

**TUGAS AKHIR**

**PEMANFAATAN PENGINDRAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI  
GEOGRAFI UNTUK MEMANTAU PERUBAHAN KUALITAS AIR AKIBAT  
KERAMBA JARING APUNG DI DANAU MANINJAU**

*Tugas Akhir Ini Diajukan Sebagai  
Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya*



Disusun Oleh

**FITRI RAMADANI**

**18331028/2018**

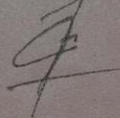
**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH DIPLOMA TIGA  
JURUSAN GEOGRAFI  
FAKULTAS ILMU SOSIAL  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Judul : PEMANFAATAN PENGINDRAAN JAUH DAN SISTEM  
INFORMASI GEOGRAFI UNTUK MEMANTAU  
PERUBAHAN KUALITAS AIR AKIBAT KERAMBA  
JARING APUNG DI DANAU MANINJAU  
Nama : Fitri Ramadani  
NIM / TM : 18331028/2018  
Program Studi : Teknologi Penginderaan Jauh Program Diploma III  
Jurusan : Geografi  
Fakultas : Ilmu Sosial

Padang, 01 November 2021

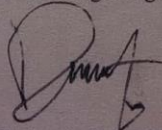
Disetujui Oleh :  
Pembimbing



Dr. Yudi Antomi, M.Si

NIP. 196504261990011004

Mengetahui :  
Ketua Prodi Teknologi Penginderaan Jauh



Dian Adhetya Arif, S.Pd., M.Sc  
NIP. 199009 20201803 1 001

### HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN TUGAS AKHIR

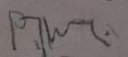
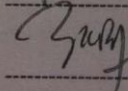
Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir  
Program Studi Teknologi Penginderaan Jauh Program Diploma Tiga  
Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial  
Universitas Negeri Padang  
Pada Hari Rabu, Tanggal 18 Agustus 2021 Pukul 08.00 WIB

### PEMANFAATAN PENGINDRAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFI UNTUK MEMANTAU PERUBAHAN KUALITAS AIR AKIBAT KERAMBA JARING APUNG DI DANAU MANINJAU

Nama : Fitri Ramadani  
TM/NIM : 2018 / 18331028  
Program Studi : Teknologi Penginderaan Jauh Program Diploma III Jurusan  
: Geografi  
Fakultas : Ilmu Sosial

Padang, 01 November 2021

Tim Penguji :

|                     | Nama                    | Tanda Tangan                                                                          |
|---------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Ketua Tim Penguji   | : Dr. Ernawati, M.Si    |  |
| Anggota Tim Penguji | : Drs. Helfia Edial. MT |  |

Mengesahkan  
Dekan FIS UNP

  
Dr. Siti Fatimah, M.Pd., M.Hum  
NIP. 196102 18198403 2 001



**UNIVERSITAS NEGERI PADANG**  
**FAKULTAS ILMU SOSIAL JURUSAN**  
**GEOGRAFI**  
**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH**

Jl. Prof. Dr. Hamka, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25171 Telp. (0751) 7055671 Fax (0751) 7055671

**SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

**Nama** : Fitri Ramadani  
**NIM / BP** : 18331028 / 2018  
**Jurusan/Prodi** : Teknologi Penginderaan Jauh Program Diploma Tiga  
**Fakultas** : Ilmu Sosial

Dengan ini menyatakan, bahwa tugas akhir saya dengan judul :

**“Pemanfaatan Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografi Untuk Memantau Perubahan Kualitas Air Akibat Keramba Jaring Apung Di Danau Maninjau”** adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat dari karya orang lain maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan syarat hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di instansi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara

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

Diketahui Oleh,  
**Ketua Prodi Teknologi Penginderaan Jauh**

**Dian Adhetya Arif, S.Pd., M.Sc**

**NIP. 199009 20201803 1 001**

Padang, 01 November 2021

**Saya yang menyatakan**



**Fitri Ramadani**

**NIM/BP : 18331028 / 2018**

## ABSTRAK

**Fitri Ramadani. 2021. Pemanfaatan Pengindraan Jauh Dan Sistem Informasi Geografi Untuk Memantau Perubahan Kualitas Air Akibat Keramba Jaring Apung Di Danau Maninjau. Tugas Akhir. Program Studi Teknologi Penginderaan Jauh Diploma Tiga. Jurusan Geografi. Fakultas Ilmu Sosial. Universitas Negeri Padang.**

Penelitian ini dilatar belakangi untuk melihat perubahan keramba jaring apung (KJA) di Danau Maninjau. Perubahan jumlah keramba jaring apung (KJA) menyebabkan berubahnya kualitas air di danau. Di khawatirkan perubahan keramba jaring apung akan berdampak negatif terhadap lingkungan perairan danau dan keberlangsungan industri budidaya ikan. Terlihat pada tahun 2017 terdapat sekitar 19,115 petak keramba yang telah melebihi batas maksimal 6.000 petak keramba. Pakan ikan yang tersisa mencemari air danau, ketinggian lumpur danau akibat sisa pakan ikan melebihi 2 hingga 30 m di sekitar danau.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan menggunakan Metode *Case 2 Regional Coast Colour* (C2RCC). Data yang di butuhkan yaitu citra sentinel 2 tahun 2015, 2017 dan 2020. Citra tersebut di gunakan untuk melihat persebaran, perubahan keramba jaring apung di Danau Maninjau dan untuk melihat perubahan kualitas air di Danau Maninjau. Persebaran KJA yaitu dengan melakukan deliniasi terhadap objek KJA di Danau Maninjau, dan untuk melihat perubahan KJA yaitu dengan mengoverlay antara KJA 2015 dengan KJA 2017 atau antara KJA 2017 dengan KJA 2020. Melihat perubahan kualitas air di Danau Maninjau yaitu dengan menggunakan metode C2RCC, dimana metode ini mengolah citra yang sudah terkoreksi di aplikasi SNAP metode ini menghasilkan tingkat konsentrasi Klorofil-a dan tingkat TSS, untuk melihat kebenaran data dari pengolahan citra di uji dengan data dilapangan, data tersebut didapatkan dari penelitian terdahulu.

Berdasarkan pengolahan data di dapatkan jumlah KJA pada tahun 2015 terdapat 21.651 petak dengan luas 212,63 m<sup>2</sup>, jumlah KJA pada tahun 2017 terdapat 19.119 petak dengan luas 192,60 m<sup>2</sup>, dan jumlah KJA pada tahun 2020 terdapat 17.000 dengan luas 166,94 m<sup>2</sup>. Hasil pengolahan data dari citra dan lapangan di dapatkan kualitas air mengalami pencemaran berat yaitu pada tahun 2017 yaitu dengan konsentrasi klorofil-a 0,045 mg/l – 20 mg/l dan tingkat TSS yaitu 50 mg/l – 450 mg/l.

**Kata kunci:** *Pengindraan Jauh, Kualitas Air, Keramba Jaring Apung*

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah* *rabbil'alamin*, puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Pemanfaatan Pengindraan Jauh Dan Sistem Informasi Geografi Untuk Memantau Perubahan Kualitas Air Akibat Keramba Jaring Apung Di Danau Maninjau”**.

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Teknologi Penginderaan Jauh Diploma Tiga. Jurusan Geografi. Fakultas Ilmu Sosial. Universitas Negeri Padang.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan berbagai sumbangan pikiran, bimbingan dan saran-saran dari berbagai pihak, oleh sebab itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu Dilla Angraina, S. Si., M. Pd sebagai penasehat akademis, Bapak Dr. Yudi Antoni, M.Si sebagai pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan kepada penulis.
2. Ibu Dr. Ernawati, M.Si dan Bapak Drs. Helfia Edial, MT sebagai penguji yang telah memberikan masukan kepada penulis untuk kesempurnaan tugas akhir ini.

3. Bapak ketua prodi dan Administrasi prodi Teknologi Pengindraan Jauh yang telah memberikan masukan dan kemudahan untuk pedulis menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Yang Mulia dan tercinta Ayahanda Ismail dan Ibunda Erni, serta saudara tercinta Reno Fitri, Muhammad Hamdi Putra, dan Cika Déwi Pertiwi yang telah mencurahkan kasih sayang dan dorongan lahir dan batin untuk keberhasilan pedulus. Tetaplah teguh dan yakin bahwa selagi ada mimpi, cita dan cinta semuanya bisa dengan ridha-Nya.
5. Kepada semua rekan-rekan di Alamanda 2, dan TPJ 2018 dan semua pihak yang telah menjadi motivator dan inspirator dalam perjuangan ini.

Semoga semua bantuan, arahan, dan bimbingan yang diberikan kepada pedulis dibalas oleh Allah SWT dengan balasan yang setimpal serta pahala yang berlipat ganda dari Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritikan yang bersifat membangun dari berbagai pihak, serta berharap semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Padang, 11 Oktober 2021

Penulis



## DAFTAR ISI

|                                                                                     |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                                                             | <b>i</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                                                           | <b>iii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                                           | <b>iv</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                                                      | <b>1</b>   |
| A. Latar Belakang.....                                                              | 1          |
| B. Rumusan Masalah .....                                                            | 5          |
| C. Tujuan Penelitian .....                                                          | 5          |
| D. Manfaat Penelitian .....                                                         | 6          |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                                                | <b>7</b>   |
| A. Kajian Tiori .....                                                               | 7          |
| B. Penelitian Relevan .....                                                         | 25         |
| C. Kerangka Konsep .....                                                            | 30         |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>                                              | <b>31</b>  |
| A. Bentuk Penelitian .....                                                          | 31         |
| B. Alat Dan Bahan .....                                                             | 31         |
| C. Jenis dan Sumber Data .....                                                      | 32         |
| D. Teknik Pengumpulam Data .....                                                    | 32         |
| E. Teknik Pengolahan Data.....                                                      | 33         |
| F. Diagram Alir .....                                                               | 35         |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                                             | <b>37</b>  |
| Deskripsi Wilayah Penelitian .....                                                  | 37         |
| <b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                             | <b>37</b>  |
| A. Keramba Jaring Apung (KJA) .....                                                 | 41         |
| B. Kualitas Air Danau Maninjau.....                                                 | 54         |
| C. Hubungan Antara Total Suspended Solid (TSS) dengan Kecerahan dan Kekeruhan ..... | 84         |
| D. Hubungan Antara Tingkat Nitrat dan Fosfat dengan Konsentrasi Klorofil-a .....    | 85         |



|                                                                                                 |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| E. Hubungan Kualitas Air dengan Perubahan Keramba Jaring Apung (KJA) di<br>Danau Maninjau ..... | 86        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                                                         | <b>88</b> |
| A. Kesimpulan.....                                                                              | 88        |
| B. Saran .....                                                                                  | 88        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                                                      | <b>89</b> |

## DAFTAR TABEL

|                                                                            | <b>Halaman</b> |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Table 2.1 Tingkat Kesesuaian Nilai TSS Bagi Perairan .....                 | 16             |
| Tabel 2.2 Spesifikasi Satelit Sentinel 2-A .....                           | 25             |
| Tabel 2.3 Penelitian Relevan.....                                          | 30             |
| Tabel 3.1 Jenis dan Sumber Data.....                                       | 33             |
| Tabel 4.1 Beberapa ciri fisik Danau Maninjau (Puslit Limnologi LIPI) ..... | 38             |
| Tabel 4.2 Luas KJA Tahun 2015 .....                                        | 42             |
| Tabel 4.3 Luas KJA Tahun 2017 .....                                        | 45             |
| Tabel 4.4 Perubahan Luas dan Jumlah KJA Tahun 2015 dan 2017 .....          | 46             |
| Tabel 4.5 Luas KJA Tahun 2020 .....                                        | 49             |
| Tabel 4.6 Perubahan Luas dan Jumlah KJA Tahun 2018 dan 2020 .....          | 50             |
| Tabel 4.7 Data kualitas air di pengukuran lapangan 2015 .....              | 74             |
| Tabel 4.7 Data kualitas air di pengukuran lapangan 2017 .....              | 77             |
| Tabel 4.7 Data kualitas air di pengukuran lapangan 2020 .....              | 80             |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                            | <b>Halaman</b> |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Gambar 2.1 Kerangka Konseptual .....                                       | 31             |
| Gambar 3.1 Diagram Alir .....                                              | 36             |
| Gambar 4.1 Peta Administrasi Tanjung Raya .....                            | 39             |
| Gambar 4.2 Tata letak KJA di Desa Koto Malintang pada tahun 2015.....      | 40             |
| Gambar 4.3 Tata letak KJA di Desa Koto Kociak pada tahun 2015 .....        | 42             |
| Gambar 4.4 Peta persebaran KJA di Danau Maninjau tahun 2015.....           | 43             |
| Gambar 4.5 Tata letak KJA di Desa Bayua pada tahun 2017 .....              | 43             |
| Gambar 4.6 Tata letak KJA di Desa Koto Malintang pada tahun 2017.....      | 45             |
| Gambar 4.7 Peta persebaran KJA di Danau Maninjau tahun 2017.....           | 46             |
| Gambar 4.8 Peta persebaran KJA di Danau Maninjau tahun 2015 dan 2017 ..... | 47             |
| Gambar 4.9 Tata letak KJA di Desa Malintang pada tahun 2020.....           | 48             |
| Gambar 4.10 Tata letak KJA di Desa Koto Kociak pada tahun 2020.....        | 50             |
| Gambar 4.11 Tata letak KJA di Desa Sungai Batang pada tahun 2020.....      | 50             |
| Gambar 4.12 Tata letak KJA di Desa Koto Kociak pada tahun 2020.....        | 51             |
| Gambar 4.13 Peta persebaran KJA di Danau Maninjau tahun 2018 dan 2020....  | 52             |
| Gambar 4.14 Peta Kondisi konsentrasi klorofil-a Maret 2015 .....           | 53             |
| Gambar 4.15 Peta Tingkat TSS Maret 2015 .....                              | 57             |
| Gambar 4.16 Peta Kondisi konsentrasi klorofil-a Mei 2015 .....             | 57             |
| Gambar 4.17 Peta Tingkat TSS Mei 2015 .....                                | 59             |
| Gambar 4.18 Peta Kondisi konsentrasi klorofil-a Agustus 2015.....          | 59             |
| Gambar 4.19 Peta Tingkat TSS Agustus 2015.....                             | 60             |
| Gambar 4.20 Peta Kondisi konsentrasi klorofil-a Maret 2017 .....           | 61             |
| Gambar 4.21 Peta Tingkat TSS Maret 2017 .....                              | 62             |
| Gambar 4.22 Peta Kondisi konsentrasi klorofil-a Mei 2017 .....             | 63             |
| Gambar 4.23 Peta Tingkat TSS Mei 2015 .....                                | 64             |
| Gambar 4.24 Peta Kondisi konsentrasi klorofil-a Agustus 2017.....          | 65             |
| Gambar 4.25 Peta Tingkat TSS Agustus 2017.....                             | 66             |
| Gambar 4.26 Peta Kondisi konsentrasi klorofil-a Maret 2020 .....           | 67             |
| Gambar 4.27 Peta Tingkat TSS Maret 2020 .....                              | 68             |

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.28 Peta Kondisi konsentrasi klorofil-a Mai 2020 .....     | 69 |
| Gambar 4.29 Peta Tingkat TSS Mai 2020 .....                        | 70 |
| Gambar 4.30 Peta Kondisi konsentrasi klorofil-a Agustus 2020 ..... | 70 |
| Gambar 4.31 Peta Tingkat TSS Agustus 2020.....                     | 72 |
| Gambar 4.32 Peta Tingkat Nitrit 2015.....                          | 73 |
| Gambar 4.33 Peta Tingkat Nitrat 2015 .....                         | 75 |
| Gambar 4.34 Peta Tingkat Nitrogen 2015 .....                       | 75 |
| Gambar 4.35 Peta Tingkat fospat 2015.....                          | 76 |
| Gambar 4.36 Peta Tingkat fosfat 2017 .....                         | 76 |
| Gambar 4.37 Peta Tingkat Nitrat 2017 .....                         | 78 |
| Gambar 4.38 Peta Tingkat Nitrit 2017.....                          | 78 |
| Gambar 4.39 Peta Tingkat Amonia 2017.....                          | 79 |
| Gambar 4.40 Peta Tingkat Sulful 2017.....                          | 79 |
| Gambar 4.41 Peta Tingkat Amoniak 2020.....                         | 80 |
| Gambar 4.33 Peta Tingkat Nitrat 2020 .....                         | 81 |
| Gambar 4.34 Peta Tingkat Nitrit 2020.....                          | 81 |
| Gambar 4.35 Peta Tingkat COD 2020 .....                            | 82 |
| Gambar 4.36 Peta Tingkat Fosfat 2020.....                          | 82 |
| Gambar 4.37 Peta Tingkat PH 2020 .....                             | 83 |
| Gambar 4.38 Peta Tingkat Suhu 2020 .....                           | 83 |

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Semua makhluk hidup di dunia ini membutuhkan air, mulai dari mikroorganisme sampai dengan makhluk yang paling mulia yaitu manusia. Air merupakan kebutuhan utama untuk proses kehidupan. Air adalah bahan alam yang diperlukan untuk kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan yaitu sebagai media pengangkut zat-zat makanan, dan sumber energi serta sebagai kebutuhan lainnya. Tanpa ada air, tidak akan ada kehidupan di dunia ini, karena semua makhluk hidup sangat memerlukan air untuk bertahan dan mempertahankan hidupnya. Manusia dapat hidup beberapa hari tanpa makan tapi tidak akan bertahan selama beberapa hari jika tidak minum, jadi dapat disimpulkan bahwa sebagian besar zat pembentuk tubuh manusia adalah air.

Namun masalah utama yang dihadapi berkaitan dengan sumber air adalah kualitas air yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan yang terus meningkat dan kualitas air yang digunakan untuk keperluan domestik yang semakin menurun dari tahun ke tahun. Beberapa kegiatan yang mengakibatkan kualitas air menurun adalah kegiatan industri, domestik, dan kegiatan lain yang berdampak negatif terhadap sumber daya air. Salah satu sumber daya air yang melimpah terbentuk secara alami maupun buatan adalah danau.

Danau merupakan wadah air dan ekosistem yang terbentuk secara alamiah dan berfungsi sebagai tempat berlangsungnya siklus hidup flora dan fauna, juga sebagai sumber air yang dapat digunakan langsung oleh masyarakat sekitar. Danau bisa terbentuk oleh beberapa proses alam seperti gempa

(tektonik), letusan gunung berapi (vulkanik), dataran banjir, meander, dan sesar (Hadisusanti, 2015). Kebanyakan danau di Indonesia merupakan vulkanik, danau tektonik dan dataran banjir. Salah satu danau di Pulau Sumatra yang terbentuk dari proses tektonik dan vulkanik yaitu Danau Maninjau.

