0,76 s/d -0,77) ditandai Bold

Korelasi matrik	TDS	NTU	SDD	pH	Red	Green	Blue	R/G	R/B	G/B	R/G/B	R+G	R+B	G+B	R+G /B	R+B /G	G+B /R	R+G +B
TDS	1,0	-0,63	0,65	-0,64	-0,76	-0,71	-0,63	-0,37	-0,24	0	0,44	-0,75	-0,74	-0,74	-0,69	-0,76	-0,71	-0,74
NTU	-0,63	1,0	-0,56	0,62	0,77	0,74	0,68	0,31	0,14	0	-0,50	0,77	0,77	0,73	0,77	0,77	0,74	0,77
SSD	0,65	-0,56	1,0	-0,76	-0,77	-0,76	-0,71	-0,30	-0,10	0	0,56	-0,78	-0,78	-0,76	-0,77	-0,77	-0,76	-0,78
pH	-0,64	0,62	-0,76	1,0	0,67	0,72	0,77	0,22	-0,14	-0,31	-0,68	0,70	0,74	0,76	0,66	0,67	0,72	0,74
Red	-0,76	0,77	-0,77	0,67	1,0	0,91	0,80	0,52	0,34	0	-0,55	0,97	0,96	0,88	1,0	1,0	0,91	0,95
Green	-0,71	0,74	-0,76	0,72	0,91	1,0	0,91	0,14	0	0	-0,80	0,97	0,95	0,97	0,91	0,91	1,0	0,97
Blue	-0,63	0,68	-0,71	0,77	0,80	0,91	1,0	0	-0,26	-0,45	-0,91	0,87	0,92	0,97	0,80	0,80	0,91	0,93
R/G	-0,37	0,31	-0,30	0,22	0,52	0,14	0	1,0	0,77	0,20	0,33	0,36	0,34	0,10	0,51	0,51	0,14	0,14
R/B	-0,24	0,14	-0,10	-0,14	0,34	0	-0,26	0,77	1,0	0,76	0,53	0,20	0	0	0,34	0,34	0	0
G/B	0	0	0	-0,31	0	0	-0,45	0,20	0,76	1,0	0,50	0	-0,17	-0,24	0	0	0	0,14
R/G/B	0,44	-0,50	0,56	-0,68	-0,55	-0,80	-0,91	0,33	0,53	0,50	1,0	-0,67	-0,74	-0,87	-0,55	-0,55	-0,80	-0,76
R+G	-0,75	0,77	-0,78	0,70	0,97	0,97	0,87	0,36	0,20	0	-0,67	1,0	0,98	0,94	0,97	0,97	0,97	0,98
R+B	-0,74	0,77	-0,78	0,74	0,96	0,95	0,92	0,34	0	-0,17	-0,74	0,98	1,0	0,96	0,96	0,96	0,95	0,99
G+B	-0,74	0,73	-0,76	0,76	0,88	0,97	0,97	0,10	0	-0,24	-0,87	0,94	0,96	1,0	0,88	0,88	0,97	0,97
R+G/B	-0,69	0,77	-0,77	0,66	1,0	0,91	0,80	0,51	0,34	0	-0,55	0,97	0,96	0,88	1,0	1,0	0,91	0,95
R+B/G	-0,76	0,77	-0,77	0,67	1,0	0,91	0,80	0,51	0,34	0	-0,55	0,97	0,96	0,88	1,0	1,0	0,91	0,98
G+B/R	-0,71	0,74	-0,76	0,72	0,91	1,0	0,91	0,14	0	0	-0,80	0,97	0,95	0,97	0,91	0,91	1,0	0,97
R+G+B	-0,74	0,77	-0,78	0,74	0,95	0,97	0,93	0,14	0	0,14	-0,76	0,98	0,99	0,97	0,95	0,98	0,97	1,0

Berdasarkan tabel IV.3, menunjukkan bahwa terdapat korelasi linier antara band/kanal RGB dengan parameter kualitas air, yaitu *Red* dan NTU(Turbiditas) dengan nilai korelasi 0,77 menunjukkan adanya hubungan (kuat), *Red* dan TDS(mg/L) dengan nilai korelasi 0,76 menunjukkan adanya hubungan (sedang), *Red* dan *Secchi Disk*(cm) dengan nilai korelasi 0,77 menunjukkan adanya hubungan (kuat), dan *Blue* dan pH dengan korelasi 0,77 menunjukkan adanya hubungan korelasi kuat dan sedang.

IV.4 Model regresi

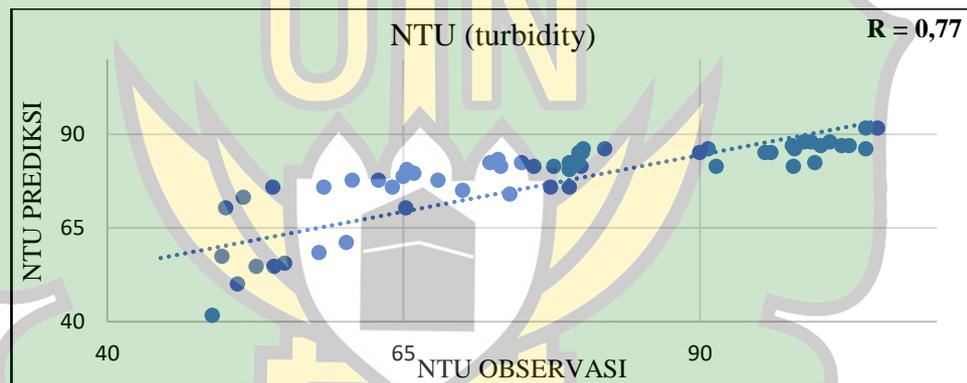
Berdasarkan hasil pengukuran pada setiap parameter sampel air di Sungai Krueng Aceh dapat dilihat pada tabel IV.1. Untuk memperoleh grafik distribusi setiap parameter antara parameter Observasi dan Prediksi dilakukan dengan model regresi agar dapat dilihat hubungan dan pengaruh dari grafik tersebut. Berikut nilai persamaan model regresi linear dapat dilihat pada **Tabel IV.3**

Tabel IV.3 Persamaan Model Regresi Linear

Parameter	Persamaan Regresi	Nilai R
TDS (mg/L)	TDS Prediksi = 0,583 Red+ 48,07	0,76
Turbiditas (NTU)	Turbiditas Prediksi = 0,604 Red+ 30,07	0,77
Secchi Disk (cm)	Secchi Disk Prediksi = 0,605 Red+ 9,69	0,77
pH	pH Prediksi = 0,607 Blue+ 3,207	0,77

1. Hasil Analisis regresi antara parameter NTU Observasi dan Prediksi.

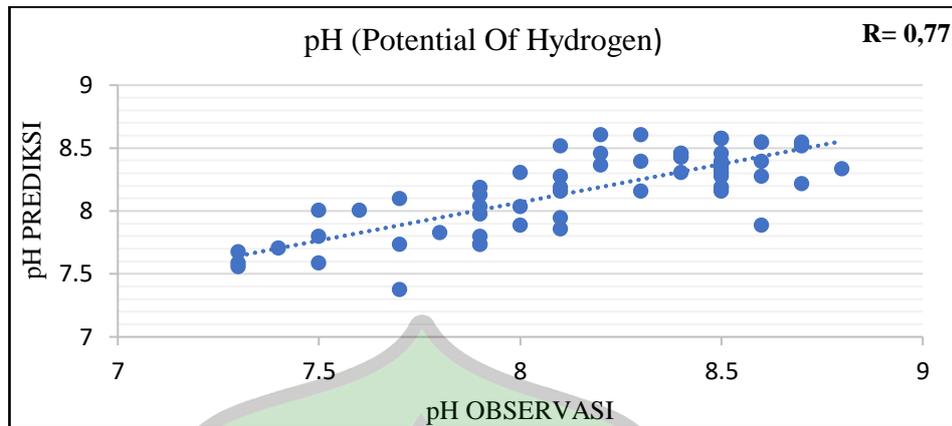
Berdasarkan hasil analisis statistik untuk mengetahui tingkat korelasi dan pengaruh antara nilai parameter Observasi dengan Prediksi ditunjukkan pada Gambar IV.3 berikut ini:



Gambar IV.3 Model Regresi antara Nilai Parameter NTU Observasi dan Prediksi. Nilai R (0,77).