Danau Maninjau adalah salah satu danau yang terletak di bagian barat Pulau Sumatera tepatnya berada di Kabupaten Agam. Secara geologis kawasan ini berada pada ketinggian 461,5 m dengan luas wilayah 9.950 hektar. Danau Maninjau sangat bermanfaat bagi masyarakat sekitar terutama sebagai tempat wisata, pembangkit listrik tenaga air dan perikanan. Segala aktivitas yang dilakukan oleh masyarakat sekitar akan mempengaruhi kualitas air Danau Maninjau.

Salah satu aktivitas yang dilakukan oleh masyarakat di sekitar Danau Maninjau budidaya ikan dengan keramba jaring apung (KJA) yang berpotensi besar menimbulkan pencemaran air. Di khawatirkan peningkatan jumlah keramba yang tidak terkendali akan berdampak negatif terhadap lingkungan perairan danau dan keberlangsungan industri budidaya ikan. Pada tahun 2018 terdapat sekitar 17.500 petak keramba jaring apung yang telah melampaui batas maksimal 6.000 keramba (Badan statistik Agam, 2019). Pemanfaatan danau untuk budidaya ikan melalui keramba apung telah menyebabkan gangguan kualitas air di Danau. Pakan ikan yang tersisa mencemari air danau, Ketinggian lumpur danau akibat sisa pakan ikan melebihi 2 hingga 30 m di sekitar danau (Daniel et al., 2019).

Pencemar utama yang masuk ke perairan danau antara lain limbah organik, residu, pestisida, zat anorganik, dan zat lain yang masuk ke perairan danau secara cepat atau lambat. Selain itu logam berat juga bisa masuk ke dalam air. Pada konsentrasi rendah, organisme biasanya membutuhkan beberapa logam berat untuk tumbuh, tetapi jika konsentrasi logam berat di dalam air melebihi ambang batas, hal itu dapat menjadi racun bagi organisme tersebut.

Kenaikan logam berat biasanya disebabkan oleh masuknya limbah industri, pertambangan, rumah tangga dan pertanian. Pencemaran air danau tidak hanya akan menimbulkan kerugian ekonomi dan ekologi berupa penurunan produktivitas organisme air, tetapi juga membahayakan kesehatan bahkan berangsur-angsur mengakibatkan kematian masyarakat yang menggunakan air danau untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Parameter pencemar air danau dapat diukur dengan menggunakan beberapa parameter diantaranya meliputi TSS, konsentrasi klorofil-a, tingkat kekeruhan dll.

Kualitas air di Danau Maninjau dalam keadaan buruk atau tercemar. Terlihat bahwa kualitas air di muara sungai mencapai nilai WQI rata-rata sebesar 68,75 (Yudi Antomi, et al 2016 ). Berkurangnya kualitas air di Danau Maninjau semakin mengkhawatirkan, sehingga perlu dilakukan pemantauan kualitas air, pemantauan tersebut bertujuan untuk mengendalikan atau mengantisipasi dampak buruk yang akan terjadi pada manusia dan makhluk hidup lainnya. Pemantauan kualitas air memanfaatkan perkembangan teknologi penginderaan jauh yang tidak terlepas dari perkembangan teknologi satelit.



Teknologi satelit berkembang dengan berbagai kemampuan dalam memberikan data citra satelit yang berhubungan dengan informasi tentang permukaan bumi. Citra satelit memiliki variasi yaitu terdiri dari citra resolusi spasial rendah sampai resolusi spasial tinggi. Citra tersebut juga tersedia dengan gratis dan berbayar. Beberapa citra berkembang sampai saat ini salah satunya yaitu citra satelit Sentinel-2. Citra Sentinel-2 adalah salah satu citra yang tergolong mudah di dapatkan, tersedia juga dengan cara gratis tidak hanya itu citra Sentinel-2 menawarkan data dengan kualitas data citra dengan resolusi spasial yang baik yaitu  $10 \times 10 \text{ m}^2/\text{piksal}$ , dibandingkan dengan citra landsat yang memiliki resolusi spasial  $30 \times 30 \text{ m}^2/\text{piksal}$ .

Pemanfaatan citra satelit untuk memantau kualitas air, tidak terlepas dari beberapa metode terdiri dari *Case 2 Regional Coast Colour* (C2RCC) adalah metode dimana menghasilkan total muatan suspensi dan konsentrasi klorofil-a dan prosesor warna samudra multi-misi, berlaku untuk MERIS, OLCI, MODIS, SeaWiFS, dan Sentinel 2 MSI. Penelitian ini juga pernah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu yang masing-masing menggunakan metode yang berbeda-beda seperti Brockmann et al., (2016) yang menggunakan metode C2RCC membahas perbandingan MSI C2RCC Sentinel 2 dengan pengukuran in-situ di AAOT, Liu et al., (2017) yang menggunakan metode SPM atau TSS membahas konsentrasi Materi Partikulat yang Ditanggihkan di Danau Poyang.

Dari uraian masalah di atas penulis mengangkat penelitian dengan judul  
**“Pemanfaatan Teknologi Pengindraan Jauh dan Sistem Informasi Geografi Untuk Memantau Perubahan Kualitas Air Akibat Keramba Jaring Apung Di Danau Maninjau”**

#### **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah pada penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana perubahan keramba jaring apung di Danau Maninjau pada tahun 2015, 2017 dan 2020 dengan memanfaatkan Citra Sentinel-2 ?
2. Bagaimana perubahan kualitas air akibat keramba jaring apung di Danau Maninjau dengan memanfaatkan citra sentinel-2 ?

#### **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan pada penelitian sebagai berikut :

1. Mengetahui perubahan keramba jaring apung di Danau Maninjau pada tahun 2015, 2017 dan 2020 dengan memanfaatkan citra sentinel-2.
2. Mengetahui perubahan kualitas air akibat keramba jaring apung di Danau Maninjau dengan memanfaatkan citra sentinel-2.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka manfaat dari penelitian sebagai berikut :

1. **Bagi pemerintah**, sebagai bahan pertimbangan untuk mengambil keputusan terkait pengolahan air di Danau Maninjau, dan juga sebagai

bahan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan yang berkaitan dengan pembudi dayaan KJA yang telah melebihi batas maksimum.

2. **Bagi Masyarakat,** memberikan gambaran kepada masyarakat bagaimana kondisi air di Danau Maninjau dan dapat mengetahui apa-apa saja yang menyebabkan berkurangnya kualitas air sehingga masyarakat dapat melakukan pengendalian terhadap berkurangnya kualitas air Danau Maninjau.
3. **Bagi peneliti selanjutnya,** sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Tiori**

##### **1. Kualitas Air**

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan dan perikehidupan manusia, serta untuk memajukan kesejahteraan umum, sehingga menjadi modal dasar dan faktor utama pembangunan (Kementrian lingkungan hidup, 2016). Air adalah substansi yang paling melimpah di permukaan bumi, merupakan komponen utama yang secara konstan membentuk permukaan bumi (Indarto, 2010). Jadi Air merupakan sumberdaya yang sangat esensial bagi makhluk hidup, yaitu digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, kebutuhan pertanian, perikanan, maupun kebutuhan lainnya. Masalah yang paling mendasar yang berkaitan dengan air yaitu kualitas air.

Kualitas air (water quality) sangat penting karena merupakan dasar dan patokan mencapai tujuan pengelolaan air sesuai dengan peruntukannya. Belajar tentang air pada dasarnya menyangkut dua hal yaitu kuantitas dan kualitasnya. Masalah ini Penting untuk menentukan di mana masalahnya. Untuk memenuhi kebutuhan akan air perlu dirumuskan baku mutu air yaitu kondisi ideal yang ingin dicapai, Kondisi maksimal yang bisa ditoleransi sesuai namanya.

Kualitas air bisa diartikan sebagai kondisi kualitatif, tercermin dalam kategori, parameter: organik, Anorganik, fisika, biologi, radiologi

yang berhubungan dengan kehidupan. Semakin tinggi kualitas lingkungan perairan tersebut maka semakin bagus juga kehidupan di wilayah tersebut. Salah satu dampak dari perkembangan kondisi adalah perubahan kondisi fisik dan kualitas air dalam tubuh. Di badan air dekat dan dekat proyek pembangunan di bawah tanah. Di sisi lain, kondisi dan kualitas air dapat mempengaruhi proyek irigasi. Perubahan kualitas air mungkin terjadi karena Pencemaran, baik pencemaran fisik, kimiawi atau biologis. Jika tidak dicegah atau dikendalikan, efek pencemaran akan membahayakan nyawa manusia itu sendiri, baik dalam bidang kesehatan maupun sosial ekonomi. Polusi tidak selalu itu berasal dari satu sumber, tetapi bisa juga berasal dari kegiatan di dalam kawasan (DAS). Terkait masalah kualitas air.

Berbagai karakteristik fisik yang dapat mempengaruhi air:

**a. Suhu**

Suhu air sangat mempengaruhi aktivitas biologi yang ada dalam air, karena kenaikan suhu perairan dapat menaikkan aktivitas biologi sehingga dapat menghasilkan O<sub>2</sub> yang lebih banyak lagi. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 bahwa temperatur maksimum yang diperbolehkan adalah 30°C. Penyimpanan terhadap ketentuan ini akan mengakibatkan:

- 1) Meningkatnya daya atau tingkat toksisitas bahan kimia atau bahan pencemar dalam air.
- 2) Pertumbuhan mikroba dalam air.

Perubahan suhu yang naik maupun turun yang berlangsung secara mendadak, seringkali dapat menyebabkan kematian bagi organisme-organisme perairan terutama ikan, dan seringkali disebut “*shock-thermal*”. Pembuangan air yang bersuhu tinggi dalam jumlah banyak dapat menaikkan suhu perairan penerima beberapa derajat di atas suhu normal. Kenaikkan itu akan mempengaruhi organisme-organisme penghuniperairan terutama ikan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Adanya kenaikan suhu juga dapat berakibat berkembangnya suburnya jenis-jenis alga beracun, terutama kelompok *Cyanophyta*.

#### **b. Warna**

Warna air dapat di ketahui bahwa sumber air ada dari beberapa tempat sehingga warna yang dimiliki pun berbeda-beda. Sehingga hal tersebut tidak dapat langsung diterima oleh masyarakat. Warna air yang dapat ditimbulkan dikarenakan adanya ion besi, mangan, humus, biota laut, plankton, dan limbah industri (Suwittoku, 2013). Deteksi warna air dapat dilakukan oleh indra penglihatan, deteksi ini akan lebih akurat jika dilanjutkan dengan deteksi kekeruhan. Apabila warna air tidak lagi bening, keruh atau tidak lagi jernih misalnya berwarna kecoklatan, dapat diduga air tersebut tercemar oleh besi. Air yang berwarna penyimpang dengan warna aslinya, tidak baik digunakan sebagai air minum. Adapun tujuan dari deteksi warna pada air minum ini adalah untuk mengetahui warna yang tampak pada air. Persyaratan

air minum yaitu harus tidak berwarna atau jernih. Air yang menyimpang dengan warna tersebut, tidak baik dikonsumsi (Suwittoku, 2013).

### **c. Bau**

Bau pada air dapat disebabkan oleh benda asing yang masuk ke dalam air contohnya bangkai binatang, bahan buangan, ataupun disebabkan karena proses penguraian senyawa organik oleh bakteri. Pada peristiwa penguraian senyawa organik yang dilakukan oleh bakteri tersebut dihasilkan gas-gas berbau menyengat dan bahkan ada yang beracun. Pada peristiwa penguraian zat organik berakibat meningkatkan penggunaan oksigen terlarut di air ( $BOD = \text{Biological Oxighen Demand}$ ) oleh bakteri dan mengurangi kuantitas oksigen terlarut ( $DO = \text{Disvolved Oxigen}$ ) di dalam air. Senyawa-senyawa organik umumnya tidak stabil dan mudah dioksidasi secara biologis dan kimia menjadi senyawa stabil atau biasa dikenal dengan istilah BOD dan COD.

Kebutuhan oksigen biologi (BOD) adalah parameter kualitas air lain yang penting. BOD menunjukkan banyaknya oksigen yang digunakan bila bahan organik dalam suatu volume air tertentu dirombak secara biologis. Sedangkan kebutuhan oksigen kimia (COD) merupakan suatu cara untuk menentukan kandungan bahan organik dalam air buangan dan perairan alami. Dari segi estetika, air yang berbau, apabila bau busuk seperti bau telur yang membusuk (misalnya oleh  $H_2S$ ) ataupun air yang berasal secara alami, tidak dikehendaki dan

tidak dibenarkan oleh peraturan yang berlaku. Pada air minum tidak boleh ada bau yang merugikan pengguna air.

Bau pada air minum dapat dideteksi dengan menggunakan hidung. Tujuan deteksi bau pada air minum yaitu untuk mengetahui ada bau atau tidaknya bau yang berasal dari air minum yang disebabkan oleh pencemar. Apabila air minum memiliki bau maka dapat dikategorikan sebagai air minum yang tidak memenuhi syarat dan kurang layak untuk dimanfaatkan sebagai air minum. Pada persyaratan air bersih yaitu harus tidak boleh ada bau. Karena bau pada air disebabkan adanya benda asing yang masuk kedalam air sehingga terlarut dan terurai didalam air lalu dapat mengganggu kesehatan apabila dikonsumsi (Suwittoku,2013).

#### **d. Rasa**

Rasa yang terdapat dalam air dihasilkan dengan adanya kehadiran organisme seperti mikroorganisme dan bakteri, kemudian adanya limbah padat dan limbah cair dari hasil pembuangan rumah tangga yang kemungkinan adanya sisa-sisa yang digunakan untuk infeksi misalkan klor. Rasa pada air dapat ditimbulkan oleh beberapa hal yaitu adanya gas terlarut seperti  $H_2S$ , organisme hidup, adanya limbah padat dan limbah cair dan kemungkinan adanya sisa-sisa bahan yang digunakan untuk disinfektan seperti klor. Rasa pada air minum diupayakan netral atau tawar, sehingga dapat diterima oleh para konsumen air minum (Sutrisno, 2004).



Air minum biasanya tidak memberikan rasa (tawar). Air yang berasa menunjukkan kehadiran berbagai zat yang dapat membahayakan kesehatan. Efek yang dapat ditimbulkan terhadap kesehatan manusia tergantung pada penyebab timbulnya rasa. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002, diketahui bahwa syarat air minum yang dapat dikonsumsi manusia adalah tidak berasa.

#### **e. Kekeruhan**

Kekeruhan merupakan sifat optik dari suatu larutan yang menyebabkan cahaya yang melaluinya terabsorpsi dan terbias dihitung dalam satuan mg/l  $\text{SiO}_2$  Unit Kekeruhan Nephelometri (UKN). Air akan dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi, sehingga memberikan warna atau rupa yang berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi tanah liat, lumpur dan bahan-bahan organik. Kekeruhan tidak merupakan sifat air yang membahayakan, tetapi kekeruhan menjadi tidak disenangi karena rupanya. Kekeruhan walaupun hanya sedikit dapat menyebabkan warna lebih tua dari warna yang sesungguhnya. Setiap tingkat, kekeruhan dipengaruhi oleh pH air. Kekeruhan pada air minum pada umumnya telah diupayakan sedemikian rupa sehingga air menjadi jernih (Sutrisno, 2004).

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa kualitas air di danau maninjau semakin menurun, dapat kita lihat dari baunya yang sangat khas,

warnanya yang terlalu pekat, memiliki rasa, suhunya yang tinggi, dan tingkat kekeruhan yang sangat pekat.

Parameter pencemar air danau dapat diukur dengan menggunakan beberapa parameter diantaranya meliputi TSS, konsentrasi klorofil-a, tingkat kekeruhan, fosfat, nitrat dll.

Konsentrasi klorofil-a berasal dari bahasa Yunani dan terdiri dari dua suku kata yaitu kloros (hijau) dan filum (daun). Klorofil-a menangkap vitalitas atau energi matahari, dan digunakan untuk menguraikan molekul  $H_2O$  menjadi unsur H dan  $O_2$ , kemudian menggabungkannya dengan unsur H dan gas  $CO_2$  untuk menghasilkan gula atau karbohidrat. Melalui proses fotosintesis juga dihasilkan produk samping berupa gas  $O_2$ . Klorofil adalah zat hijau daun yang terkenal, pigmen yang ditemukan dalam organisme produksi yang dapat mengubah karbondioksida menjadi karbohidrat melalui fotosintesis.

Klorofil-a adalah salah satu parameter terpenting yang menentukan produktivitas primer laut. Distribusi konsentrasi klorofil-a berkaitan erat dengan kondisi oseanografi perairan. Beberapa parameter fisika dan kimia yang mengontrol dan mempengaruhi distribusi klorofil-a adalah intensitas cahaya dan unsur hara (terutama nitrat, fosfat dan silikat). Perbedaan parameter fisik dan kimia secara langsung bertanggung jawab atas perubahan produktivitas primer di beberapa tempat di lautan. Klorofil-a merupakan komponen penting yang didukung oleh fitoplankton dan tumbuhan air, keduanya merupakan sumber pakan ikan. Klorofil-a merupakan pigmen aktif dalam sel tumbuhan dan berperan penting dalam proses fotosintesis.

Eutrofikasi adalah penggunaan unsur hara/unsur hara berupa zat anorganik yang dibutuhkan tanaman untuk memperkaya (memperkaya) air, sehingga meningkatkan produktivitas dasar air. Nutrisi yang dimaksud adalah nitrogen dan fosfor. Eutrofikasi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu eutrofikasi buatan atau budaya dan eutrofikasi alami. Jika peningkatan nutrisi di badan air disebabkan oleh aktivitas manusia, eutrofikasi diklasifikasikan sebagai eutrofikasi buatan (budaya). Peningkatan unsur hara pada perairan yang tidak disebabkan oleh aktivitas manusia, tetapi oleh aktivitas alam diklasifikasikan sebagai eutrofikasi alami (Effendi, 2003). Eutrofikasi dibagi menjadi empat jenis status yaitu:

Oligotrof adalah status trofik air danau dan/atau waduk yang mengandung unsur hara dengan kadar rendah, status ini menunjukkan kualitas air masih bersifat alamiah belum tercemar dari sumber unsur hara N dan P. Mesotrof adalah status trofik air danau dan/atau waduk yang mengandung unsur hara dengan kadar sedang, status ini menunjukkan adanya peningkatan kadar N dan P, namun masih dalam batas toleransi karena belum menunjukkan adanya indikasi pencemaran air. Eutrofik adalah status trofik air danau dan/atau waduk yang mengandung unsur hara dengan kadar tinggi, status ini menunjukkan air telah tercemar oleh peningkatan kadar N dan P. Hipereutrofik adalah status trofik air danau dan/atau waduk yang mengandung unsur hara dengan kadar sangat tinggi, status ini menunjukkan air telah tercemar berat oleh peningkatan kadar N dan P.

TSS adalah bahan tersuspensi (diameter  $> 1 \mu\text{m}$ ) dan dipasang dalam filter mikroporous dengan ukuran pori  $0,45 \mu\text{m}$ . TSS terdiri dari lumpur, pasir halus dan mikroorganisme. Penyebab utama TSS dalam air adalah erosi tanah atau erosi tanah yang dibawa ke badan air. Konsentrasi TSS yang terlalu tinggi akan menghambat penetrasi cahaya ke dalam air dan menyebabkan proses fotosintesis terganggu. Penyebaran TSS di perairan pesisir dan muara dipengaruhi oleh banyak faktor fisik, antara lain angin, curah hujan, gelombang, arus, dan pasang surut (Effendi, 2000). Sastrawijaya (2000) mengemukakan bahwa konsentrasi TSS dalam air biasanya meliputi fitoplankton, zooplankton, kotoran manusia, kotoran hewan, lumpur, sisa hewan dan tumbuhan, serta limbah industri.

Materi yang tersuspensi pada air alam bersifat non toksik, namun jika berlebihan akan meningkatkan nilai kekeruhan, sehingga semakin menghambat penetrasi sinar matahari ke dalam kolom air (Effendi, 2000). TSS terkait erat dengan erosi tanah dan erosi sungai. TSS sangat bervariasi, mulai dari kurang dari  $5 \text{ mg/L}$ . sampai paling ekstrim  $500.000 \text{ mg/L}$ . TSS tidak hanya merupakan ukuran penting untuk erosi daerah aliran sungai, tetapi juga terkait erat dengan transportasi nutrisi (terutama fosfor), logam, dan berbagai bahan kimia industri dan pertanian dalam sistem sungai.

**Table 2.1Tingkat Kesesuaian Nilai TSS Bagi Perairan**

| No | Nilai TSS (mg/l) | Pengaruh Terhadap Kualitas Air |
|----|------------------|--------------------------------|
| 1  | < 25             | Tidak berpengaruh              |
| 2  | 25 – 80          | Sedikit berpengaruh            |
| 3  | 81 – 400         | Tercemar                       |
| 4  | >400             | Sangat tercemar                |

Sumber: Alabaster dan Lloyd dalam Effendi (2003)

## **2. Keramba Jaring Apung ( KJA)**

Keramba jaring apung KJA adalah proses fleksibel yang dapat mengubah nelayan kecil tradisional menjadi agribisnis agribisnis (Abdulkadir, 2010). Keramba jaring apung merupakan wadah budidaya yang ideal dan dapat ditempatkan di badan air dalam seperti waduk, danau, dan lautan. Keramba jaring apung merupakan wadah untuk budidaya ikan secara intensif. Pada prinsipnya semua jenis ikan laut dan air tawar dapat dipelihara di keramba jaring apung (Abdul Kadir, 2010).

Beberapa faktor yang mempengaruhi kegiatan budidaya KJA, yaitu seperti arus, kedalaman KJA, intensitas cahaya dan kekeruhan. Adanya arus di laut disebabkan oleh perbedaan densitas masa air laut, tiupan angin terus menerus diatas permukaan laut dan pasang-surut terutama di daerah pantai (Raharjo dkk, 2004). Pasang surut juga dapat menggantikan air secara total dan terus menerus sehingga arus mempunyai pengaruh positif dan negatif bagi kehidupan biota perairan. Arus dapat menyebabkan hausnya jaringan

jasad hidup akibat pengikisan atau teraduknya substrat dasar berlumpur yang berakibat pada kekeruhan sehingga terhambatnya fotosintesa. Pada saat yang lain, manfaat dari arus adalah menyuplai makanan, kelarutan oksigen, penyebaran plankton dan penghilangan CO<sub>2</sub> maupun sisa-sisa produk biota laut (Romimohtarto, 2003).

Kenyataan yang tidak dapat ditoleransi terhadap kuat maupun lemahnya arus akan menghambat kegiatan budidaya laut (Ghufron dan Kordi, 2005). Arus juga sangat penting dalam sirkulasi air, pembawa bahan terlarut dan padatan tersuspensi (Dahuri, 2003), serta dapat berdampak pada keberadaan organisme penempel (Akbar *et al*, 2001).Kecepatan arus perairan untuk budidaya keramba jaring apung di laut tidak boleh lebih dari 100 cm/detik (Gufron dan Kordi, 2005) dan kecepatan arus bawah 25cm/dt. Aliran juga sangat penting dalam siklus air, pembawa zat terlarut dan padatan tersuspensi (Dahuri, 2003), dan dapat mempengaruhi keberadaan organisme penganut (Akbar et al., 2001) (Gufron dan Kordi, 2005) dan di bawahnya. Kecepatan saat ini adalah 25cm / dt.

Kedalaman perairan didasarkan pada relief dasar perairan tersebut (Wibisono 2005) . Dibandingkan dengan kecepatan arus di daerah yang lebih dalam, maka kecepatan arus di daerah perairan dangkal relatif besar (Bambang, 2011). Semakin dangkal air, semakin besar dampak pasang surut, dan semakin tinggi kekeruhan di wilayah yang terkena pasang surut. Kedalaman air mempengaruhi jumlah dan jenis organisme yang menghuninya, penetrasi cahaya, dan penyebaran plankton. Dalam kegiatan

usaha tani, variabel ini berperan dalam menentukan fasilitas usaha tani yang akan dikembangkan dan konsekuensi dari kegiatan tersebut. Untuk organisme yang membutuhkan tempat serendah yang cukup dalam, kedalaman air menjadi faktor yang diperlukan untuk memelihara aktivitas yang baik.

Kedalaman air sebaiknya tidak terlalu dalam. Ikan kerapu sangat tergantung pada pakan buatan, sehingga untuk menjaga pakan yang terkumpul di dasar laut diharapkan jarak antara dasar air dan dasar jaring berbeda-beda. Akumulasi yang terjadi berupa proses dekomposisi dari sisa pakan sehingga menghasilkan senyawa organik. Kedalaman yang direkomendasikan sekitar 5-25 meter (Wibisono, 2005).

Sinar matahari merupakan sumber energi utama bagi kehidupan tubuh (termasuk kehidupan air), karena sangat menentukan produktivitas perairan. Intensitas sinar matahari merupakan faktor non-biologis utama yang sangat menentukan produktivitas primer air, merupakan sumber energi dalam proses fotosintesis (Evy, 2002). Umumnya fotosintesis meningkat ke nilai optimal tertentu (saturasi cahaya) dengan meningkatnya intensitas cahaya, di atas nilai tersebut cahaya akan menghambat respirasi fotosintesis (Effendi, 2003).

Kekeruhan merupakan sifat fisik air yang tidak hanya merusak air, tetapi juga menyebabkan air kehilangan produktivitasnya, karena menghalangi masuknya sinar matahari untuk proses fotosintesis. Kekeruhan ini disebabkan banyaknya partikel tersuspensi di dalam air,

yang menyebabkan penampilannya berubah warna dan kotor. Penyebab kekeruhan ini antara lain adalah tanah liat, lumpur, bahan organik yang tersebar dengan baik dan partikel kecil tersuspensi lainnya. Derajat kekeruhan dalam air mempengaruhi kedalaman sinar matahari. Semakin keruh air, semakin banyak sinar matahari yang masuk ke dalam air. Tingkat sinar matahari berpengaruh besar terhadap metabolisme organisme akuatik, apabila sinar matahari yang masuk berkurang maka organisme di dalam air akan terganggu, terutama yang hidup di kedalaman air tertentu, begitu pula sebaliknya (Djokosetiyanto, 2005).

Salah satu lokasi yang mengalami perkembangan dalam bidang Kegiatan keramba jaring apung yaitu di Danau Maninjau. Khusus yang terjadi di KJA Danau Maninjau yaitu pada bulan Desember 2014 menyebabkan kematian massal ikan sekitar 100 ton dan menyebabkan kerugian yang ditaksir sekitar Rp 3 miliar. Harian Kompas (4 September 2016) memberitakan bahwa kematian massal ikan di Danau Maninjau hampir setiap tahun terjadi. Pada tahun 2008, jumlah ikan yang mati 15.000 ton, 15.000 ton pada tahun 2009, 500 ton pada 2010, 500 ton pada 2011, 300 ton pada 2012, 8 ton pada 2013, 700 ton pada 2014, 175 ton pada 2015, 3.000 ton pada 2016.

### **3. Teknologi Pengindraan Jauh**

Penginderaan jauh merupakan tindakan yang dilakukan guna mendapatkan informasi mengenai laut, daratan, dan atmosfer, tanpa harus melalui kontak langsung dengan objek yang diteliti dengan memanfaatkan



gelombang radiasi elektromagnetik (Seelye Martin, 2004). Penginderaan jauh yaitu memperoleh data tentang objek tanpa menyentuhnya (Bhatta , 2013). Jadi dapat di simpulkan Penginderaan jauh merupakan suatu ilmu atau seni mengukur yang berfungsi untuk memperoleh informasi dari suatu objek tampak kontak langsung dengan objek tersebut dan dengan bantuan suatu sensor atau wahana.

Ada beberapa sistem yang digunakan untuk mendapatkan data penginderaan jauh, diantaranya adalah: tenaga, obyek atau benda, proses, dan output. Biasanya tenaga yang dipakai dalam sistem ini yaitu tenaga elektromagnetik atau tenaga yang berasal dari matahari dan dari berbagai benda- benda yang berada pada permukaan bumi. Dalam sistem ini, pengumpulan datanya melalui sensor yaitu alat yang digunakan dalam penangkapan data. Sensor ini pada umumnya dipasang pada alat yang akan digunakan dalam pengamatan, seperti pada satelit, pesawat maupun balon udara.

Data dalam penginderaan jauh berupa citra yang bisa berwujud citra yang telah dicetak (*hardcopy*) dan citra digital (*softcopy*) yang hanya dapat dibaca dengan menggunakan komputer dengan perangkat lunak tertentu. Selebar data citra penginderaan jauh atau seberkas *softfile* tidak akan bermakna apa-apa jika tidak diolah oleh penafsir atau interpreter. Interpretasi citra oleh seorang penafsir akan menghasilkan informasi tertentu sesuai tujuan yang hendak dicapai.

Tujuan menginterpretasi objek pada satu set data citra dapat berbeda-

beda, sehingga satu set data citra belum memiliki informasi yang memadai sebelum diinterpretasi. Selebar citra yang menggambarkan suatu wilayah tertentu menyajikan data wilayah secara relatif lengkap, jika tidak diklasifikasi, maka kebermaknaannya sebagaimana mata melihat suatu wilayah tertentu tanpa melakukan pengkajian. Kegiatan deteksi, identifikasi, dan analisis objek pada citra mirip dengan kita melakukan pengamatan, pencatatan atau menginventarisasi, dan menganalisis data di lapangan.

Sensor yang bekerja akan merekam serta mencatat objek-objek yang dikenali, ciri-ciri objek yang bisa dikenali oleh sensor antara lain: objek dengan ciri-ciri spesial, objek temporal dan objek spektral. Objek yang mempunyai ciri- ciri spesial yaitu warna dan rona bentuk, ukuran, tekstur dan pola. Objek yang mempunyai ciri-ciri temporal memiliki ciri-ciri yang berhubungan dengan waktu saat terekam oleh sensor atau waktu yang sama, yang diperlukan sensor untuk merekam suatu objek. Objek yang mempunyai ciri-ciri spektral merupakan objek yang memiliki ciri yang terlihat, seperti adanya rona dan warna, hal ini dihasilkan oleh tenaga elektromagnetik.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa pengindraan jauh adalah suatu ilmu atau seni untuk melihat kondisi suatu objek tanpa kontak langsung dengan objek tersebut dan dengan bantuan alat berupa sensor dan wahana. Pengindraan jauh akan menghasilkan berupa citra maupun foto udara. Pada citra maupun foto udara terdapat beberapa objek, data tersebut terdiri dari data spasial, spektral dan temporal.

#### **4. Sistem Informasi Geografi**

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem informasi berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan, mengelola, menganalisis, dan mengambil kembali data referensi geografis yang berkembang pesat. Keunggulan SIG adalah memudahkan pengguna atau pengambil keputusan dalam menentukan strategi yang akan diterapkan, terutama yang berkaitan dengan ruang (spasial). Dengan teknologi tersebut pemetaan lahan dapat dilakukan dengan lebih mudah, salah satunya adalah lahan pertambangan. Dalam penerapan sistem informasi geografis (SIG) yang menggunakan perangkat lunak SNAP dan untuk melihat perkembangan KJA menggunakan perangkat lunak ArcGis, sejauh ini SNAP adalah salah satu perangkat lunak sistem informasi geografis (GIS) terkemuka yang paling handal yang khusus mengolah data citra Sentinel.

Sistem informasi geografis (SIG) adalah sistem komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, memeriksa, mengintegrasikan, dan menganalisis informasi yang berkaitan dengan permukaan bumi (Prahasta, 2005). Pada dasarnya istilah sistem informasi geografis merupakan gabungan dari tiga unsur utama yaitu sistem, informasi dan geografi. Oleh karena itu, memahami ketiga elemen utama ini akan sangat membantu untuk memahami GIS. Dengan melihat elemen-elemen utamanya, dapat melihat dengan jelas bahwa SIG adalah sebuah sistem informasi. GIS merupakan sistem yang menekankan pada unsur-unsur informasi geografis. Istilah "geografi" adalah bagian dari ruang (space).

Penggunaan kata "geografi" menyiratkan masalah yang berkaitan dengan bumi: permukaan dua dimensi atau tiga dimensi. Yang dimaksud dengan "informasi geografis" meliputi informasi tentang lokasi di permukaan bumi, pengetahuan tentang lokasi suatu benda di permukaan bumi, dan pengertian informasi yang berkaitan dengan informasi (atribut) yang terdapat di permukaan bumi. Sistem informasi geografis menghubungkan sekelompok elemen peta dan atributnya bersama-sama, yang disebut lapisan. Sungai, bangunan, jalan, laut, batas administratif, perkebunan, dan hutan adalah contoh lapisan. Kumpulan dari lapisan ini akan membentuk database. Oleh karena itu, desain database sangat penting dalam SIG. Desain database akan menentukan keefektifan dan efisiensi proses input, manajemen dan output GIS. Desain database akan menentukan efektivitas dan efisiensi proses input, manajemen dan output GIS. Fungsi GIS juga dapat diidentifikasi melalui fungsi analisis, yang biasanya mencakup fungsi analisis spasial dan atribut. Fungsi analisis atribut mencakup operasi dasar dan perluasan sistem manajemen basis data (DBMS).

Dapat disimpulkan bahwa SIG adalah sistem informasi berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan, mengelola, menganalisis, dan mengambil kembali data referensi geografis yang berkembang pesat. SIG memiliki peran yang sangat besar, dalam penelitian ini sistem informasi yang di gunakan yaitu perangkat lunak ENVI, SNAP dan ArcGIS.

## 5. Citra Sentinel

Sentinel-2 merupakan satelit yang diluncurkan dari kerjasama antara *The European Commission* dan *European Space Agency* didalam program *Global Monitoring for Environment and Security* (GMES). *Global Environment and Safety Monitoring* (GMES) adalah salah satu program yang dipromosikan oleh *European Commission* (EC) dan *European Space Agency* (ESA). Rencana tersebut bertujuan untuk mempromosikan pembangunan Eropa dalam penyediaan dan penggunaan informasi pemantauan lingkungan dan keselamatan. Peran ESA pada GMES adalah memberikan definisi dan pengembangan elemen berdasarkan sistem ruang dengan meluncurkan Sentinel-2 dengan resolusi spasial tinggi. Namun, ada lima misi Sentinel yang sedang dikembangkan oleh ESA, yaitu misi Sentinel-1, Sentinel-2, Sentinel-3 dan Jason-CS (berdasarkan konstelasi dua satelit di bidang orbit yang sama). Dengan konfigurasi ini, akan memungkinkan untuk bertemu kembali dan cakupan, dan menyediakan layanan operasional yang kuat dan terjangkau (ESA, 2012).

Satelit ini diluncurkan untuk memantau kondisi permukaan bumi, sehingga mampu memberikan informasi kondisi terkini bumi dari angkasa untuk aplikasi lingkungan dan keamanan. Sentinel-2 dibuat dengan tujuan untuk memastikan kelanjutan misi Landsat5/7, SPOT-5, SPOT-Vegetation dan Envisat MERIS yang pada masa itu akan berakhir masa operasinya. Ada pun misi di luncurkan citra ini adalah untuk menyediakan citra satelit beresolusi spasial dan temporal yang tinggi sehingga pengguna masih dapat

memperoleh data penginderaan permukaan bumi terbaru (Verrelst *et al.*, 2012). Kanal Satelit Sentinel-2 dibuat dengan mengacu pada kanal-kanal yang terdapat pada SPOT dan Landsat. Perubahan lebar kanal dan penambahan kanal dilakukan pada Sentinel-2 untuk menyempurnakan performa dalam observasi bumi. Cakupan spektrum tiap kanal dan resolusi spasial dari Sentinel 2, SPOT, dan Landsat .

Citra Sentinel-2 dapat diperoleh melalui *United States Geological Survey (USGS) Earth Explorer* web ([http:// earthexplorer.usgs.gov](http://earthexplorer.usgs.gov)), *Sentinels Scientific DataHub* (<https://scihub.copernicus.eu/>), atau *EarthObserving System* (<https://lv.eosda.com/>). Citra yang dapat diunduh merupakan produk citra Level 1C dengan luas 100 km<sup>2</sup> yang telah diortho kedalam proyeksi UTM/WGS 84.