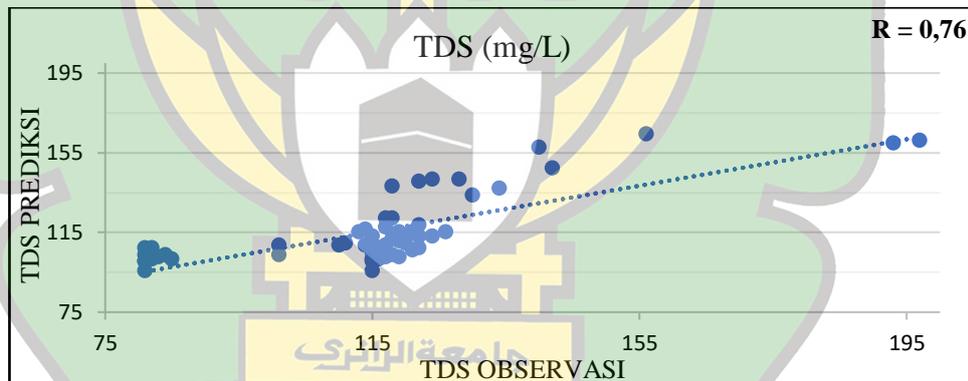
2. Hasil Analisis Regresi antara parameter pH Observasi dan Prediksi.

Berdasarkan hasil analisis statistik untuk mengetahui tingkat korelasi dan pengaruh antara nilai parameter pH Observasi dan Prediksi ditunjukkan pada Gambar IV.4 berikut ini:



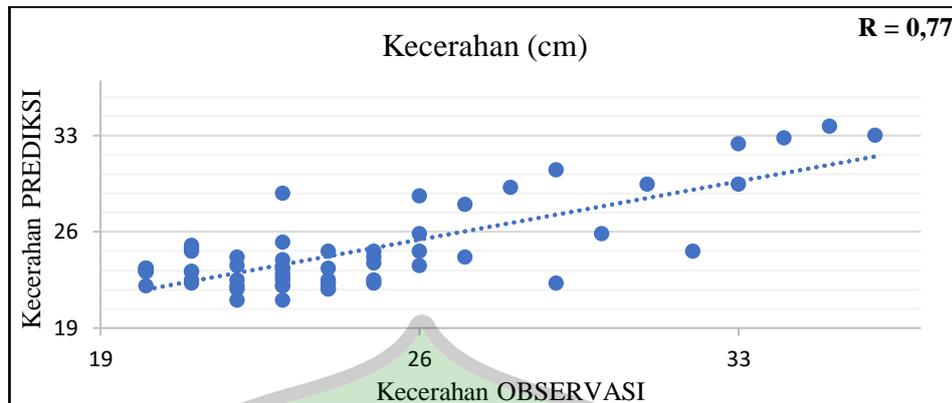
Gambar IV.4 Model Regresi antara nilai pH Observasi dan Prediksi. Nilai R (0,77).

3. Hasil Analisis Regresi antara parameter TDS Observasi dan Prediksi. Berdasarkan hasil analisis statistik untuk mengetahui tingkat korelasi dan pengaruh antara nilai parameter TDS Observasi dan Prediksi ditunjukkan pada Gambar IV.5 berikut ini:



Gambar IV.5 Model Regresi antara nilai TDS Observasi dan Prediksi. Nilai R (0,76).

4. Hasil Analisis korelasi antara parameter *Secchi Disk* (cm) Observasi dan Prediksi. Berdasarkan hasil analisis statistik untuk mengetahui tingkat korelasi antara nilai parameter *Secchi Disk* Observasi dan Prediksi ditunjukkan pada Gambar IV.6 berikut ini:



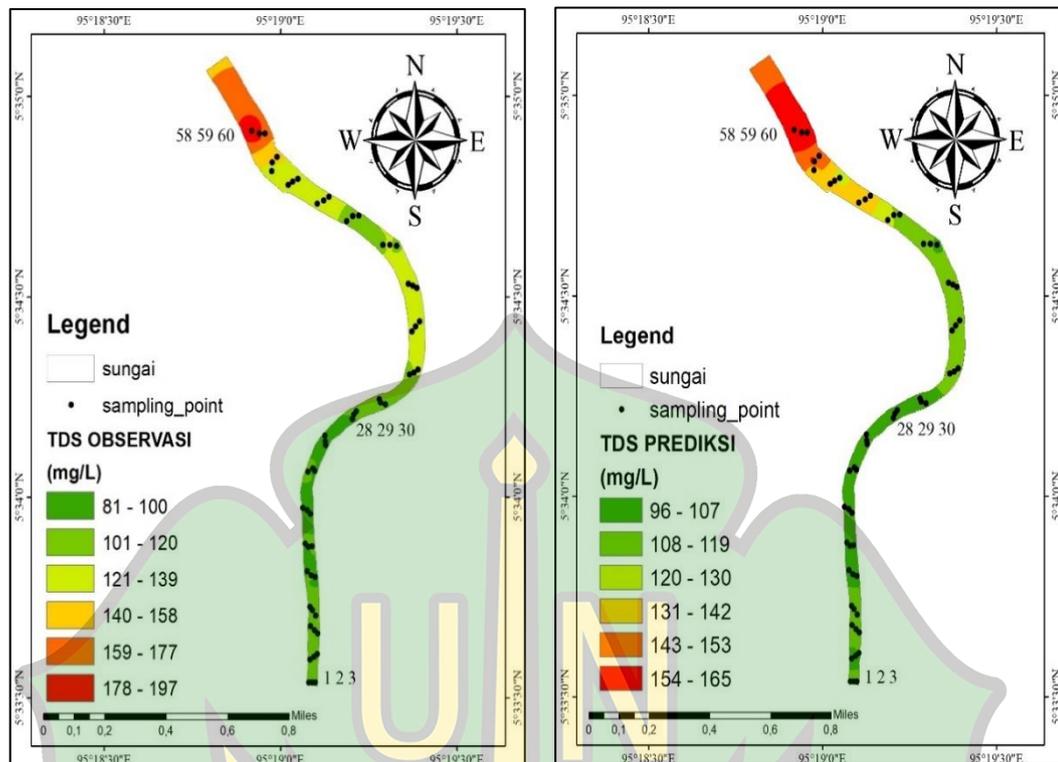
Gambar IV.6 Model Regresi antara nilai Kecerahan Observasi dan Prediksi. Nilai R (0,77).

IV.5 Analisis interpolasi

Berdasarkan hasil interpolasi dengan menggunakan metode Kriging untuk pemetaan Metode interpolasi yang sederhana tetapi memiliki nilai akurasi yang cukup baik. Metode IDW dapat dikelompokkan ke dalam estimasi deterministik, yakni interpolasi dilakukan berdasarkan perhitungan matematika. Sementara metode Kriging dapat digolongkan ke dalam *estimasi stokastik*, di mana perhitungan secara statistik digunakan untuk menghasilkan interpolasi (Pramono, 2008). Total Dissolved Solid (TDS), Kekeruhan, secchidisk, dan pH antara nilai parameter Observasi dan nilai Prediksi. Software yang digunakan adalah *ArcGIS*.

IV.5.1 Interpolasi TDS Observasi dan Prediksi

Hasil kualitas dari parameter TDS air yang berada di lokasi penelitian, terdapat nilai TDS Observasi tertinggi dengan nilai (197 mg/L) pada titik 59, sedangkan nilai parameter TDS Prediksi tertinggi yang didapat sebesar (164 mg/L) pada titik 58 yang ditandai dengan warna hitam. Data-data tersebut akan disajikan dalam bentuk peta yang ditunjukkan pada gambar IV.7:



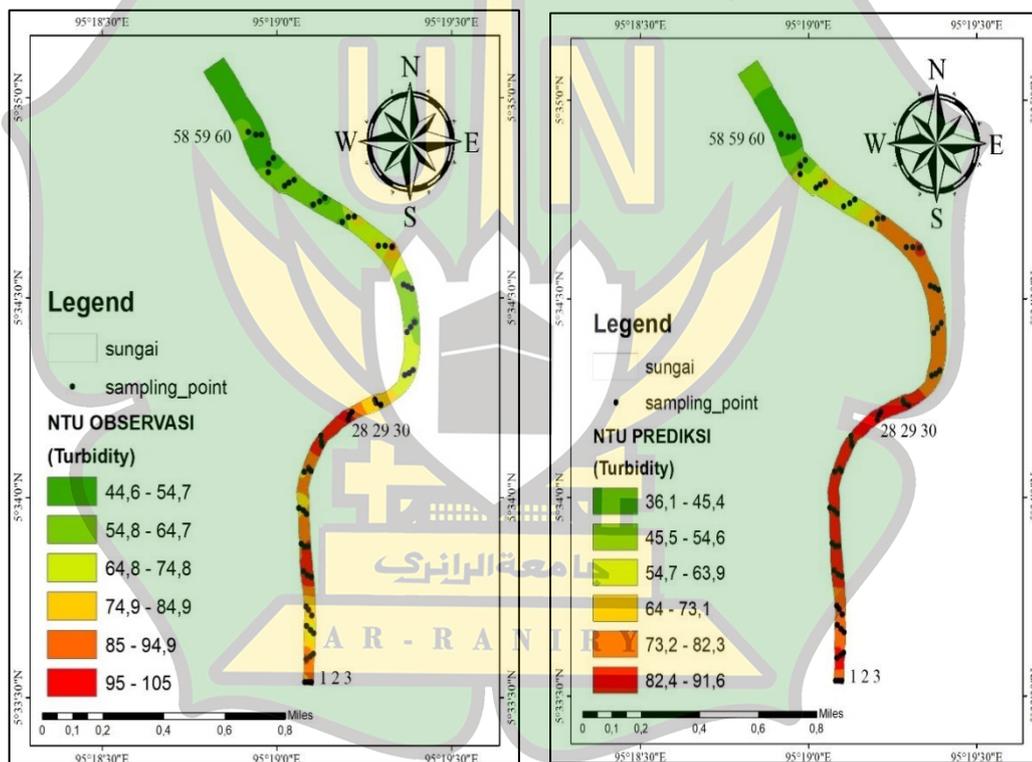
Gambar IV.7 Peta Interpolasi parameter TDS Observasi dan Prediksi.