**Tabel 2.2 Spesifikasi Satelit Sentinel 2-A**

| <b>Nomor Band</b> | <b>Panjang Gelombang (Nanometer)</b> | <b>Kategori</b>            | <b>Resolusi Spasial (Meter)</b> | <b>Kegunaan</b>                                               |
|-------------------|--------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1                 | 443                                  | <i>Costal Aerosol</i>      | 60                              | Studi pesisir dan aerosol                                     |
| 2                 | 490                                  | <i>Blue</i>                | 10                              | Melihat fitur permukaan air / kolom air dangkal, batimetri    |
| 3                 | 560                                  | <i>Green</i>               | 10                              | Studi vegetasi di laut & di darat, serta sedimen              |
| 4                 | 665                                  | <i>Red</i>                 | 10                              | Membedakan mineral dan tanah (studi geologi)/ lereng vegetasi |
| 5                 | 705                                  | <i>Vegetation Red Edge</i> | 20                              | Vegetasi spektral untuk menilai status vegetasi               |

|    |      |                            |    |                                                 |
|----|------|----------------------------|----|-------------------------------------------------|
| 6  | 740  | <i>Vegetation Red Edge</i> | 20 | Vegetasi spektral untuk menilai status vegetasi |
| 7  | 783  | <i>Vegetation Red Edge</i> | 20 | Vegetasi spektral untuk menilai status vegetasi |
| 8  | 842  | <i>NIR</i>                 | 10 | Studi konten biomassa dan garis Pantai          |
| 8b | 865  | <i>Vegetation Red Edge</i> | 20 | Vegetasi spektral untuk menilai Status          |
| 9  | 945  | <i>Water Vapour</i>        | 60 | Studi deteksi uap air ( <i>water Vapour</i> )   |
| 10 | 1380 | <i>SWIR-Cirrus</i>         | 60 | Peningkatan deteksi                             |
| 11 | 1610 | <i>SWIR</i>                | 20 | Studi deteksi kandungan air tanah               |
| 12 | 2190 | <i>SWIR</i>                | 20 | Studi deteksi kandungan air                     |

(Sumber: ESA, 2012)

Dapat disimpulkan bahwa Citra Sentinel-2 adalah salah satu citra yang tergolong mudah di dapatkan, tersedia juga dengan cara gratis tidak hanya itu citra Sentinel menawarkan data dengan hasil data citra dengan resolusi spasial yang bagus yaitu 10x10 m<sup>2</sup>/piksal, dibandingkan citra landsat memiliki resolusi spasial 30 x 30 m<sup>2</sup>/piksal. Citra Sentinel-2 dapat diperoleh melalui *United States Geological Survey (USGS) Earth Explorer* web ([http:// earthexplorer.usgs.gov](http://earthexplorer.usgs.gov)).

## **6. Case 2 Regional Coast Colour (C2RCC)**

Prosesor Case 2 Regional CoastColour (C2RCC) adalah prosesor warna samudra multi-misi, berlaku untuk MERIS, OLCI, MODIS, SeaWiFS, dan Sentinel 2 MSI (Brockmann et al., 2016). Pengambilan konstituen air, atau sifat optik yang membutuhkan inversi dari air meninggalkan spektrum pantulan, diukur pada puncak atmosfer oleh satelit warna samudra. Prosesor Case 2 Regional, awalnya dikembangkan oleh Doerffer dan Schiller menggunakan database besar simulasi transfer radiasi yang dibalik oleh jaringan saraf sebagai teknologi dasar (Brockmann et al., 2016). Konsep ini pertama kali diperkenalkan pada akhir tahun 1990-an di segmen dasar MERIS, dan kemudian dikembangkan lebih lanjut dan tersedia untuk umum sebagai prosesor sumber terbuka di Kotak Alat pemrosesan data BEAM EO (Kasus 2 Prosesor Regional).

Melalui perbaikan dalam proyek Coast Colour. Ini telah diubah dengan satu set jaringan saraf tambahan yang melakukan tugas-tugas tertentu dan jaringan saraf khusus telah dilatih untuk mencakup rentang hamburan dan penyerapan yang ekstrim (Brockmann et al., 2016). Prosesor ini telah diubah namanya menjadi C2RCC (Case 2 Regional CoastColour) dan berlaku untuk semua sensor warna laut masa lalu dan saat ini serta Sentinel 2. Proses ini telah divalidasi dalam berbagai studi dan tersedia melalui SNAP toolbox Sentinel ESA (Brockmann et al., 2016).

Hal ini juga digunakan dalam Sentinel 3 OLCI prosesor segmen tanah dari ESA untuk generasi produk air, serta dalam prosesor yang akan datang



MERIS 4<sup>th</sup> memproses ulang. Prosesor C2RCC mengandalkan database besar simulasi reflektansi air yang keluar, dan pancaran atmosfer atas yang terkait. Jaringan saraf dilatih untuk melakukan inversi spektrum untuk koreksi atmosfer, yaitu penentuan pancaran air yang keluar dari puncak pancaran atmosfer, serta pengambilan sifat optik yang melekat pada badan air.

Karakterisasi yang cermat dari perairan kompleks secara optik melalui sifat optik yang melekat (IOP) serta atmosfer danau digunakan untuk membuat parameter model transfer radiasi untuk badan air dan atmosfer. Kovarian antara konstituen air diperhitungkan dan database besar reflektansi di permukaan air dihitung. Jaringan ini digabungkan dalam logika tertentu yang akhirnya terdiri dari prosesor C2RCC. Prosesor ini digunakan dalam berbagai contoh seperti di kotak alat SNAP, prosesor ini sepenuhnya dapat diakses dengan semua kemungkinan keluaran yang tersedia bagi pengguna. Dalam MERIS4 pemrosesan ulang dan segmen tanah ESA OLCI, konstituen air diturunkan dengan jaringan saraf C2RCC.

Dari uraian di atas maka dapat disimpulkan Prosesor Case 2 Regional CoastColour (C2RCC) adalah prosesor warna samudra multi-misi, berlaku untuk MERIS, OLCI, MODIS, SeaWiFS, dan Sentinel 2 MSI. C2RCC telah divalidasi untuk berbagai sensor, dengan hasil yang baik untuk perairan. C2RCC akan digunakan dalam prosesor ground ESA untuk Sentinel 3 OLCI serta dalam ulang MERIS 4<sup>th</sup> Proses untuk menghitung

konsentrasi klorofil dan TSM, serta penyerapan pigmen zat kuning di perairan.

## **B. Penelitian Relevan**

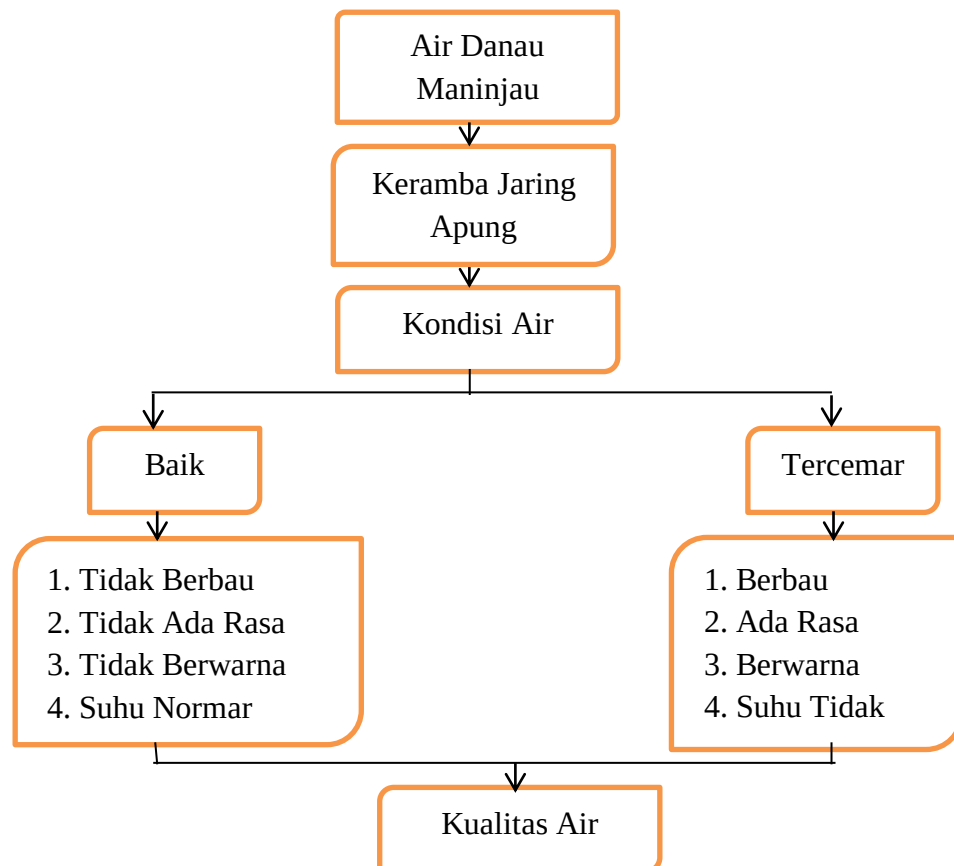
Penelitian terdahulu digunakan sebagai dasar bagi peneliti untuk membantu menyesuaikan masalah penelitian dan menguasai ilmu pengetahuan berdasarkan teori dan hasil-hasil penelitian sebelumnya yang relevan. Daftar penelitian terdahulu yang dijadikan referensi dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 2.3 Penelitian Relevan**

| No | Penulis                  | Judul                                                                                                                                       | Hasil                                                                          | Perbedaan                                                                                                        | Persamaan                                                  |
|----|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1  | Hafrijal Syandri ( 2016) | Kondisi kualitas air pada daerah pemeliharaan ikan Keramba jaring apung di danau maninjau                                                   | Kondisi kualitas air pada daerah pemeliharaan ikan dengan keramba jaring apung | Tidak melakukan pemetaan tetapi kualitas air di lakukan secara langsung di laboratorium                          | Meneliti kualitas air di danau maninjau                    |
| 2  | Brockmann et al., (2016) | Evolusi jaringan saraf C2RCC untuk sentinel 2 dan 3 untuk pengembalian produk warna laut dalam air kompleks normal dan ekstrem secara optik | Perbandingan MSI C2RCC Sentinel 2 dengan pengukuran in-situ di AAOT            | Melakukan perbandingan MSI C2RCC Sentinel 2 dengan pengukuran in-situ di AAOT dan hanya menggunakan metode C2RCC | Metode C2RCC, citra sentinel dan menggunakan aplikasi SNAP |
| 3  | Hanqiu xu (2016)         | Modifikasi indeks air perbedaan yang dinormalisasi (NDWI) untuk meningkatkan fitur perairan terbuka dalam citra penginderaan jauh           | Fitur perairan terbuka dalam citra penginderaan jauh                           | Hanya menggunakan metode NDWI dan menggunakan citra landsat                                                      | Metode NDWI                                                |
| 4. | Liu et al., ( 2017)      | Application of Sentinel 2 MSI Images to Retrieve Suspended Particulate Matter Concentrations in Poyang Lake                                 | Konsentrasi Materi Partikulat yang Ditangguhkan di Danau Poyang                | Hanya menggunakan metode SPM atau TSS saja                                                                       | Metode SPM atau TSS, menggunakan citra Sentinel            |

### C. Kerangka Konseptual

Kondisi air di Danau Maninjau semakin hari semakin turun, menurunnya kualitas air di danau maninjau, disebabkan karena aktifitas manusia salah satunya yaitu meningkatnya KJA. Jumlah KJA di danau maninjau sudah melebihi batas maksimum, sehingga menyebabkan kualitas air di Danau Maninjau sangat mengawatirkan, oleh karena itu perlu dilakukan pemantauan terkait kualitas air di Danau Maninjau yang bertujuan untuk memberikan gambaran tentang kualitas air di Danau Maninjau. Berdasarkan uraian di atas, maka kerangka berpikir dalam penelitian tentang pemantauan kualitas air di Danau Maninjau, Kabupaten Agam dapat digambarkan sebagai berikut :



**Gambar 2.1 Kerangka Konseptual**

## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Perubahan Keramba Jaring Apung di Danau Maninjau

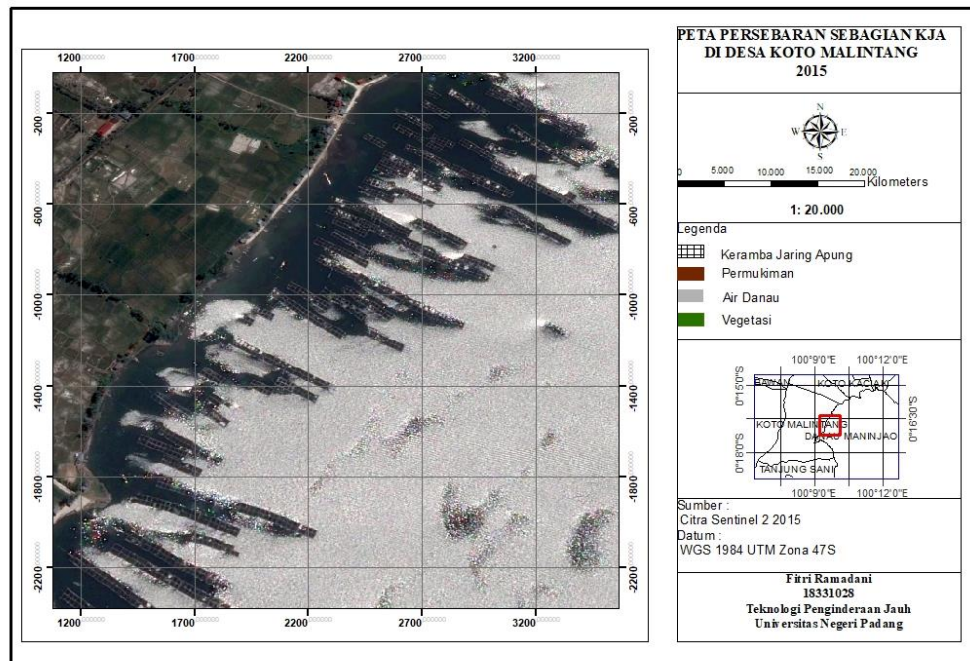
##### 1. Keramba Jaring Apung (KJA) Tahun 2015

Pada tahun 2015 terdapat 21.651 petak KJA dengan luas 212,63 Ha<sup>2</sup>. Jika dibandingkan data jumlah KJA pada tahun 2015 dengan KJA tahun 2000, 2008 dan 2014 maka secara umum petak KJA di danau Maninjau mengalami peningkatan setiap tahunnya. Berkembangnya Kegiatan KJA di Danau Maninjau memiliki dampak positif dan juga berdampak negatif, dimana dampak positifnya yaitu dapat meningkatkan pendapatan masyarakat selaku pelaku usaha KJA di Kecamatan Tanjung Raya, dampak negatifnya yaitu berkurangnya kualitas air di Danau Maninjau. Tata letak KJA di sekitar Danau Maninjau pada tahun 2015 yaitu di areal litoral yang berjarak 25 – 100 m dari pinggir danau. Data jumlah, luas keramba jaring apung pada tahun 2017 sebagai berikut :

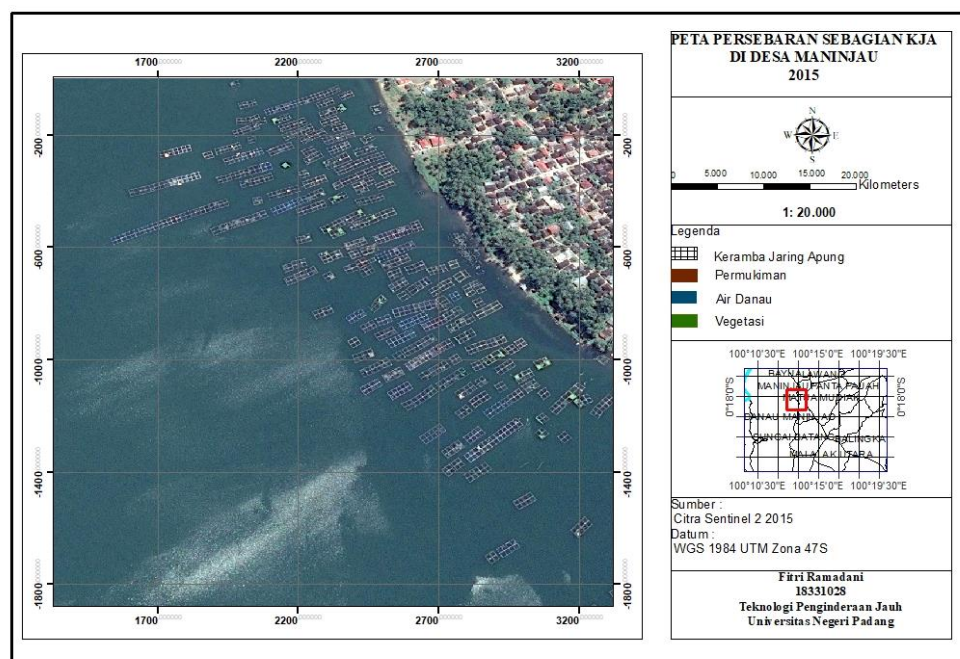
**Tabel 5.1 Luas KJA Tahun 2015**

| <b>Jumlah<br/>(Petak)</b> | <b>Luas<br/>(Ha<sup>2</sup>)</b> |
|---------------------------|----------------------------------|
| 21.651                    | 212,63                           |

Sumber : (Syandri, 2016) dan hasil pengolahan data primer 2021

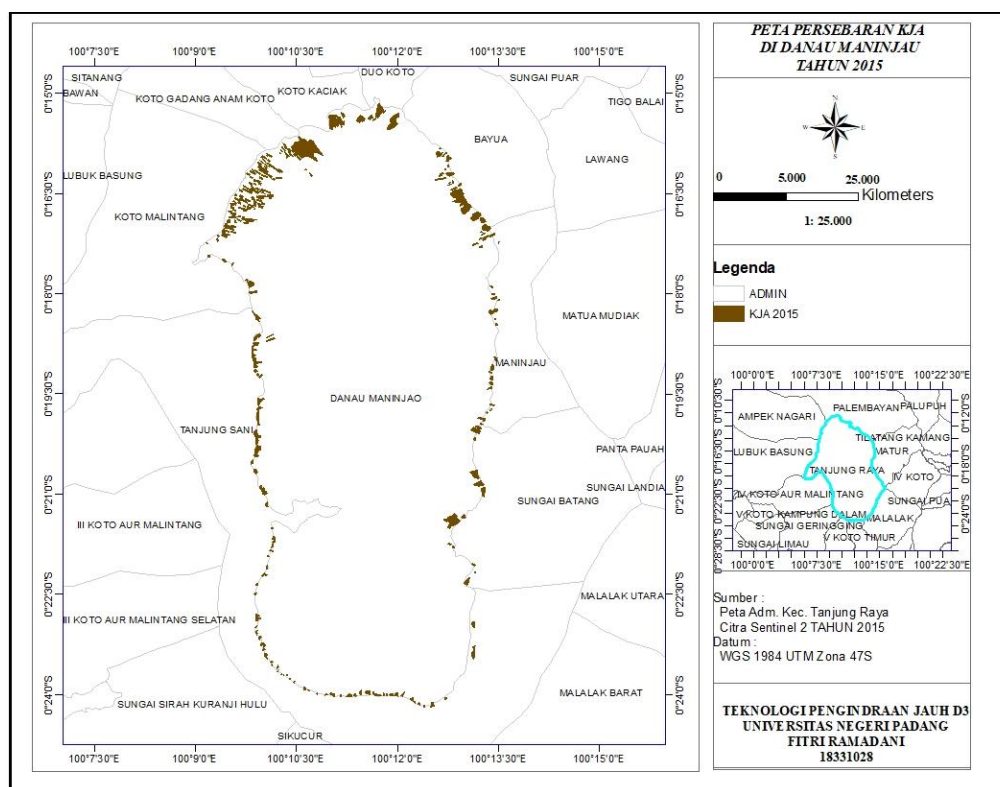


**Gambar 5.1 Persebaran KJA di sebagian Koto Malintang pada tahun 2015**



**Gambar 5.2 Persebaran KJA di sebagian Desa Maninjau pada tahun 2015**

Persebaran keramba jaring apung di sebagian Desa Koto Malintang dan Desa Maninjau tahun 2015 terletak di bagian tepi danau yaitu berjarak 25 – 100 m dari pinggir danau. Pola distribusi/penyebaran KJA di sebagian Desa Koto Malintang dan Desa Maninjau memiliki pola mengelompok (Clustured) dan memiliki jarak terdekat yaitu 15 m dan jarak terjauh 150 m.



**Gamabar 5.3 Peta persebaran KJA di Danau Maninjau tahun 2015**

## 2. Keramba Jaring Apung (KJA) Tanun 2017

Pada tahun 2017 terdapat 19.119 petak KJA dengan luas 192.60 Ha<sup>2</sup>. Dibandingkan dengan jumlah KJA pada tahun 2015, jumlah KJA pada tahun 2017 mengalami penurunan. Penurunan KJA terjadi disebabkan karena meningkatnya pencemaran air dan daya tampung KJA sudah melampaui daya tambung KJA di Danau Maninjau, maka pemerintah Kabupaten Agam

memerintahkan petani KJA untuk tidak menambah keramba jaring apung di Danau Maninjau, dan selama 2016-2019 pemerintah Kabupaten Agam telah mengeluarkan 3.900 petak keramba jaring apung dan masih berusaha mencapai target yaitu sebanyak 6.000 unit keramba jaring apung. Upaya ini bertujuan untuk mengantisipasi pencemaran air di Danau Maninjau semakin tinggi. Menurunnya kegiatan KJA di Danau Maninjau memiliki dampak positif dan juga berdampak negatif, dimana dampak positifnya yaitu mengembalikan kualitas air danau yang sudah mengalami pencemaran atau meningkatkan kualitas air di Danau maninjau, dan dampak negatifnya yaitu dapat menurunnya pendapatan masyarakat selaku pelaku usaha KJA di Kecamatan Tanjung Raya.

Perubahan petak KJA antara tahun 2015 dengan 2017 yaitu pada tahun 2015 terdapat 21.651 petak KJA dengan luas 212,63 Ha<sup>2</sup> dan pada tahun 2017 terdapat 19.119 petak KJA dengan luas 192,60 Ha<sup>2</sup>. Maka perubahan keramba jaring apung antara tahun 2015 sampai 2017 yaitu dengan berkurangnya sebanyak 2.532 petak keramba dengan luas 20,03 Ha<sup>2</sup>. Tata letak KJA di sekitar Danau Maninjau pada tahun 2017 yaitu di areal litoral yang berjarak 25 – 100 m dari pinggir danau. Data jumlah, luas dan perubahan keramba jaring apung pada tahun 2017 sebagai berikut :

**Tabel 5.2 Luas KJA Tahun 2017**

| <b>Jumlah<br/>(Petak)</b> | <b>Luas<br/>(Ha<sup>2</sup>)</b> |
|---------------------------|----------------------------------|
| 19.119                    | 192,60                           |

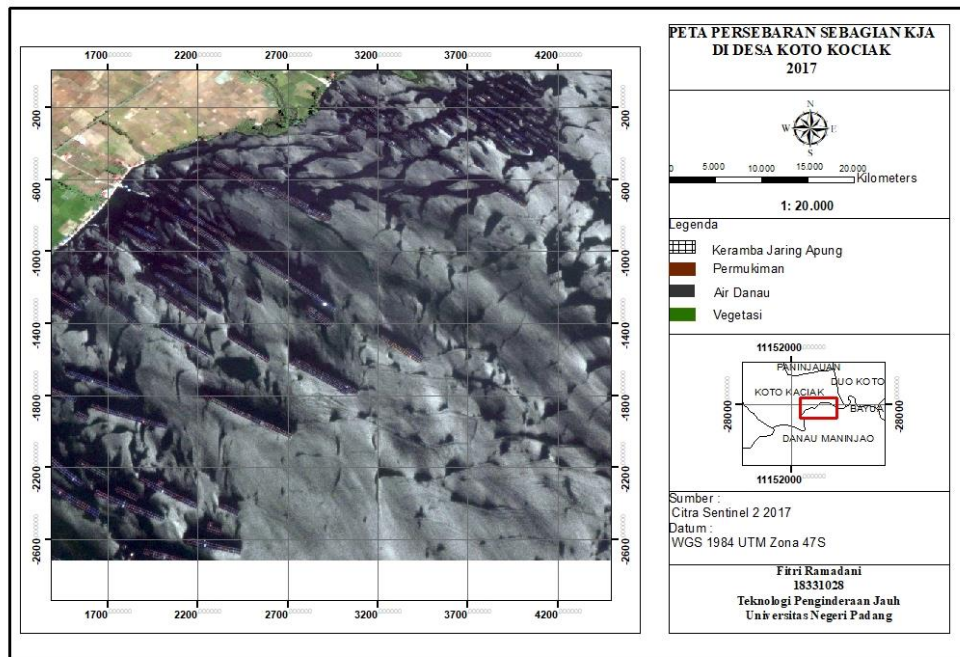
Sumber : Dinas Kelautan dan Perikanan Agama dan hasil pengolahan data perimer 2021



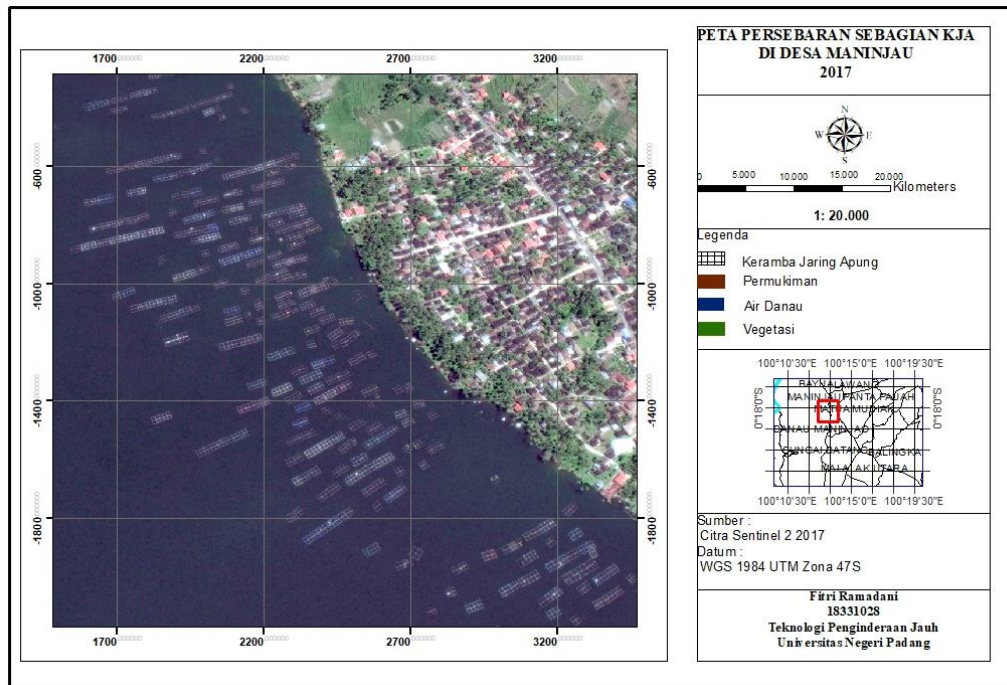
**Tabel 5.3 Perubahan Luas dan Jumlah KJA  
Tahun 2015 dan 2017**

| No | Jumlah<br>(Petak) | Luas<br>(Ha <sup>2</sup> ) |
|----|-------------------|----------------------------|
| 1  | 21.651            | 212,63                     |
| 2  | 19.119            | 192,60                     |
|    | <b>(2.532)</b>    | <b>(20,03)</b>             |

Sumber : Dinas Kelautan dan Perikanan  
Agama dan hasil pengolahan data  
perimer 2021.

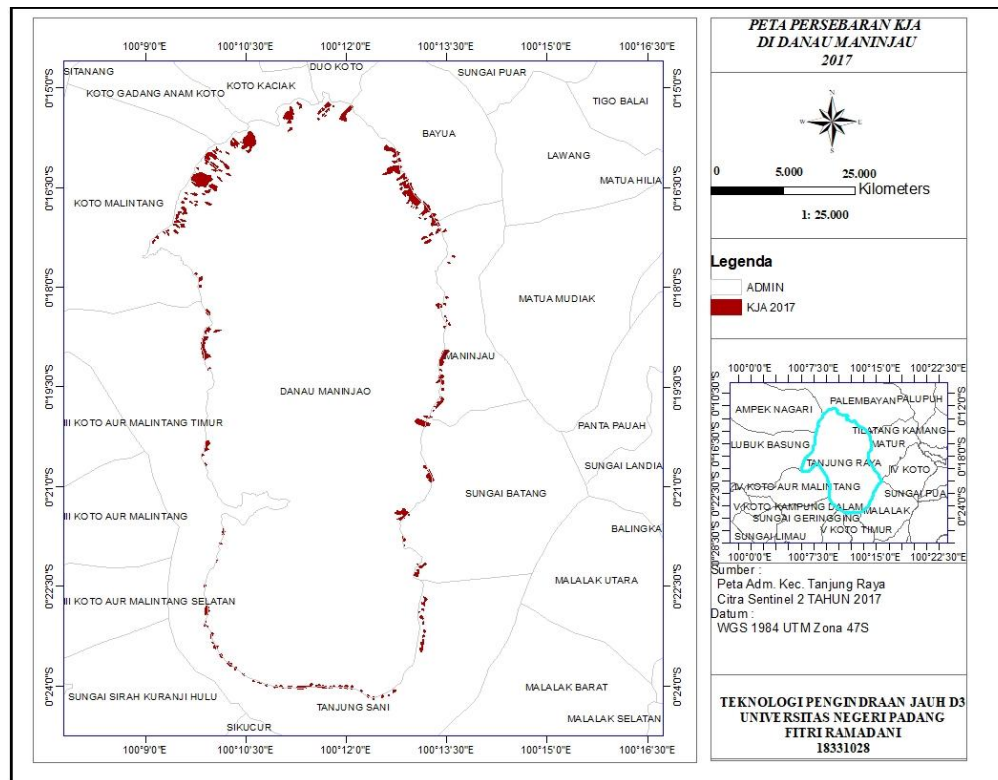


**Gambar 5.4 Persebaran KJA di sebagian Desa Koto Kociak pada tahun  
2017**

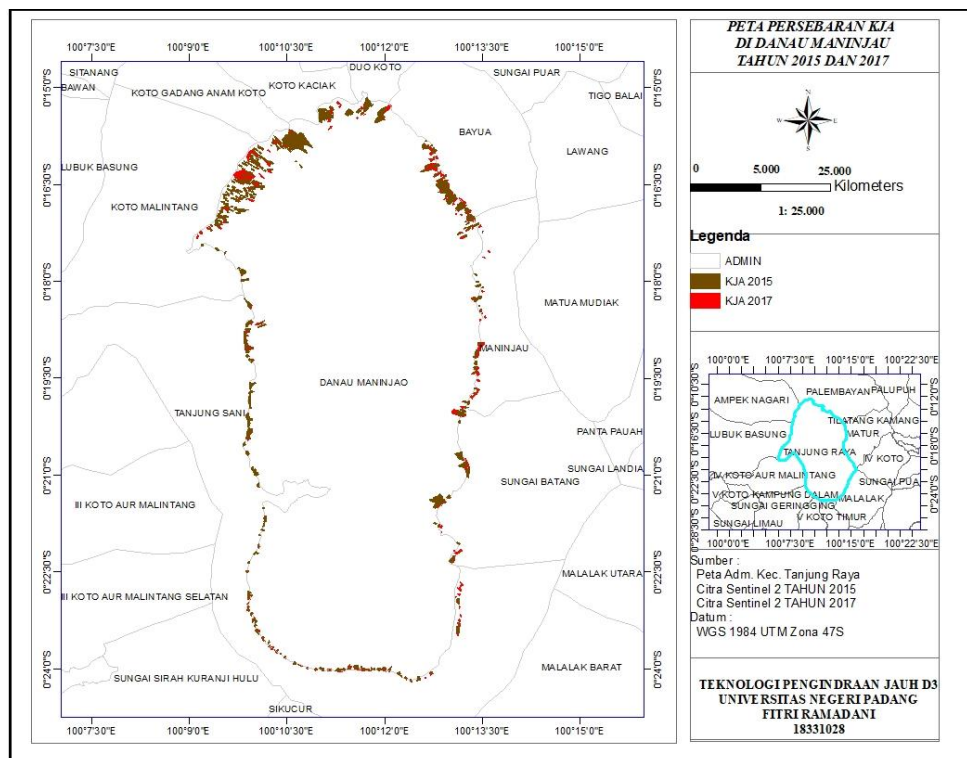


**Gambar 5. Persebaran KJA di sebagian Desa Maninjau pada tahun 2017**

Persebaran keramba jaring apung di sebagian Desa Koto Malintang dan Desa Maninjau tahun 2017 terletak di bagian tepi danau yaitu berjarak 25 – 100 m dari pinggir danau. Pola distribusi/penyebaran KJA di sebagian Desa Koto Malintang dan Desa Maninjau memiliki pola mengelompok (Clustured) dan memiliki jarak terdekat yaitu 15 m dan jarak terjauh 150 m.



**Gamabar 5.6 Peta persebaran KJA di Danau Maninjau tahun 2017**



**Gamabar 5.7 Peta persebaran KJA di Danau Maninjau tahun 2015 dan 2017**

### 3. Keramba Jaring Apung (KJA) Tanun 2020

Pada tahun 2020 terdapat 17.000 petak KJA dengan luas 166.94 Ha<sup>2</sup>. Pada tahun ini masih terjadi penurunan KJA. Pada tahun 2020 pemerintah Kabupaten Agam masih berusaha mengembalikan kualitas air menjadi lebih baik lagi, maka pemerintah masih melakukan pengurangan atau pengeluaran KJA yang tidak produktif lagi dan KJA yang sudah mengalami kerusakan atau tidak layak lagi untuk digunakan. Penurunan Keramba Jaring Apung (KJA) Tanun 2017 dan 2020, pada tahun 2017 terdapat 19.119 petak KJA dengan luas 192,60Ha<sup>2</sup> dan pada tahun 2020 terdapat 17.000 petak KJA dengan luas 166,94 Ha<sup>2</sup>. Maka perubahan keramba jaring apung antara tahun 2017 sampai 2020 yaitu dengan berkurangnya sebanyak 2.532 petak KJA dengan luas 20,03 Ha<sup>2</sup>. Tata letak KJA di sekitar Danau Maninjau pada tahun 2020 yaitu di areal litoral yang berjarak 25 – 100 m dari pinggir danau. Data jumlah, luas dan perubahan keramba jaring apung pada tahun 2017 sebagai berikut :

**Tabel 5.4 Luas KJA Tahun 2020**

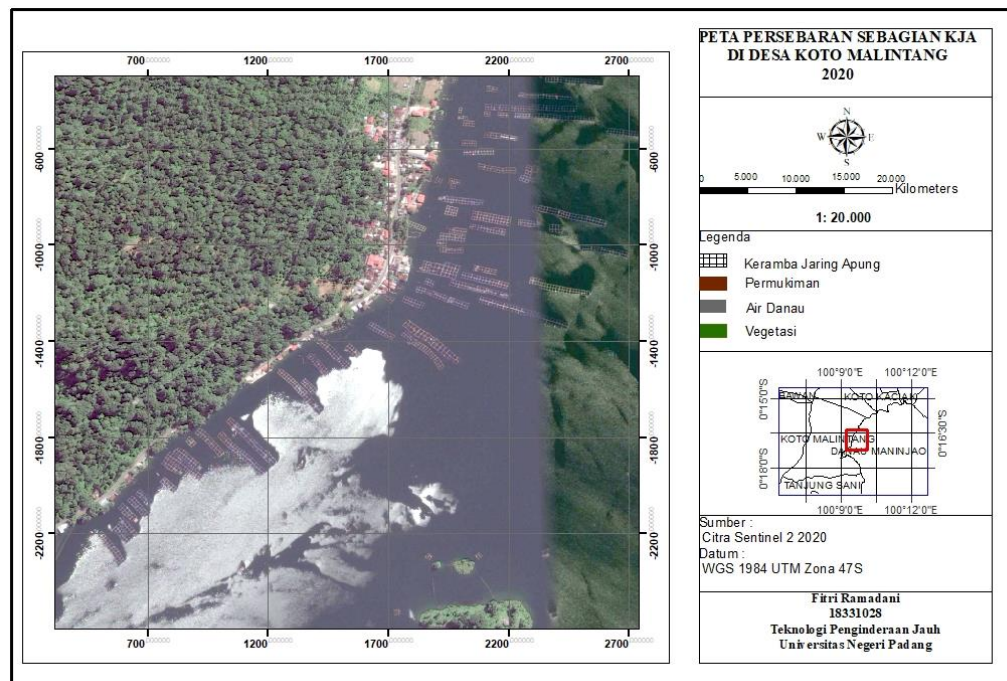
| <b>Jumlah<br/>(Petak)</b> | <b>Luas<br/>(Ha<sup>2</sup>)</b> |
|---------------------------|----------------------------------|
| 17.000                    | 166,94                           |

Sumber : Dinas Kelautan dan Perikanan Agama dan hasil pengolahan data perimer 2021.