Nilai TDS yang tinggi pada suatu titik disebabkan pada titik tersebut mengandung bahan anorganik berupa padatan yang terlarut di perairan. Hasil interpolasi distribusi Total Dissolved Solid (TDS) pada Sungai Krueng Aceh ditunjukkan pada Gambar IV.7. Klasifikasi zona distribusi TDS dibedakan oleh enam warna, dengan keterangan merah sebagai distribusi tertinggi (178-197 mg/L) pada nilai TDS Observasi dan pada nilai TDS Prediksi didapat nilai tertinggi (154-165 mg/L), warna kuning sebagai distribusi sedang (140 mg/L-158 mg/L) pada nilai TDS Observasi sedangkan pada parameter TDS Prediksi nilai tertinggi yang didapat (131-142 mg/L), dan warna hijau sebagai distribusi nilai terendah (81-100 mg/L) untuk nilai TDS Observasi sedangkan untuk nilai TDS Prediksi nilai terendah yang didapat (96-107 mg/L). Tingginya kadar TDS diakibatkan karena banyaknya terkandung senyawa-senyawa organik dan anorganik yang larut dalam air, mineral dan garam. Pada air laut nilai TDS yang tinggi dikarenakan banyak mengandung senyawa kimia, yang juga mengakibatkan tingginya nilai salinitas dan daya hantar listrik (Effendi, 2003). Air yang mengandung konsentrasi TDS di bawah 1000 mg / liter biasanya dapat diminum dengan aman. Menurut badan

kesehatan dunia (WHO), kadar pH yang baik untuk air minum berkisar antara 6.5-8.5, dan sumber air yang normal dapat memiliki pH yang lebih rendah. Kualitas air pada titik yang berwarna merah, kuning, dan hijau tersebut layak digunakan sebagai air bersih namun tidak untuk diminum secara langsung.

IV.5.2 Interpolasi Kekерuhan Observasi dan Prediksi

Hasil dari parameter Kekерuhan kualitas air yang berada di lokasi penelitian, terdapat nilai Kekерuhan Observasi tertinggi dengan nilai (105 NTU) yang terdapat pada titik 28, nilai TDS Prediksi tertinggi yang didapat (91 NTU) yang terdapat pada peta kontur di titik 28 yang ditandai dengan warna hitam. Data-data tersebut akan disajikan dalam bentuk peta yang ditunjukkan pada gambar IV.8:



Gambar IV.8 Peta Interpolasi NTU Observasi dan Prediksi.

Hasil interpolasi distribusi Kekерuhan (NTU) pada Sungai Krueng Aceh ditunjukkan pada Gambar IV.8 Klasifikasi zona distribusi Kekерuhan dibedakan oleh enam warna, dengan keterangan merah sebagai distribusi tertinggi (95-105 NTU) pada nilai Kekерuhan Observasi dan pada nilai Kekерuhan Prediksi didapat nilai tertinggi (82,4-91,6 NTU), warna kuning sebagai distribusi sedang (74,9-84,9 NTU) pada nilai Kekерuhan Observasi, sedangkan pada parameter Kekерuhan

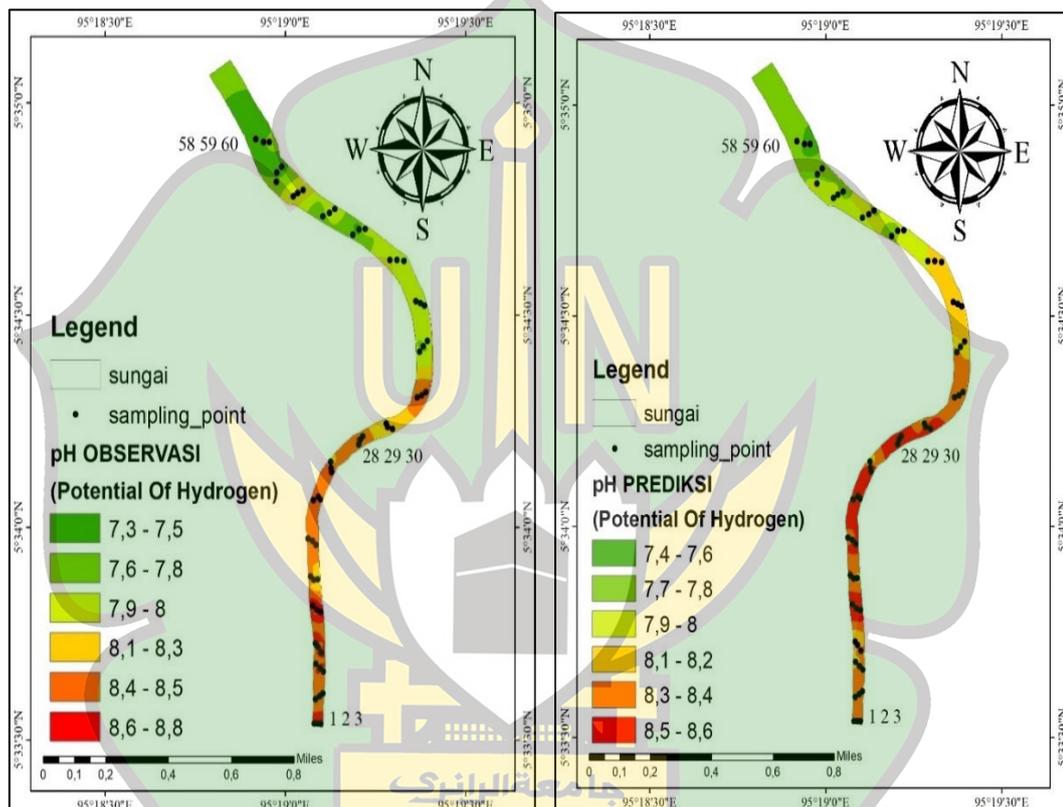
Prediksi nilai sedang yang didapat (64-73,1 NTU), dan warna hijau sebagai distribusi nilai terendah (44,6-54,7 NTU) untuk nilai Kekeruhan Observasi sedangkan untuk nilai Kekeruhan Prediksi nilai terendah yang didapat (36,1-45,4 NTU). Konsentrasi kekeruhan pada perairan Sungai Krueng Aceh sejalan dengan tinggi rendahnya curah hujan. Selain curah hujan faktor yang mempengaruhi tingkat kekeruhan perairan ialah erosi tanah, partikel koloid, jasad renik, bahan organik dan anorganik (lumpur, pasir halus, mikroorganisme, dan plankton) (Suhendar dkk., 2020). Dampak curah hujan yang tinggi dapat membawa polutan dari permukaan ke badan air sehingga mempengaruhi kekeruhan perairan sungai (Nurjanah, 2018). Menurut Raharjo dkk. (2013), tingkat curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan erosi tanah dan akan menjadi koloid yang terlarut dalam perairan sehingga berakibat pada naiknya konsentrasi kekeruhan di Sungai Krueng Aceh. Tingginya nilai kekeruhan pada lokasi sampling Peunayong Kota Banda Aceh dapat disebabkan karena padatnya aktivitas seperti kegiatan pada pasar Peunayong, diketahui pasar tersebut belum memiliki sanitasi yang sesuai dengan kriteria sanitasi yang sesuai, limbah yang dihasilkan oleh kegiatan yang terjadi di pasar tersebut juga langsung mengalir ke Sungai Krueng Aceh. Parameter kualitas air bersih juga diatur oleh Peraturan Menteri Perindustrian RI No. 78 tahun 2016 dengan ketentuan tingkat kekeruhan air bersih sebesar (25 NTU). Sumber air yang mampu menyediakan air yang baik yaitu dari segi kualitas dan kuantitas.

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

IV.5.3 Interpolasi pH (Potential of Hydrogen) Observasi dan Prediksi

Hasil dari parameter pH kualitas air yang berada di lokasi penelitian, terdapat nilai pH Observasi tertinggi dengan nilai (pH=8,8) yang terdapat pada titik 3, nilai pH Prediksi tertinggi yang didapat (pH=8,6) yang terdapat pada peta kontur di titik 23 dan 31 yang ditandai dengan warna hitam. Data-data tersebut akan disajikan dalam bentuk peta yang ditunjukkan pada gambar IV.9:



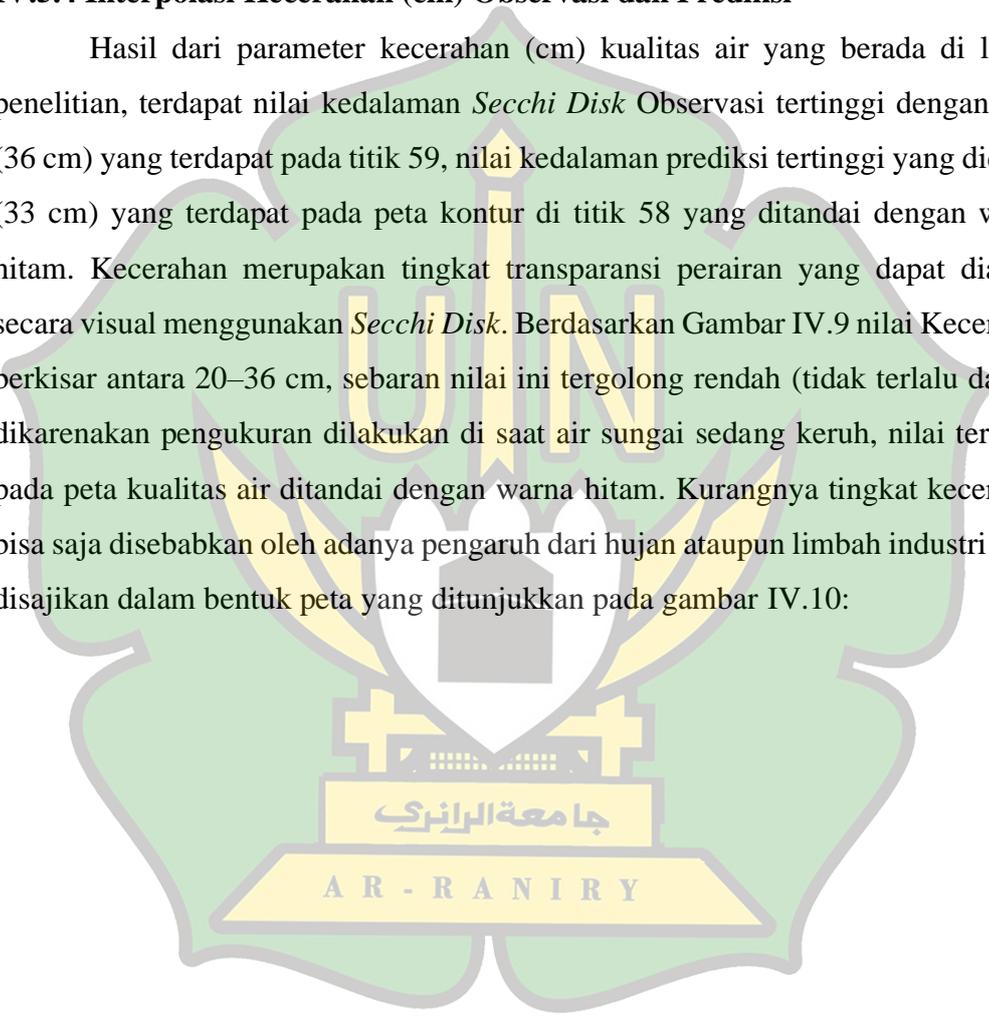
Gambar IV.9 Peta Interpolasi pH Observasi dan pH Prediksi.

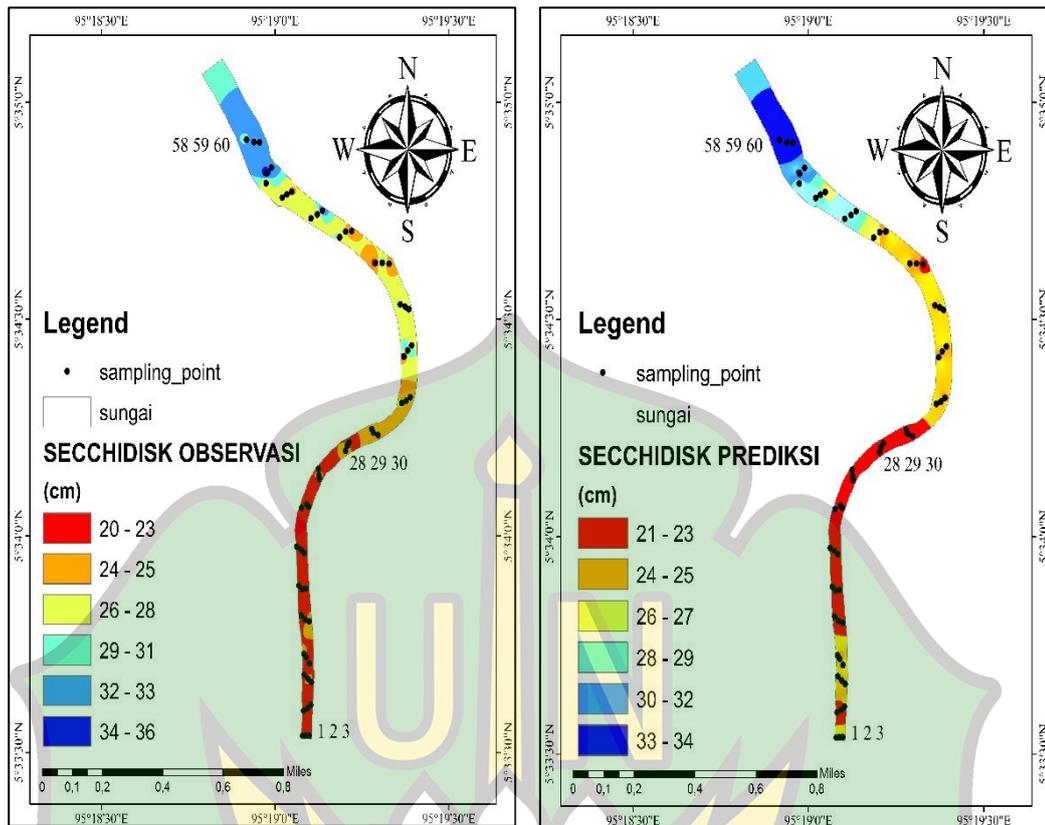
Hasil interpolasi distribusi pH Observasi dan Prediksi pada Sungai Krueng Aceh ditunjukkan pada Gambar IV.9. Klasifikasi zona distribusi pH dibedakan oleh enam warna namun dispesifikasikan menjadi tiga, dengan keterangan merah sebagai distribusi tertinggi dengan pH (8,6-8,8) untuk nilai pH Observasi sedangkan untuk nilai pH Prediksi nilai tertinggi (8,5-8,6), kuning sebagai distribusi sedang dengan nilai pH Observasi (8,1-8,3) dan (8,1-8,2) untuk nilai pH sedang Prediksi, warna hijau sebagai distribusi rendah dengan pH (7,3-7,5) pada nilai Observasi dan (7,4-7,6) untuk nilai pH Prediksi, kualitas air pada titik tersebut layak digunakan sebagai bersih namun tidak untuk diminum. Di Kawasan DAS

Krueng Aceh juga terdapat banyak saluran pembuangan yang dapat mempengaruhi pH air. Hal tersebut didukung oleh Anggeraeni dkk. (2020) yang menyatakan bahwa larutan deterjen akan menaikkan pH air, sehingga dapat mengganggu kehidupan organisme dalam air. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI NO: 492/MENKES/ PER/IV/2010, Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

IV.5.4 Interpolasi Kecerahan (cm) Observasi dan Prediksi

Hasil dari parameter kecerahan (cm) kualitas air yang berada di lokasi penelitian, terdapat nilai kedalaman *Secchi Disk* Observasi tertinggi dengan nilai (36 cm) yang terdapat pada titik 59, nilai kedalaman prediksi tertinggi yang didapat (33 cm) yang terdapat pada peta kontur di titik 58 yang ditandai dengan warna hitam. Kecerahan merupakan tingkat transparansi perairan yang dapat diamati secara visual menggunakan *Secchi Disk*. Berdasarkan Gambar IV.9 nilai Kecerahan berkisar antara 20–36 cm, sebaran nilai ini tergolong rendah (tidak terlalu dalam) dikarenakan pengukuran dilakukan di saat air sungai sedang keruh, nilai tersebut pada peta kualitas air ditandai dengan warna hitam. Kurangnya tingkat kecerahan bisa saja disebabkan oleh adanya pengaruh dari hujan ataupun limbah industri yang disajikan dalam bentuk peta yang ditunjukkan pada gambar IV.10:





Gambar IV.10 Peta Interpolasi *Secchi Disk* (cm) Observasi dan Prediksi.