**Tabel 5.5 Perubahan Luas dan Jumlah KJA  
Tahun 2017 dan 2020**

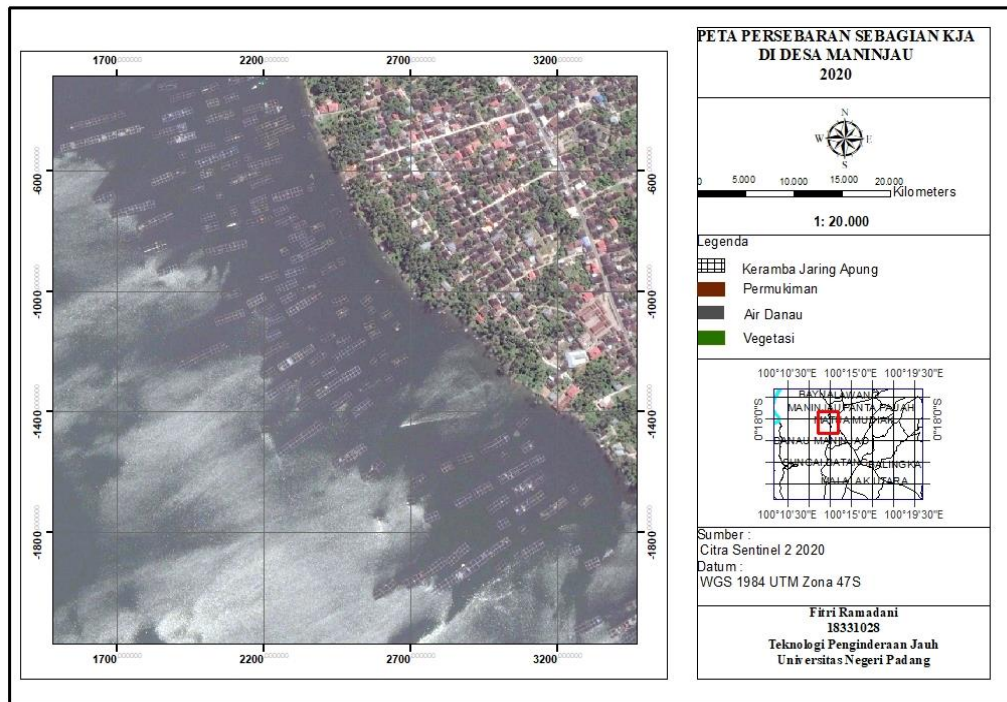
| No | Jumlah<br>(Petak) | Luas<br>(Ha <sup>2</sup> ) |
|----|-------------------|----------------------------|
| 1  | 19.119            | 192,60                     |
| 2  | 17.000            | 166,94                     |
|    | <b>(2.119)</b>    | <b>(25,66)</b>             |

Sumber : Dinas Kelautan dan Perikanan  
Agama dan hasil pengolahan data  
perimer 2021.



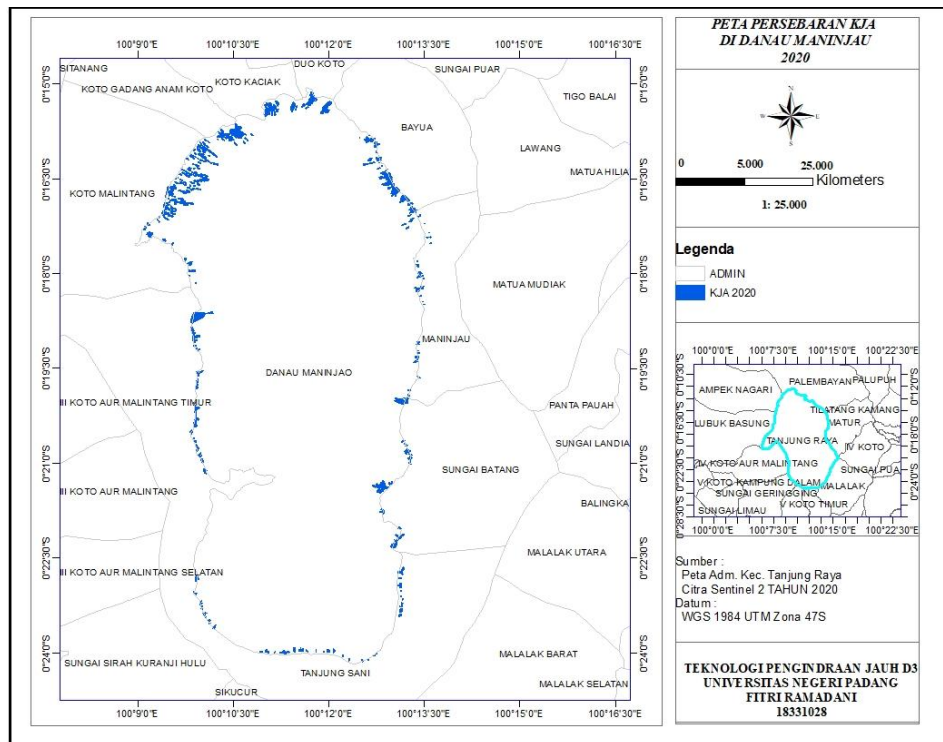
**Gambar 5.8 Tata letak KJA di Desa Malintang pada tahun 2020**



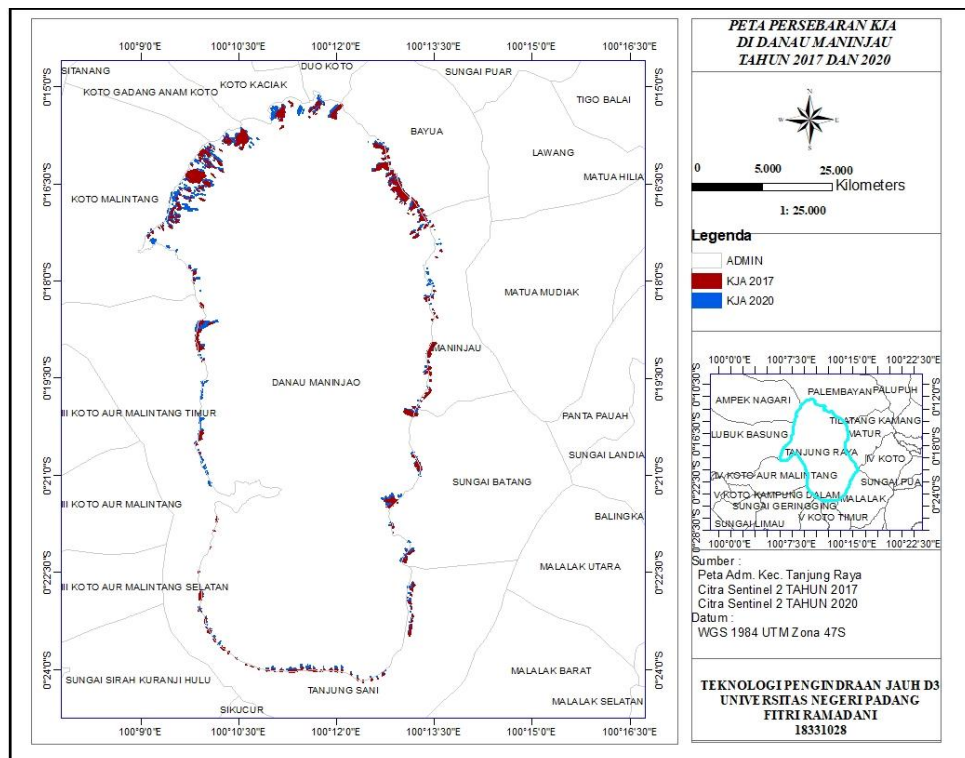


**Gambar 5.9 Tata letak KJA di Desa Maninjau pada tahun 2020**

Persebaran keramba jaring apung di sebagian Desa Koto Malintang dan Desa Maninjau tahun 2020 terletak di bagian tepi danau yaitu berjarak 25 – 100 m dari pinggir danau. Pola distribusi/penyebaran KJA di sebagian Desa Koto Malintang dan Desa Maninjau memiliki pola mengelompok (Clustured) dan memiliki jarak terdekat yaitu 15 m dan jarak terjauh 150 m.



**Gambar 5.11 Tata letak KJA di Desa Koto Kociak pada tahun 2020**



**Gamabar 5.12 Peta persebaran KJA di Danau Maninjau tahun 2017 dan 2020**

## **B. Perubahan Kualitas Air di Danau Maninjau**

### **1. Hasil Pengolahan dari Citra**

#### **a. Klorofil-a**

Tingkat klorofil-a pada penelitian kali ini yaitu objek yang berwarna biru nilai  $<1$  dengan kategori tidak berpengaruh terhadap perairan, warna hijau nilai 1 dengan kategori sedikit berpengaruh terhadap perairan, warna kuning nilai 2 – 3 kategori tercemar (kurang baik) dan warna merah  $> 4$  kategori sangat tercemar, konsentrasi klorofil-a disingkat dengan *conc\_chl*. Konsentrasi klorofil-a yang tinggi di perairan disebabkan oleh banyaknya pasokan nutrisi dari lahan, banyaknya kandungan zat Nitrat dan Fosfat yang berasal dari sisa pakan ikan. Sementara itu, rendahnya konsentrasi klorofil-a disebabkan oleh kurangnya pasokan hara dan juga tingginya tingkat TSS (Pugesehan, 2010). Perbedaan konsentrasi klorofil-a di dalam air dapat disebabkan oleh perbedaan masuknya cahaya dan unsur hara di setiap lokasi. Tingginya konsentrasi klorofil-a di Danau Maninjau disebabkan oleh intensitas cahaya yang tinggi yang masuk ke dalam air, sedangkan konsentrasi klorofil-a yang lebih rendah diduga disebabkan oleh penurunan masuknya unsur hara ke dalam air. Kesuburan air biasanya berkaitan dengan konsentrasi unsur hara dalam tubuh air yang bersumber dari sungai.

Menurut penelitian Prastianto (2016), pada bulan April sampai Oktober konsentrasi klorofil-a di perairan cukup tinggi, hal ini disebabkan adanya peningkatan unsur hara yang disebabkan oleh fenomena kenaikan tersebut. Semakin tinggi kandungan klorofil-a, semakin tinggi pula kandungan



fitoplankton di perairan tersebut. Kelimpahan fitoplankton yang tinggi menunjukkan bahwa produktivitas primer suatu wilayah perairan juga tinggi, dan menunjukkan tingkat kesuburan wilayah perairan tersebut. Di perairan yang sangat subur atau kaya nutrisi, akibat pertumbuhan alga dapat menyebabkan penurunan kecerahan (Shaleh et al., 2014). Klorofil suatu fitoplankton biasanya digunakan sebagai indikator kestabilan, kesuburan dan kualitas air terutama yang berperan penting dalam rantai makanan ekosistem perairan. Oleh karena itu, konsentrasi atau kandungan klorofil-a dalam fitoplankton dipengaruhi oleh sifat fisik, kimiawi dan biologi. Faktor akademik (Linus et al., 2016).

#### **b. Padatan Tersuspensi (TSS)**

Tingkat TSS pada penelitian kali ini yaitu jika warnahnya semakin lembut maka nilai TSS nya semakin rendah dan jika nilai TSS nya semakin pekat atau semakin tua nilai TSSnya semakin tinggi, TTS disingkat dengan *conc\_tsm*. Nilai TSS di Danau Maninjau berkisar 20 mg/l – 1.000 mg/l. Secara umum nilai TSS ini merupakan hasil pantulan gelombang elektromagnetik yang diterima sensor pada satelit. Air keruh memiliki nilai reflektansi yang lebih tinggi dari pada air jernih. Karena penyerapan klorofil, emisi balik yang disebabkan oleh TSS akan menghasilkan perbedaan yang lebih besar dalam pantulan di seluruh rentang panjang gelombang cahaya tampak, dan perbedaan yang lebih kecil dalam pemantulan pada panjang gelombang yang lebih pendek.

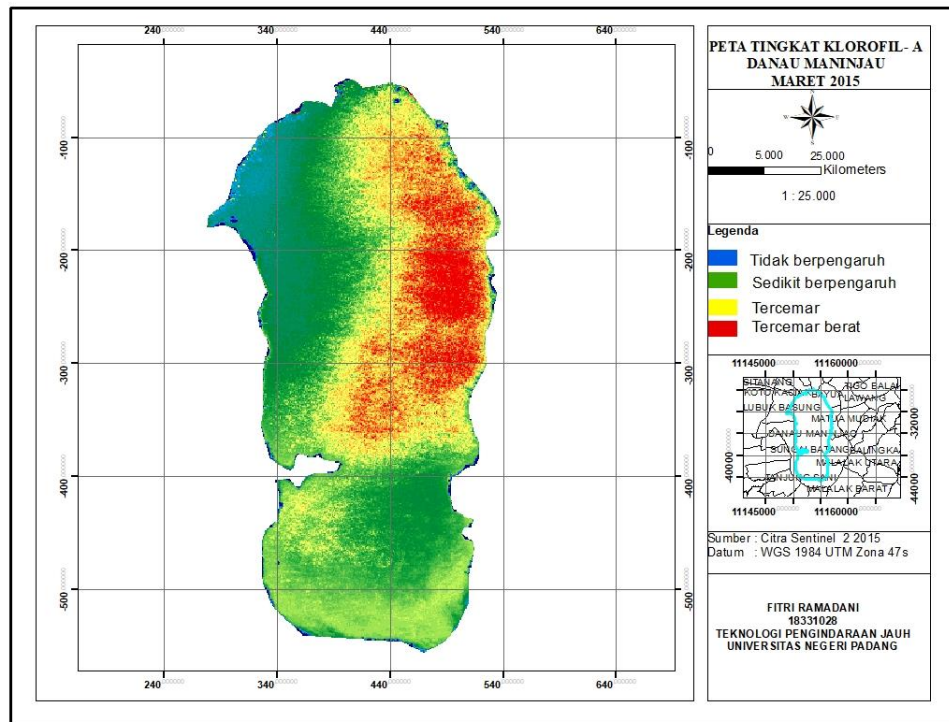
Kualitas air dari tahun 2015, 2018 dan 2020 adalah sebagai berikut :

## **TAHUN 2015**

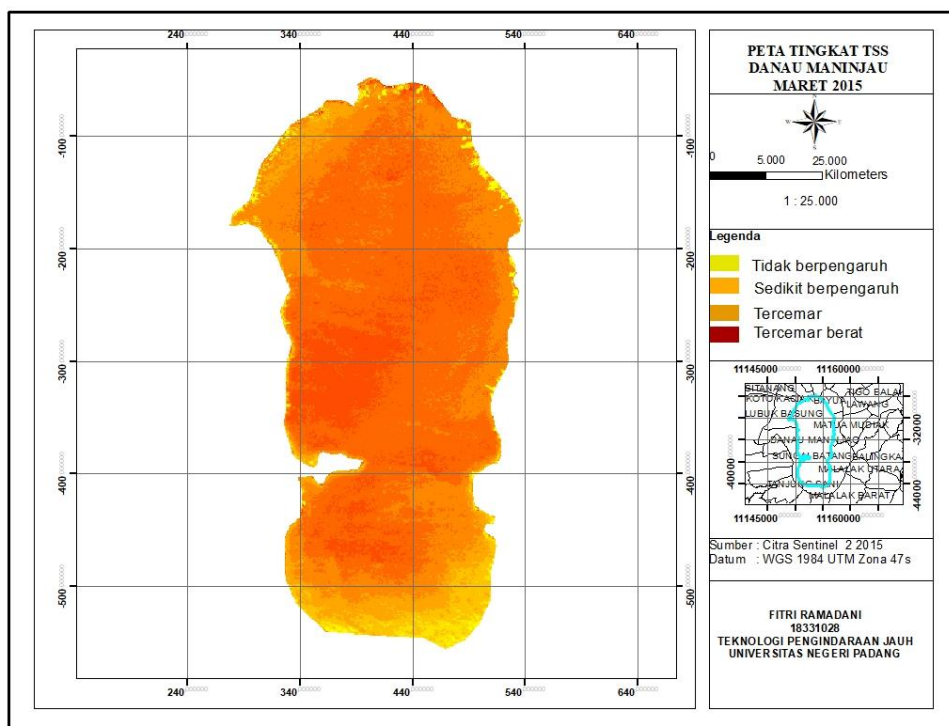
### **a) Maret 2015**

Pada Maret 2015 tingkat klorofil-a yaitu 0,17 mg/l - 5,211 mg/l. Dimana tingkat klorofil-a yang paling tinggi yaitu berada di Desa Bayua, Desa Maninjau, dan tingkat klorofil-a yang paling rendah yaitu di Desa Koto Malintang, Desa Tanjung sani. Tingkat TSS yaitu 80 mg/l - 450 mg/l, dimana tingkat TSS nya yang paling tinggi yaitu berada di Desa Tanjung Sari dan yang paling rendah yaitu di Desa Koto Malintang, Desa Koto Gadang Anam Koto, Desa Koto Kociak. Bisa kita ketahui bahwa air danau dalam kondisi tercemar. Pencemaran diketahui dari tingkat konsentrasi klorofil-a dan TSS yang sangat tinggi. Jumlah TSS yang sangat tinggi dapat menyebabkan kekeruhan air yang sangat pekat.

Pencemaran air disebabkan karena tingginya tingkat konsentrasi klorofil-a dan tingginya tingkat TSS, dimana tingginya tingkat konsentrasi klorofil-a disebabkan karena tingginya tingkat zat berupa nitrat ( $\text{NO}_3$ ) dan fosfat ( $\text{PO}_4$ ) dimana zat tersebut berasal dari sisa pakan ikan yang mengendap di permukaan danau. Dan tingginya tingkat TSS disebabkan masuknya partikel-partikel yang berasal dari daratan, dan perairan berupa partikel-partikel organik, anorganik serta bahan cair yang tidak bisa terlarut di dalam air danau. Partikel – partikel tersebut berasal dari ran off, sampah penduduk, pertanian, dan juga dari pakan ikan yang mengendap di dasar danau.