Hasil interpolasi distribusi *Secchidisk* (cm) pada Sungai Krueng Aceh ditunjukkan pada Gambar IV.10. Klasifikasi zona distribusi *Secchi Disk* (cm) dibedakan oleh enam warna namun dispesifikasikan menjadi tiga, dengan keterangan biru sebagai distribusi tertinggi dengan kedalaman (34-36cm) untuk nilai *Secchi Disk* Observasi sedangkan untuk nilai *Secchi Disk* Prediksi nilai tertinggi (33-34cm), biru muda sebagai distribusi sedang dengan nilai *Secchi Disk* Observasi (29-31cm) dan (28-29cm) untuk nilai kecerahan sedang Prediksi, warna merah sebagai distribusi *Secchi Disk* rendah dengan kedalaman (20-23cm) pada nilai Observasi dan (21-23cm) untuk nilai *Secchi Disk* Prediksi, dari hasil peta yang dapat dilihat air sungai yang berada di daerah hilir sungai lebih cerah dibandingkan air sungai yang berada di daerah hulu seperti yang terdapat pada titik 1. Nilai perairan Sungai Krueng Aceh berkisar antara 21 - 33 cm, kecerahan perairan dipengaruhi oleh kedalaman perairan, substansi sedimen, kecepatan arus dan waktu pengamatan (Akib dkk., 2015).

BAB V PENUTUP

V.1 Kesimpulan

1. Hasil analisis monitoring kualitas air Sungai Krueng Aceh menggunakan Kamera Digital Kamera, pada penelitian ini menghasilkan 120 Data Digital Kamera. Dari 120 data kemudian di seleksi menjadi 60 Data Digital Kamera. pengolahan citra Kamera Digital diperoleh nilai RGB dengan nilai minimum Red sebesar 145, Green sebesar 142 dan Blue sebesar 107, adapun nilai maksimum Red sebesar 240, Green sebesar 226 dan Blue sebesar 214, dan nilai rata-rata Red sebesar 205, Green sebesar 191, dan Blue sebesar 148. Berdasarkan nilai korelasi, selanjutnya melihat pengaruh data RGB dengan parameter kualitas air dengan model regresi.
2. Hasil konsentrasi Total Dissolved Solid (TDS) tertinggi yaitu 197 mg/L. Hasil konsentrasi kekeruhan tertinggi yaitu 105 NTU. Berdasarkan hasil analisis kekeruhan air Sungai Krueng Aceh pada semua titik lokasi sampling melebihi standar baku mutu air bersih yang ditetapkan pada Permenkes No. 32 Tahun 2017, yaitu kekeruhan yang dianjurkan 25 Nephelometric Turbidity Unit (NTU). Hasil konsentrasi pH tertinggi yaitu pH 8,8. Normalnya, pH air minum biasa adalah netral yaitu 7, pada air alkali tingkat pH nya bisa mencapai 8–9. Hasil konsentrasi Kedalaman *Secchi Disk* tertinggi yaitu 36 cm. Perairan yang memiliki nilai kecerahan rendah pada waktu cuaca yang normal dapat memberikan suatu petunjuk atau indikasi banyaknya partikel-partikel tersuspensi dalam perairan tersebut.
3. Interpolasi yang digunakan yaitu Interpolasi metode Kriging dengan hasil yang dapat dilihat pada Gambar IV.4 Peta korelasi hubungan anatara nilai Parameter TDS (mg/L) Observasi dan Prediksi di Sungai Krueng Aceh, Gambar IV.5 Peta distribusi kekeruhan (NTU) Observasi dan Prediksi Sungai Krueng Aceh, Gambar IV.6 Peta distribusi pH Oservasi dan Prediksi pada Sungai Krueng Aceh, Gambar IV.7 Peta distribusi *Secchi Disk* (cm) Obsevasi dan Prediksi pada Sungai Krueng Aceh.

V.2 Saran

Adapun saran pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian dengan parameter yang lebih banyak salah satunya ditambahkan parameter COD, BOD, TSS, DO, fosfat, amoniak, dan logam berat.
2. Perlu dilakukan penelitian pada waktu/musim yang berbeda sehingga dapat lebih mewakili dalam menentukan status mutu air.
3. Perlu ditambah jumlah segmen lebih ke hulu sehingga perubahan kualitas dan status mutu air lebih mewakili.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir Ishak, Kamarudin Samuding, & Nazrol Hizam Yusoff (2000). Proceedings of the Malaysian Science and Technology Congress: Symposium A, Vol. II.
- Abidin, F., Millang, S., & Arsyad, U. (2019). Kualitas Air Sungai Pada Berbagai Tipe Penutupan Lahan pada Sub-sub DAS di DAS Latuppa. 11(1)(2019), 59–72.
- Agustina, S. (2020). Identifikasi awal sampah apung anorganik di muara Sungai Krueng Aceh, Kota Banda Aceh. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir Dan Perikanan*, 9(1), 131–140.
- Akib, A., Litaay, M., Ambeng, A., & Asnady, M. (2015). Kelayakan kualitas air untuk kawasan budidaya *Eucheuma cottoni* berdasarkan aspek fisika, kimia dan biologi di Kabupaten Kepulauan Selayar. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 3(1), 25–36.
- Alfaisal, Syamsidik, & Masimin. (2017). Kajian Pola Sebaran Sedimen Pada Saluran Banjir Sungai Krueng Aceh. *Jurnal Teknik Sipil*, 6(3), 283–296.
- Anggeraeni, R. W., Rachma, A. J., Ustati, R. T., dan Astuti, I. A. D. (2020). Analisis Kualitas Air Sungai Ciliwung ditinjau dari Parameter pH dan Kekeruhan Air Berbasis Logger Pro. *Sinasis*, 1(1), 29–38.
- Barabde, M., and Danve, S. (2015). Real Time Water Quality Monitoring System. *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*. Volume 3. Nomor 6. pp 5064-5069.
- Burchard, H., Bolding, K., & Villarreal, M. R. (2004). Three-dimensional modelling of estuarine turbidity maxima in a tidal estuary. *Ocean Dynamics*, 54(2), 250–265.

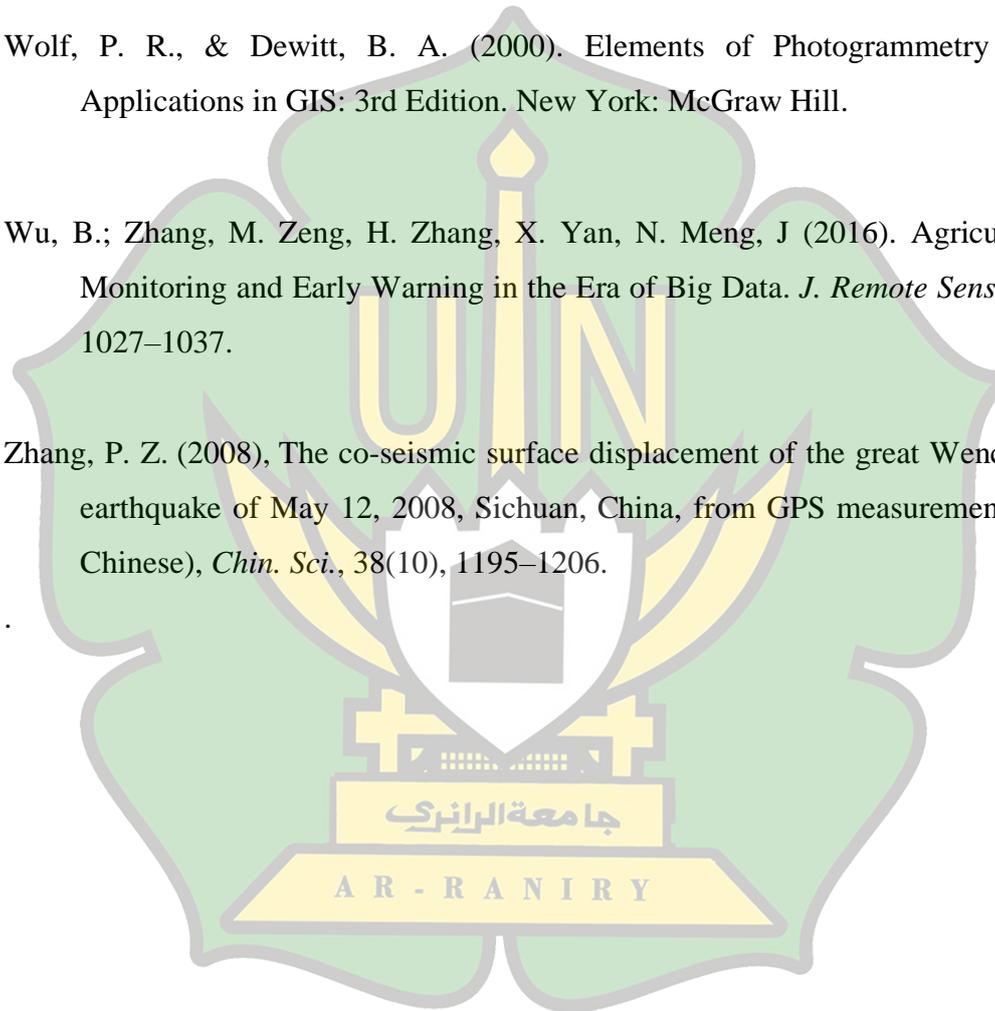
- Etcheber, H., Taillez, A., Abril, G., Garnier, J., Servais, P., Moatar, F., & Commarieu, M. V. (2007). Particulate organic carbon in the estuarine turbidity maxima of the Gironde, Loire and Seine estuaries: Origin and lability. *Hydrobiologia*, 588(1), 245–259.
- Firmansyah, M. D. (2021). Analisis Mikroplastik Pada Sedimen, Air, Dan Kupang Putih (*Corbula faba Hinds*) Di Perairan Kepetingan Sidoarjo, Jawa Timur.
- Frery, Aleandro C, Melo, C A S, Fernandes, R C. 2000. Web-based Interactive Dynamics for Color Models Learning. Brazil: Universidade Federal de Pernambuco Centra de Informatica
- Goddijn-Murphy, L., Dailloux, D., White, M., Bowers, D. (2009). Fundamentals of in situ digital camera methodology for water quality monitoring of coast and ocean. *Sensors*, 9: 5825-5843.
- Gromik, Nicolas A. (2015). “The Effect of Smartphone Video Camera as a Tool to Create Gigital Stories for English Learning Purposes.” *Journal of Education and Learning* 4(4): 64.
- Hadi, I. H., Suhendrayatna, S., & Muchlisin, Z. A. (2018). Status mutu air dan kandungan logam berat pada air dan sedimen di muara Krueng Aceh, Kota Banda Aceh. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir Dan Perikanan*, 7(2) 91-99.
- Hakim, F. (2020). Uji Reliabilitas Metode Suseptibilitas Magnetik dalam Memonitoring Logam Berat pada Sedimen Dasar Sungai Krueng Aceh. Skripsi, 1–100.
- Hanifa, N. R., (2007). Stdi Penggunaan Kamera Digital Low-Cost Non-Metric Auto-Focus untuk Pemantauan Deformasi, Bandung: Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika, ITB.

- Hansen, D. V, & Festa, J. F. (1978). Turbidity maxima in partially mixed estuaries: A two-dimensional numerical model. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 7(4), 347–359
- Hasan, M.T., and Khan, S. (2016). Analysis of GSM-Based Automatic Water Quality Control. *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Manipulation*. Volume 5. Number 6. pp. 5522-5529.
- Hasyim, M., & Listiawan, T. (2015). Penerapan Aplikasi Ibm Spss Untuk Analisis Data Bagi Pengajar Pondok Hidayatul Mubtadi'in Ngunut Tulungagung Demi Meningkatkan Kualitas Pembelajaran dan Kreativitas Karya Ilmiah Guru. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 28–35.
- Indaryanto FR dan Saifullah. (2015). *Limnologi: Ilmu Tentang Perairan Darat*. Untirta Press. Serang.
- Isnain, W. (2016). Kajian Tingkat Kekeruhan Sungai Latuppa Sebagai Sumber Air Bersih Kota Palopo. *Info Teknis Eboni*, 13(2), 131–138.
- Kusuma, A. P., & Sukendra, D. M. (2016). Analisis Spasial Kejadian Demam Berdarah Dengue Berdasarkan Kepadatan Penduduk. 3(1), 1–10.
- L.M. Goddijn, M. White. (2006). Using a digital camera to measure water quality in Galway Bay, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Volume 66, Issues 3-4,.
- Mukhsin, R., Mappigau, P., dan Tenriawaru, A. N. (2017). Pengaruh Orientasi Kewirausahaan Terhadap Daya Tahan Hidup Usaha Di Kota Makassar. *Jurnal Analisis*, 6(2), 188–193.
- Nurjanah, P. (2018). Kualitas Air Parameter Mikrobiologi Dan Status Mutu Air Di Sungai Code , Yogyakarta Kualitas Air Parameter Mikrobiologi Dan Status Mutu Air Di Sungai Code, Yogyakarta. 1–67.

- Nurmalita, Maulidia, dan Syukri, M. (2013). Analisa Kekeruhan Dan Kandungan Sedimen Dan Kaitannya Dengan Kondisi Das Sungai Krueng Aceh. Seminar Nasional, 9(September), 978–979.
- Pangestu, H., & Haki, H. (2013). Analisis Angkutan Sedimen Total Pada Sungai Dawas Kabupaten Musi Banyuasin. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 1(1), 23.
- Patil, K., Patil, S., Patil, S., and Patil, V. (2015). Monitoring of Turbidity, PH & Temperature of Water Based on GSM. *International Journal for Research in Emerging Science and Technology*. Volume 2. Nomor 3. pp 16-21.
- Pour, A. B, Hasyim M., Hidrotermal Alteration Mapping From Landsat 8 Data, Sar Cheshmeh Copper Mining District, South-Eastern Islamic Republik of Iran. *Journal Taibah University of Science*, 9, pp 155-166. 2014.
- Pramono, Gatot.H, (2008). Akurasi Metode IDW dan Krigging untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi. *Forum Geografi*, Vol. 22, No.1, h.97-110
- Pratomo, A. J. (2008). Analisis kerentanan banjir di daerah aliran sungai sengkarang kabupaten pekalongan provinsi jawa tengah dengan bantuan sistem informasi geografis.
- Prihastini, L., (2015). Dampak Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Winogo Terhadap Kualitas Lingkungan Hidup.
- Raharjo, I., Zulkarnain, I., & Suprpto. (2013). Pengaruh Curah Hujan terhadap Kualitas Air Sungai Way Influence of Rainfall on Water Quality River Way Kuripan as Source of Raw Water PDAM Way Rilau. *TekTan Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian*, 5(2), 77–85.
- Rahmat, Izziah, & Saleh, S. M. (2018). Pemanfaatan dan penataan ruang tepi sungai krueng aceh kota banda aceh. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*, 1(1), 90–100.

- Riza, F., Bambang, A. N., & Kismartini. (2015). Tingkat Pencemaran Lingkungan Perairan Ditinjau Dari Aspek Fisika, Kimia Dan Logam Di Pantai Kartini Jepara. *Indonesian Journal of Conservation*, 04(115), 52–60.
- Sagala, R. U. (2019). Analisis Kualitas Air Sungai Gajah Wong Ditinjau Dari Konsentrasi Klorofil-A Dan Indeks Pencemaran. *Skripsi*, 53(9), 1689–1699.
- Sarade, S.S., Joshi, A.C., Patil, S.S., and Shinde, A.N. (2012). Wireless Temperature Monitoring System Using Wireless Sensor Networks. *International Journal of Advanced Research in Electronics and Communication Engineering*. Volume 1. Nomor 4. pp 1-5.
- Setiawan, H. (2001). Pengertian Pencemaran Air Dari Perspektif Hukum Pusat Pengendalian Pencemaran Air.
- Setiyono, Joko. (2018). Jelalatan. Dalam harian Solopos 8 Desember 2018.
- Sittadewi, E.H (2008). Identifikasi Vegetasi Di Koridor Sungai Siak dan Peranannya dalam Penerapan Metode Bioengineering. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia Vol 10*. Hal. 112-118.
- Sugiyono. (2012). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Penerbit ALFABETA, CV. Bandung.
- Suhendar, D. T., Sachoemar, S. I., Zaidy, A. B., Ahli, P., Perikanan, U., & Minggu, P. (2020). (Mpt) Dan Kekeruhan Terhadap Klorofil Dalam Tambak Udang.
- Suriawiria, U. (2003). Mikrobiologi Air & Dasar-Dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis. Bandung: PT Alami.
- Su, X. Hanghang, T dan Ji, P. (2014). Activity Recognition with Smartphone Sensors. *Tsinghua Science and Technology*, 19 (3): 235-249. Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Alfabeta, Bandung.