**Gambar 5.13 Peta Tingkat Konsentrasi Klorofil-A Maret 2015**

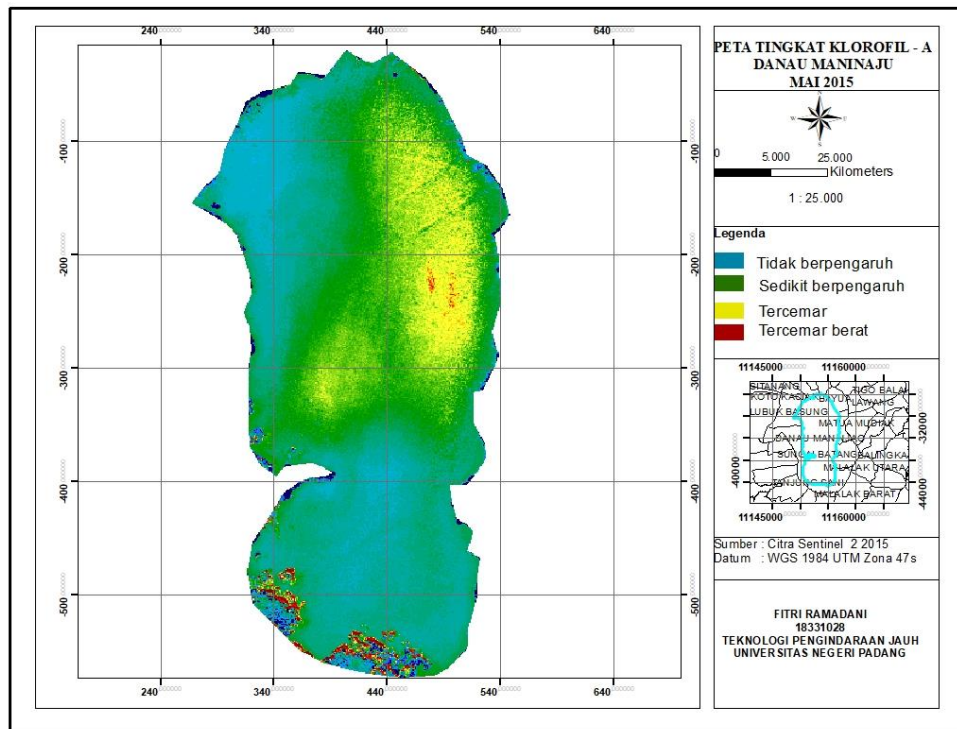


**Gambar 5.14 Peta Tingkat TSS Maret 2015**

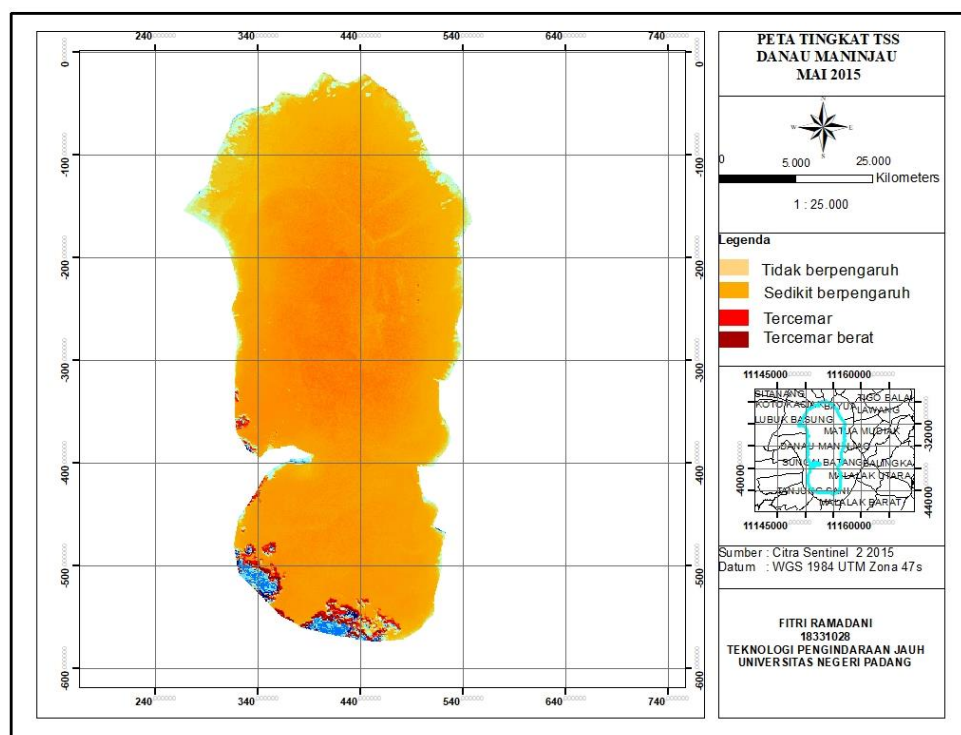
#### **b) Mai 2015**

Pada Mai 2015 tingkat klorofil-a yaitu 0,51 mg/l – 9,697 mg/l. Dimana tingkat klorofil-a yang paling tinggi yaitu berada di Desa Bayua, Desa Maninjau, dan tingkat klorofil-a yang paling rendah yaitu di Desa Koto Malintang, Desa Tanjung sani. Tingkat TSS yaitu 70 mg/l – 141.045 mg/l, dimana tingkat TSS nya yang paling tinggi yaitu berada di Desa Tanjung Sari dan yang paling rendah yaitu di Desa Maninjau. Bisa kita ketahui bahwa kualitas air di Danau Maninjau dalam kondisi sangat tercemar.

Pencemaran air disebabkan karena tingginya tingkat konsentrasi klorofil-a dan tingginya tingkat TSS, dimana tingginya tingkat konsentrasi klorofil-a disebabkan karena tingginya tingkat zat berupa nitrat ( $\text{NO}_3$ ) dan fosfat ( $\text{PO}_4$ ) dimana zat tersebut berasal dari sisa pakan ikan yang mengendap di permukaan danau. Dan tingginya tingkat TSS disebabkan masuknya partikel-partikel yang berasal dari daratan, dan perairan berupa partikel-partikel organik, anorganik serta bahan cair yang tidak bisa terlarut di dalam air danau. Partikel – partikel tersebut berasal dari ran off, sampah penduduk, pertanian, dan juga dari pakan ikan yang mengendap di dasar danau.



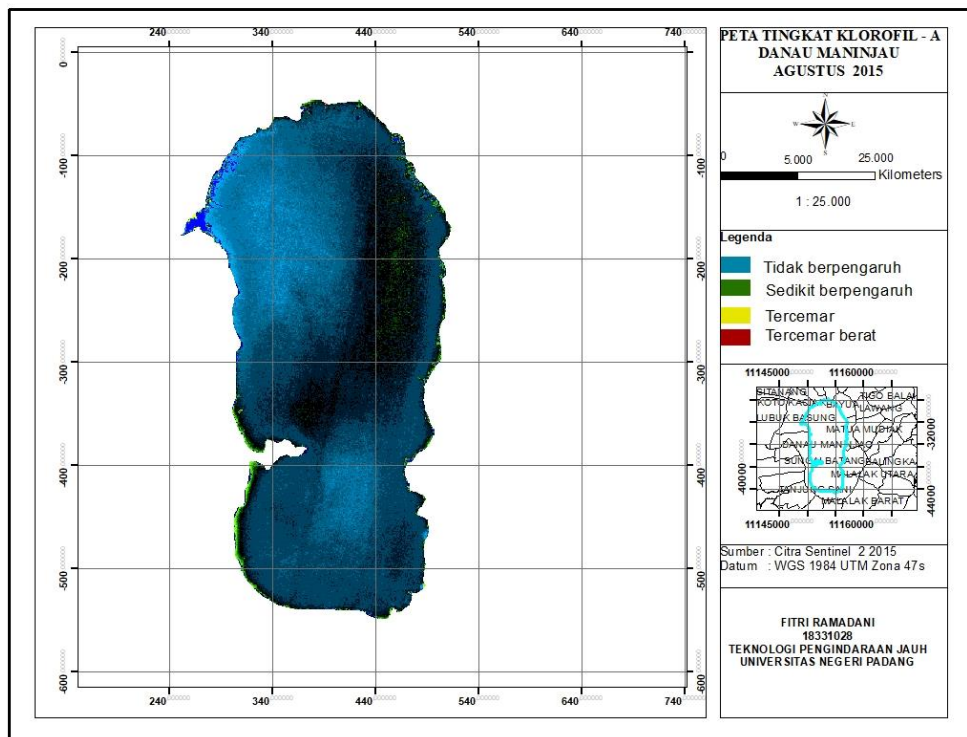
**Gambar 5.15 Peta Tingkat Konsentrasi Klorofil-A Mai 2015**



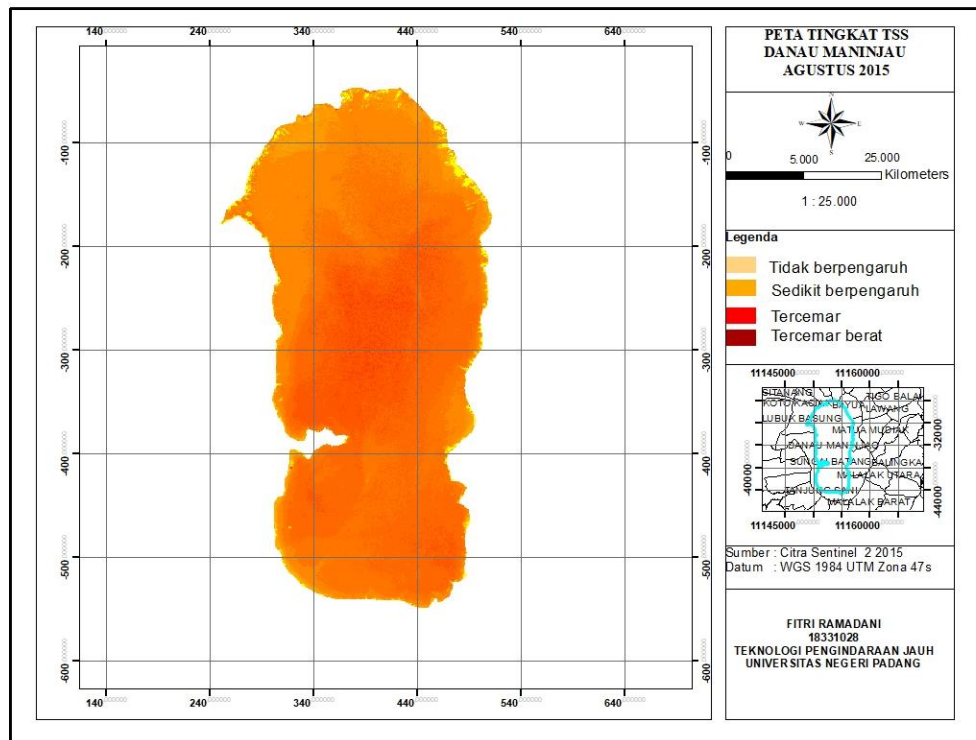
**Gambar 5.16 Peta Tingkat TSS Mai 2015**

### c) Agustus 2015

Pada Agustus 2015 tingkat klorofil-a yaitu 0,453 mg/l – 1,036 mg/l. Dimana tingkat klorofil-a yang paling tinggi yaitu berada di Desa Maninjau, dan tingkat klorofil-a yang paling rendah yaitu di Desa Sungai.. Tingkat TSS yaitu 175 mg/l – 50 mg/l, dimana tingkat TSS nya yang paling rendah yaitu berada di setiap tepian danau kecuali di Desa Koto Malintang, dan Desa Koto Gadang Anam Koto. Bisa kita ketahui bahwa kualitas air dalam kondisi tercemar ringan.



**Gambar 5.17 Kondisi Konsentrasi Klorofil-A Agustus 2015**



**Gambar 5.18 Tingkat TSS Agustus 2015**

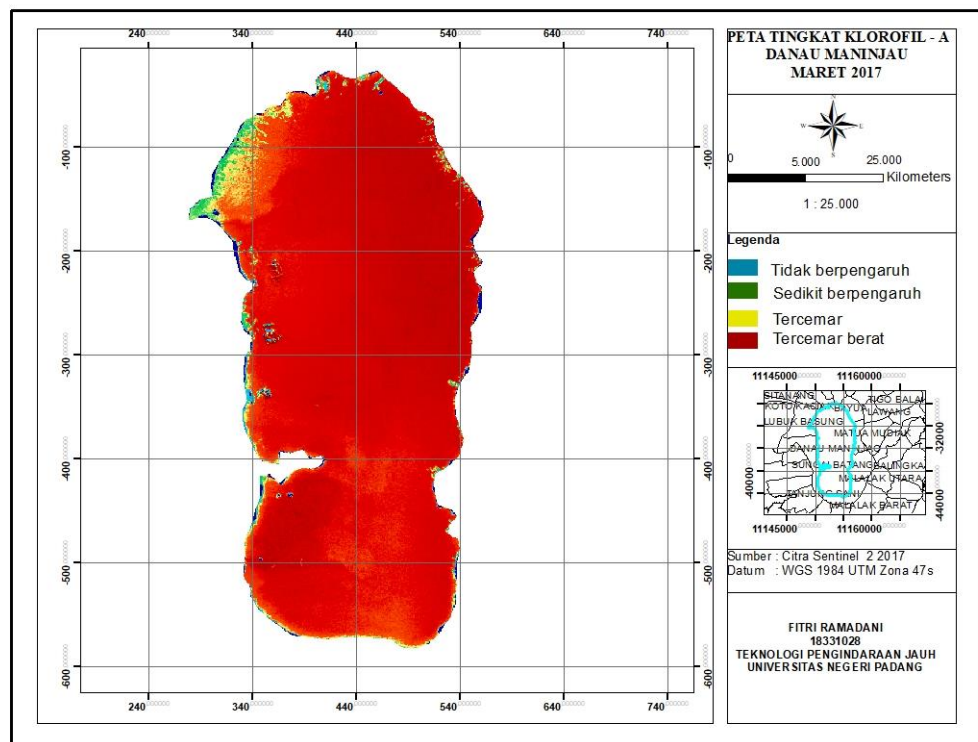
**TAHUN 2017**

**a) Maret 2017**

Pada Maret 2017 tingkat klorofil-a yaitu 3,5 mg/l – 18,5 mg/l. Dimana tingkat konsentrasi klorofil-a yang paling tinggi hampir merata di setiap tepi danau kecuali sekitar Desa Koto Malintang dan Desa Tanjung Sani. Tingkat TSS yaitu 58 mg/l – 105 mg/l, dimana tingkat TSS yang paling rendah berada di rata disetiap tepi danau kecuali sebagian kecil yaitu di bagian Desa Tanjung Sani Dan Desa Koto Malintang. Bisa kita ketahui bahwa kualitas air di Danau Maninjau dalam kondisi sangat tercemar.

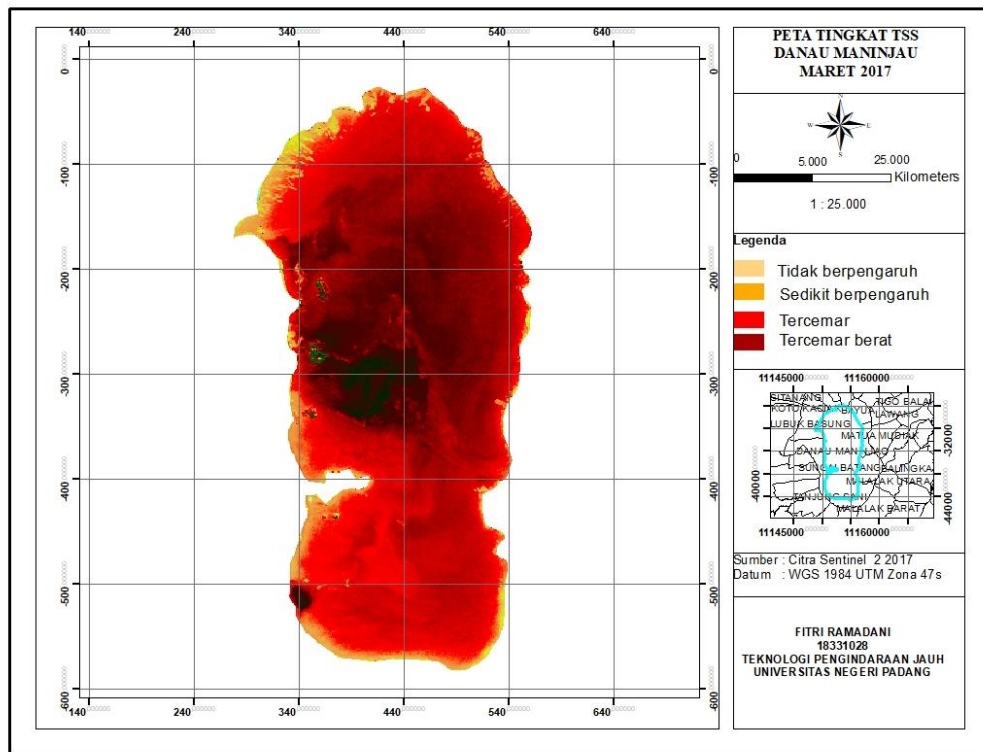
Pencemaran air disebabkan karena tingginya tingkat konsentrasi klorofil-a dan tingginya tingkat TSS, dimana tingginya tingkat konsentrasi klorofil-a

disebabkan karena tingginya tingkat zat berupa nitrat ( $\text{NO}_3$ ) dan fosfat ( $\text{PO}_4$ ) dimana zat tersebut berasal dari sisa pakan ikan yang mengendap di permukaan danau. Tingginya tingkat TSS disebabkan masuknya partikel-partikel yang berasal dari daratan, dan perairan berupa partikel-partikel organik, anorganik serta bahan cair yang tidak bisa terlarut di dalam air danau. Partikel – partikel tersebut berasal dari ran off, sampah penduduk, pertanian, dan juga dari pakan ikan yang mengendap di dasar danau.



**Gambar 5.19 Peta tingkat konsentrasi klorofil-a Maret 2017**





**Gambar 5.20 Peta tingkat TSS Maret 2017**

#### **b) Mei 2017**

Pada Mei 2017 tingkat klorofil-a yaitu 0,045 mg/l – 20 mg/l. Dimana tingkat konsentrasi klorofil-a yang paling rendah di tepian danau bagian Desa Koto Malintang dan Desa Maninjau dan yang paling tinggi hampir di semua tempat tetapi yang paling tinggi di Desa Tanjung Sani dan Desa Sungai Batang. Tingkat TSS yaitu 50 mg/l – 150 mg/l, dimana tingkat TSS yang paling rendah berada di Desa Maninjau, Desa Koto Malintang dan tinggi hampir di semua tempat tepian. Bisa kita ketahui bahwa kualitas air di Danau Maninjau dalam kondisi sangat tercemar.