- Syarifudin., & Santoso, I. (2018). Efektivitas Saringan Abu Sekam Padi untuk Menurunkan Kekeruhan pada Air Sungai Martapura. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 15(2), 647–654.
- Utami, A. W. (2019). Kualitas Air Sungai Citarum. Jurusan Teknik Lingkungan, 1–6.
- Wolf, P. R., & Dewitt, B. A. (2000). Elements of Photogrammetry with Applications in GIS: 3rd Edition. New York: McGraw Hill.
- Wu, B.; Zhang, M. Zeng, H. Zhang, X. Yan, N. Meng, J (2016). Agricultural Monitoring and Early Warning in the Era of Big Data. *J. Remote Sens.* , 20, 1027–1037.
- Zhang, P. Z. (2008), The co-seismic surface displacement of the great Wenchuan earthquake of May 12, 2008, Sichuan, China, from GPS measurements (in Chinese), *Chin. Sci.*, 38(10), 1195–1206.



LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air

Titik Sampel	Titik koordinat	Titik koordinat	TDS mg/L	Turbiditas (NTU)	Secchi	pH	Suhu
	Latitude	Longitude			Disk (cm)		
1	05°33'30.45"	095°19'4.45"	110	77,7	20	8,7	27,6
2	05°33'30.56"	095°19'5.26"	111	79	22	8,5	28,3
3	05°33'31.01"	095°19'5.84"	117	97,9	21	8,6	28,1
4	05°33'35.79"	095°19'4.92"	115	102,6	23	8,5	28,4
5	05°33'36.15"	095°19'5.65"	101	96	20	8	28,6
6	05°33'36.58"	095°19'6.15"	101	80	23	7,9	28,2
7	05°33'39.70"	095°19'6.28"	115	62,9	22	8,1	28,5
8	05°33'40.18"	095°19'5.68"	113	79	24	8,1	27,8
9	05°33'40.77"	095°19'5.04"	114	70	21	7,8	29,3
10	05°33'42.33"	095°19'5.89"	115	73,2	23	5,8	29,5
11	05°33'43.17"	095°19'5.37"	114	91,4	20	6,5	28,7
12	05°33'43.66"	095°19'4.96"	117	74	24	6,1	28,9
13	05°33'48.13"	095°19'5.87"	83	104	26	6,7	29,7
14	05°33'48.39"	095°19'5.15"	116	99,7	21	6,3	28,8
15	05°33'48.98"	095°19'4.50"	84	95,5	21	6,1	30,4
16	05°33'53.11"	095°19'4.10"	116	79	22	6,9	29,7
17	05°33'52.60"	095°19'4.68"	81	101	23	8,5	29,5
18	05°33'52.70"	095°19'5.32"	115	98,8	20	8,2	29,6
19	05°33'57.59"	095°19'5.02"	82	100,2	22	8,5	29,8

Titik Sampel	Titik koordinat Latitude	Titik koordinat Longitude	TDS mg/L	Turbiditas (NTU)	Secchi Disk (cm)	pH	Suhu
20	05°33'58.08"	095°19'4.47"	81	72,3	23	8,7	29,4
21	05°33'58.49"	095°19'3.72"	82	79,7	22	8,4	29,7
22	05°34'3.86"	095°19'4.57"	116	80,1	21	8,1	29,3
23	05°34'4.36"	095°19'5.44"	115	104	20	8	28,5
24	05°34'4.02"	095°19'5.74"	81	99,4	21	8,1	28,2
25	05°34'7.83"	095°19'7.64"	81	79,8	23	8,3	28,3
26	05°34'8.40"	095°19'7.55"	85	97,8	25	8,5	27,9
27	05°34'9.28"	095°19'7.49"	82	98	20	8,1	27,5
28	05°34'11.75"	095°19'12.17"	81	105	23	8,2	27,7
29	05°34'12.43"	095°19'12.41"	116	102	24	8,2	27,8
30	05°34'12.95"	095°19'12.82"	116	80,2	20	8,1	27,6
31	05°34'13.93"	095°19'17.79"	117	82	23	7,8	28,4
32	05°34'14.25"	095°19'16.96"	115	79,8	24	8,6	28,7
33	05°34'14.73"	095°19'16.71"	117	76	24	8,5	28,8
34	05°34'18.37"	095°19'21.87"	118	65	26	8,3	29,9
35	05°34'18.68"	095°19'22.64"	119	65,9	23	8,1	28,9
36	05°34'19.16"	095°19'23.33"	121	73	25	8	29,5
37	05°34'24.81"	095°19'22.28"	122	75	23	8,2	29,6
38	05°34'25.61"	095°19'22.88"	121	54	33	8,1	29,7
39	05°34'26.32"	095°19'23.60"	122	51,5	27	8,3	29,3
40	05°34'31.35"	095°19'23.10"	121	58,3	26	7,7	28,5

Titik Sampel	Titik koordinat Latitude	Titik koordinat Longitude	TDS mg/L	Turbiditas (NTU)	Secchi Disk (cm)	pH	Suhu
41	05°34'31.70"	095°19'22.44"	124	60,7	25	7,8	28,7
42	05°34'31.99"	095°19'21.64"	126	64,1	29	8,1	28,8
43	05°34'37.64"	095°19'19.67"	119	90,7	22	8,3	28,3
44	05°34'37.77"	095°19'18.50"	120	65,3	32	7,9	28,5
45	05°34'37.76"	095°19'17.35"	119	77,4	21	8,2	28,9
46	05°34'42.17"	095°19'13.22"	118	90	24	8,1	29,1
47	05°34'42.09"	095°19'12.19"	117	65,2	25	8,1	29,3
48	05°34'41.33"	095°19'11.15"	118	50	29	7,8	29,2
49	05°34'44.98"	095°19'8.15"	118	49,7	35	8,1	28,8
50	05°34'44.47"	095°19'7.28"	134	57,9	23	8,3	29,2
51	05°34'43.93"	095°19'6.18"	128	54,1	27	7,9	29,8
52	05°34'47.63"	095°19'2.86"	122	67,9	24	8,2	29,7
53	05°34'47.26"	095°19'2.03"	124	52,6	28	8,1	29,6
54	05°34'46.79"	095°19'1.25"	122	55	26	8,1	29,4
55	05°34'48.80"	095°18'58.43"	130	60,2	25	8	28,6
56	05°34'50.16"	095°18'58.49"	140	48,9	36	8,1	28,7
57	05°34'50.95"	095°18'59.36"	142	51	33	8	28,9
58	05°34'54.44"	095°18'57.30"	156	54,7	31	7,9	28,1
59	05°34'54.47"	095°18'56.33"	197	44,5	34	7,9	27,7
60	05°34'54.84"	095°18'55.04"	193	59,3	30	7,9	28,3

Lampiran 2 Pengolahan Data Kamera Digital menggunakan ArcGIS

1. Buka perangkat lunak *smartphone* dan PC untuk memindahkan semua Data Digital Kamera ke dalam PC.
2. Data Digital Kamera di *ekspor* menggunakan aplikasi G-mail.
3. Selanjutnya, Data Digital kamera siap digunakan untuk di *ekstrak* menjadi nilai-nilai RGB.

Lampiran 3 Langkah-langkah Medapatkan Data RGB Menggunakan ArcGIS

1. Klik *open data source manager*.
2. Klik *raster dataset* > pilih data yang ingin di *ekstrak* > klik add > Ok.
3. Klik Identify Features > klik gambar secara homogen di titik yang sama > selesai.



Lampiran 4 Hasil Analisis RGB Data Digital Kamera Smartphone iPhone Xs Max

Titik Sampel	Titik koordinat Latitude	Titik koordinat Longitude	RED	GREEN	BLUE
1	05°33'30.45"	095°19'4.45"	194	181	138
2	05°33'30.56"	095°19'5.26"	193	183	141
3	05°33'31.01"	095°19'5.84"	194	183	139
4	05°33'35.79"	095°19'4.92"	200	188	139
5	05°33'36.15"	095°19'5.65"	198	186	140
6	05°33'36.58"	095°19'6.15"	194	180	134
7	05°33'39.70"	095°19'6.28"	190	179	134
8	05°33'40.18"	095°19'5.68"	188	175	135
9	05°33'40.77"	095°19'5.04"	187	169	133
10	05°33'42.33"	095°19'5.89"	194	180	137
11	05°33'43.17"	095°19'5.37"	194	183	133
12	05°33'43.66"	095°19'4.96"	186	173	124
13	05°33'48.13"	095°19'5.87"	199	186	146
14	05°33'48.39"	095°19'5.15"	195	189	147
15	05°33'48.98"	095°19'4.50"	198	185	145
16	05°33'53.11"	095°19'4.10"	195	183	143
17	05°33'52.60"	095°19'4.68"	201	186	142
18	05°33'52.70"	095°19'5.32"	201	176	128
19	05°33'57.59"	095°19'5.02"	200	186	143
20	05°33'58.08"	095°19'4.47"	195	183	140
21	05°33'58.49"	095°19'3.72"	195	181	141

Titik Sampel	Titik koordinat Latitude	Titik koordinat Longitude	RED	GREEN	BLUE
22	05°34'3.86"	095°19'4.57"	198	186	141
23	05°34'4.36"	095°19'5.44"	205	187	148
24	05°34'4.02"	095°19'5.74"	201	189	146
25	05°34'7.83"	095°19'7.64"	198	184	143
26	05°34'8.40"	095°19'7.55"	200	188	147
27	05°34'9.28"	095°19'7.49"	199	171	123
28	05°34'11.75"	095°19'12.17"	205	191	147
29	05°34'12.43"	095°19'12.41"	200	187	146
30	05°34'12.95"	095°19'12.82"	199	183	143
31	05°34'13.93"	095°19'17.79"	199	189	148
32	05°34'14.25"	095°19'16.96"	197	184	145
33	05°34'14.73"	095°19'16.71"	194	180	129
34	05°34'18.37"	095°19'21.87"	191	182	138
35	05°34'18.68"	095°19'22.64"	192	179	137
36	05°34'19.16"	095°19'23.33"	196	184	142
37	05°34'24.81"	095°19'22.28"	195	180	138
38	05°34'25.61"	095°19'22.88"	188	176	128
39	05°34'26.32"	095°19'23.60"	185	174	133
40	05°34'31.35"	095°19'23.10"	188	175	134
41	05°34'31.70"	095°19'22.44"	190	177	132
42	05°34'31.99"	095°19'21.64"	188	178	134
43	05°34'37.64"	095°19'19.67"	199	175	127

Titik Sampel	Titik koordinat Latitude	Titik koordinat Longitude	RED	GREEN	BLUE
44	05°34'37.77"	095°19'18.50"	193	181	137
45	05°34'37.76"	095°19'17.35"	188	176	122
46	05°34'42.17"	095°19'13.22"	198	172	129
47	05°34'42.09"	095°19'12.19"	182	175	117
48	05°34'41.33"	095°19'11.15"	182	158	119
49	05°34'44.98"	095°19'8.15"	168	158	119
50	05°34'44.47"	095°19'7.28"	169	162	124
51	05°34'43.93"	095°19'6.18"	165	161	121
52	05°34'47.63"	095°19'2.86"	190	158	119
53	05°34'47.26"	095°19'2.03"	165	159	121
54	05°34'46.79"	095°19'1.25"	166	161	126
55	05°34'48.80"	095°18'58.43"	172	167	131
56	05°34'50.16"	095°18'58.49"	151	148	113
57	05°34'50.95"	095°18'59.36"	160	153	114
58	05°34'54.44"	095°18'57.30"	145	142	107
59	05°34'54.47"	095°18'56.33"	148	146	114
60	05°34'54.84"	095°18'55.04"	149	148	118

Lampiran 5 Pengolahan Peta Kualitas Air Menggunakan ArcGis

1. Klik open data source manager.
2. Klik add data > pilih data yang di petakan > Ok.
3. Klik *Arc Toolbox* > pilih *Spatial Analyst Tools*> Interpolation > IDW> Open Attribute Table > masukkan data > save > klik Ok.
4. Klik kanan pada data > pilih *properties* > *settings* > *insert* > *Legend* > *simbology* > selesai.



Lampiran 6 Dokumentasi Pengambilan dan pengukuran Sampel in situ



Proses Menentukan Titik Lokasi
Pengambilan Sampel Menggunakan
GPS



Pengambilan Sampel dan Data Digital
Kamera



Penentuan Pengambilan Sampel Air



Mengukur kedalaman Secchi Disk

Lampiran 7 Dokumentasi Analisis Laboratorium



Sampel Sungai Krueng Aceh



Proses Pengukuran Sampel Sungai Krueng Aceh di laboratorium UIN Ar-Raniry



Proses pengukuran Total Dissolved solid menggunakan TDS meter



Hasil data (mg/L) dari alat TDS meter



Proses Penuangan Sampel Kedalam Botol Lutron Turbidimeter untuk dilakukan pengukuran



Hasil Pengukuran Parameter Kekeruhan (NTU) Menggunakan Turbidimeter



Proses memasukkan data kedalam software Microsoft excel



Mengerjakan proses Korelasi, regresi, & interpolasi di Gedung TDRMC

Lampiran 8 Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021



PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

LAMPIRAN VI
PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 22 TAHUN 2021
TENTANG
PENYELENGGARAAN PERLINDUNGAN DAN
PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP

BAKU MUTU AIR NASIONAL

I. BAKU MUTU AIR SUNGAI DAN SEJENISNYA

No	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
1.	Temperatur	°C	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Perbedaan dengan suhu udara di atas permukaan air
2.	Padatan terlarut total (TDS)	mg/L	1.000	1.000	1.000	2.000	Tidak berlaku untuk muara
3.	Padatan tersuspensi total (TSS)	mg/L	40	50	100	400	
4.	Warna	Pt-Co Unit	15	50	100	-	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)
5.	Derajat keasaman (pH)		6-9	6-9	6-9	6-9	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)
6.	Kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD)	mg/L	2	3	6	12	

7. Kebutuhan . . .

SK No 097089 A



PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

- 2 -

No	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
7.	Kebutuhan oksigen kimiawi (COD)	mg/L	10	25	40	80	
8.	Oksigen terlarut (DO)	mg/L	6	4	3	1	Batas minimal
9.	Sulfat (SO ₄ ²⁻)	mg/L	300	300	300	400	
10.	Klorida (Cl)	mg/L	300	300	300	600	
11.	Nitrat (sebagai N)	mg/L	10	10	20	20	
12.	Nitrit (sebagai N)	mg/L	0,06	0,06	0,06	-	
13.	Amoniak (sebagai N)	mg/L	0,1	0,2	0,5	-	
14.	Total Nitrogen	mg/L	15	15	25	-	
15.	Total Fosfat (sebagai P)	mg/L	0,2	0,2	1,0	-	
16.	Fluorida (F ⁻)	mg/L	1	1,5	1,5	-	
17.	Belerang sebagai H ₂ S	mg/L	0,002	0,002	0,002	-	
18.	Sianida (CN ⁻)	mg/L	0,02	0,02	0,02	-	
19.	Klorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	-	Bagi air baku air minum tidak dipersyaratkan
20.	Barium (Ba) terlarut	mg/L	1,0	-	-	-	
21.	Boron (B) terlarut	mg/L	1,0	1,0	1,0	1,0	
22.	Merkuri (Hg) terlarut	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005	
23.	Arsen (As) terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,10	
24.	Selenium (Se) terlarut	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	
25.	Besi (Fe) terlarut	mg/L	0,3	-	-	-	
26.	Kadmium (Cd) terlarut	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	

27. Kobalt . . .

SK No 065355 A



PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

- 3 -

No	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
27.	Kobalt (Co) terlarut	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	
28.	Mangan (Mn) terlarut	mg/L	0,1	-	-	-	
29.	Nikel (Ni) terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1	
30.	Seng (Zn) terlarut	mg/L	0,05	0,05	0,05	2	
31.	Tembaga (Cu) terlarut	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2	
32.	Timbal (Pb) terlarut	mg/L	0,03	0,03	0,03	0,5	
33.	Kromium heksavalen (Cr-VI)	mg/L	0,05	0,05	0,05	1	
34.	Minyak dan lemak	mg/L	1	1	1	10	
35.	Deterjen total	mg/L	0,2	0,2	0,2	-	
36.	Fenol	mg/L	0,002	0,005	0,01	0,02	
37.	Aldrin/Dieldrin	µg/L	17	-	-	-	
38.	BHC	µg/L	210	210	210	-	
39.	Chlordane	µg/L	3	-	-	-	
40.	DDT	µg/L	2	2	2	2	
41.	Endrin	µg/L	1	4	4	-	
42.	Heptachlor	µg/L	18	-	-	-	
43.	Lindane	µg/L	56	-	-	-	
44.	Methoxychlor	µg/L	35	-	-	-	
45.	Toxapan	µg/L	5	-	-	-	
46.	Fecal Coliform	MPN/100 mL	100	1.000	2.000	2.000	
47.	Total Coliform	MPN/100 mL	1.000	5.000	10.000	10.000	
48.	Sampah		nihil	nihil	nihil	nihil	
49.	Radioaktivitas						
	Gross-A	Bq/L	0,1	0,1	0,1	0,1	
	Gross-B	Bq/L	1	1	1	1	

II. BAKU . . .

SK No 065357 A



PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

- 7 -

Keterangan:

Kelas satu merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kelas dua merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kelas tiga merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kelas empat merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

JOKO WIDODO

Salinan sesuai dengan aslinya

KEMENTERIAN SEKRETARIAT NEGARA
REPUBLIK INDONESIA

Deputi Bidang Perundang-undangan dan
Administrasi Hukum,



Silvanna Djaman

SK No 097107 A