Pencemaran air disebabkan karena tingginya tingkat konsentrasi klorofil-a dan tingginya tingkat TSS, dimana tingginya tingkat konsentrasi klorofil-a disebabkan karena tingginya tingkat zat berupa nitrat ( $\text{NO}_3$ ) dan fosfat ( $\text{PO}_4$ )

**PETA TINGKAT KLOROFIL - A  
DANAU MANINJAU  
MAI 2017**

0 5.000 25.000  
Kilometers  
1 : 25.000

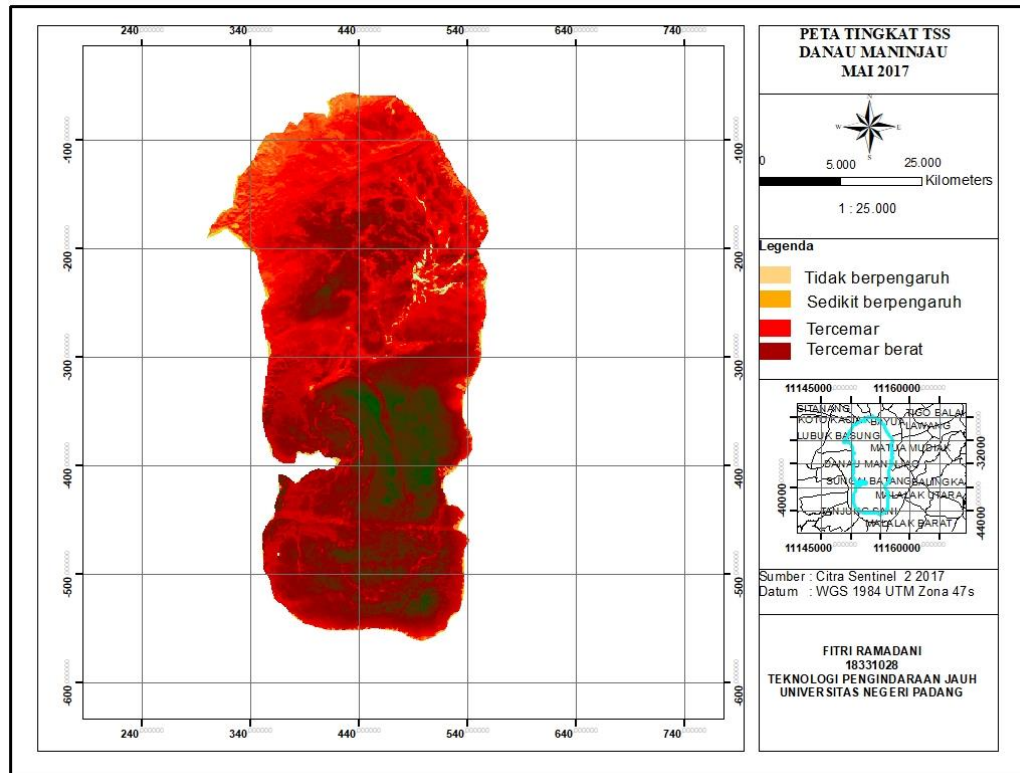
**Legenda**

- Tidak berpengaruh
- Sedikit berpengaruh
- Tercemar
- Tercemar berat

Sumber : Citra Sentinel 2 2017  
Datum : WGS 1984 UTM Zona 47 s

FITRI RAMADANI  
18331028  
TEKNOLOGI PENGINDAARAN JAUH  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG

62

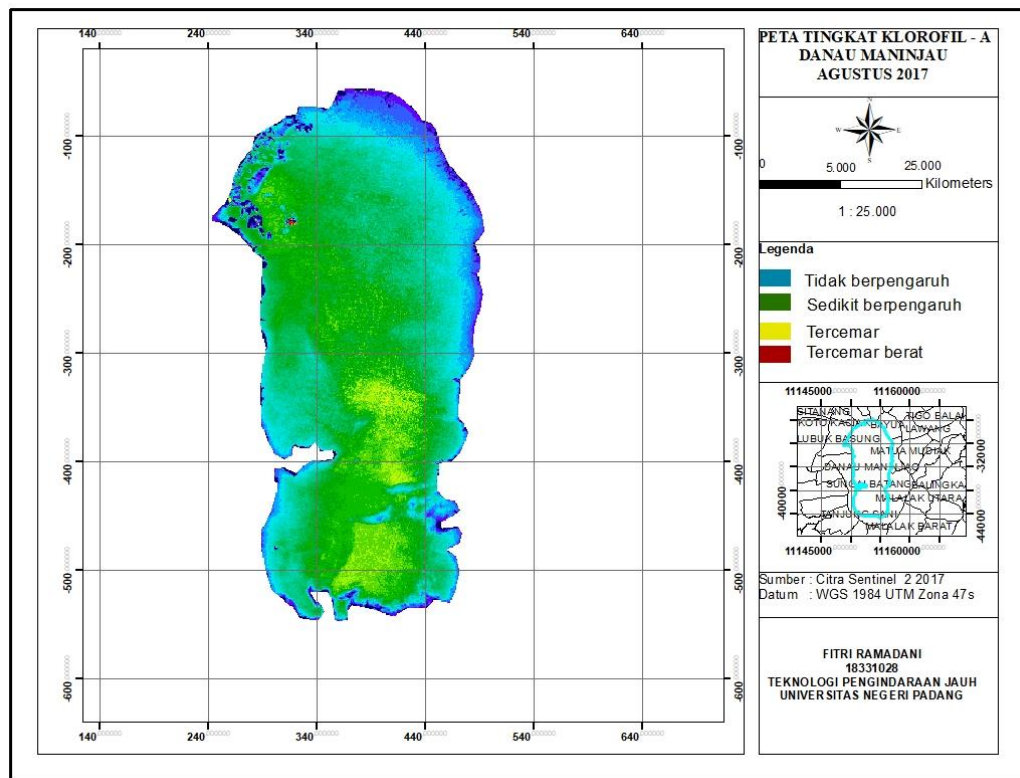


**Gambar 5.22 Peta tingkat TSS Mai 2017**

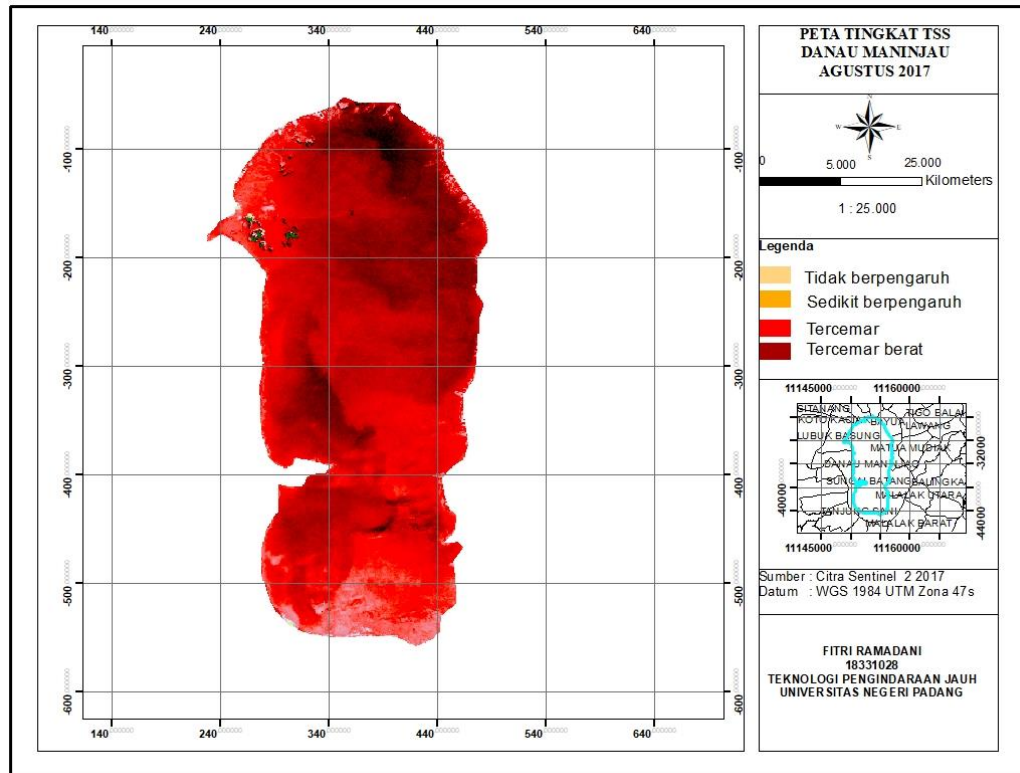
**c) Agustus 2017**

Pada Agustus 2017 tingkat klorofil-a yaitu 0,118 mg/l - 1,517 mg/l. Dimana tingkat klorofil-a yang rendah di semua tepian danau kecuali di Desa Kotao Malintang dan Desa koto gadang Anam Koto. Dan tingkat TSS yaitu 370 mg/l - 450 mg/l, dimana tingkat TSS nya yang paling tinggi yaitu berada di tepian danau kecuali di Koto Malintang dan bagian tengah danau. Bisa kita ketahui bahwa air danau dalam kondisi tercemar. Dimana pencemaran disebabkan dari tingkat TTS yang sangat tinggi. Jumlah TSS yang sangat tinggi dapat menyebabkan kekeruhan air yang sangat pekat. Tingginya tingkat TSS disebabkan masuknya partikel-partikel yang berasal dari daratan, dan perairan berupa partikel-partikel organik, anorganik serta bahan cair yang tidak bisa

terlarut di dalam air danau. Partikel – partikel tersebut berasal dari ran off, sampah penduduk, pertanian, dan juga dari pakan ikan yang mengendap di dasar danau.



**Gambar 5.23 Peta Tingkat konsentrasi klorofil-a Agustus 2017**



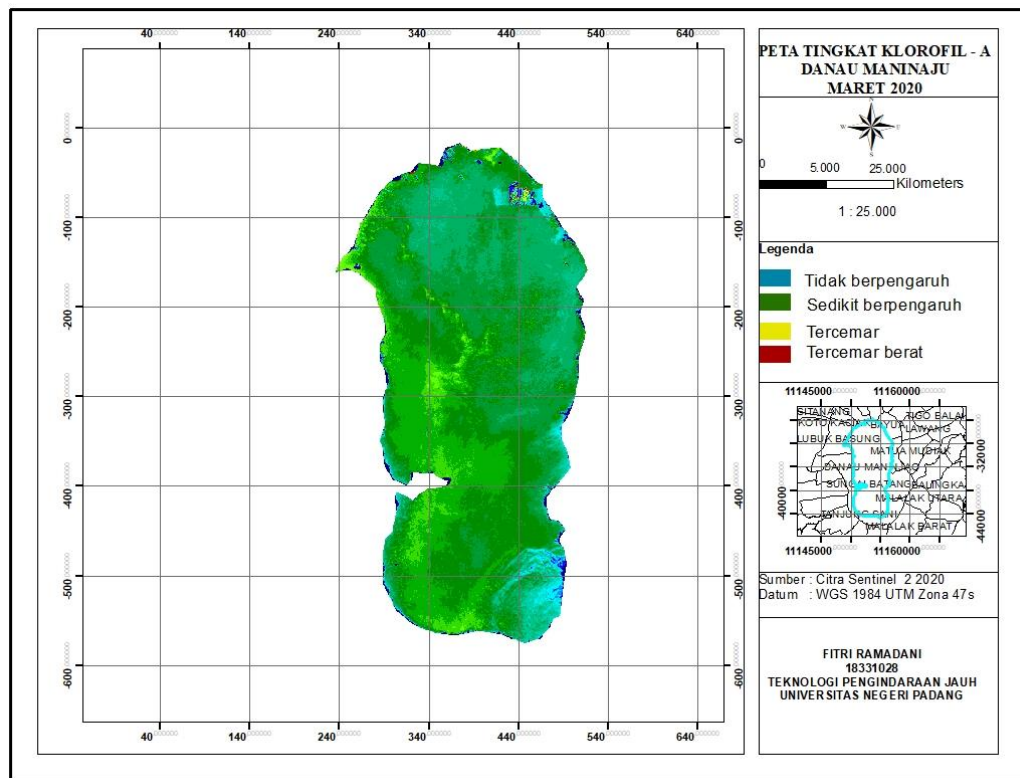
**Gambar 5.24 Peta Tingkat TSS Agustus 2017**

## **TAHUN 2020**

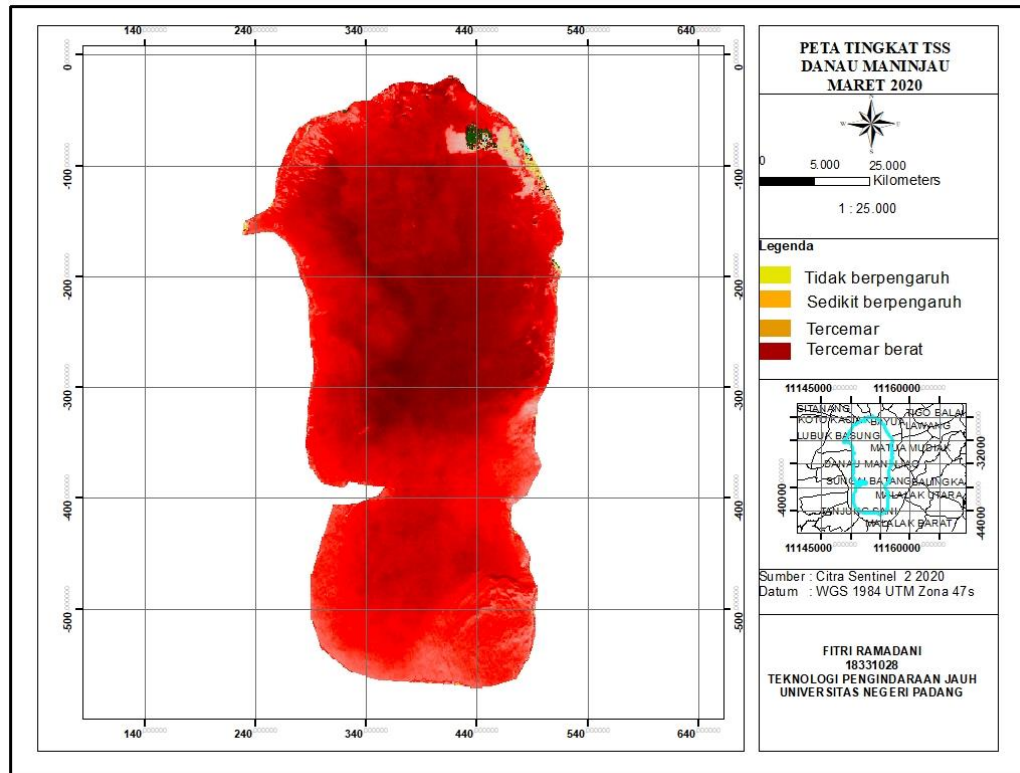
### **a) Maret 2020**

Pada Maret 2020 tingkat klorofil-a yaitu 0,35 mg/l - 1,173 mg/l. Dimana tingkat klorofil-a rata-rata rendah di semua tempat kecuali di Desa Tanjung Sani. Tingkat TSS yaitu 150 mg/l - 580 mg/l, dimana tingkat TSS nya rata-rata tinggi di semua tempat kecuali di Desa Tanjung sani. Bisa di ketahui bahwa air danau dalam kondisi tercemar. Dimana pencemaran disebabkan dari tingkat TSS yang sangat tinggi. Jumlah TSS yang sangat tinggi dapat menyebabkan kekeruhan air yang sangat pekat. Tingginya tingkat TSS disebabkan masuknya partikel-partikel yang berasal dari daratan, dan perairan berupa partikel-partikel organik, anorganik serta bahan cair yang tidak bisa terlarut di dalam air danau.

Partikel – partikel tersebut berasal dari ran off, sampah penduduk, pertanian, dan juga dari pakan ikan yang mengendap di dasar danau. Pada bulan ini tidak mengalami konsentrasi klorofil-a yang tinggi.



**Gambar 5.25 Peta Tingkat konsentrasi klorofil-a Maret 2020**



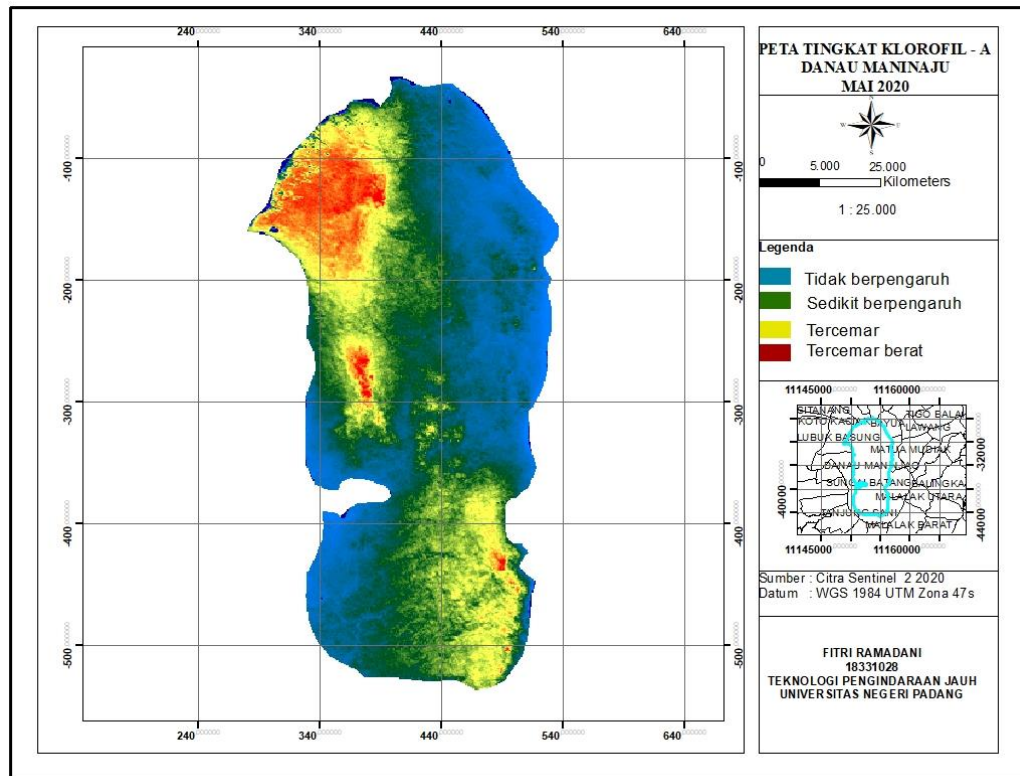
**Gambar 5.26 Peta Tingkat TSS Maret 2020**

#### **b) Mai 2020**

Pada Mai 2020 tingkat klorofil-a yaitu 0,154 mg/l - 1,828 mg/l. Dimana tingkat klorofil-a rendah di semua tempat. Dan tingkat TSS yaitu 200 mg/l – 600 mg/l, dimana tingkat TSS nya tinggi hampir di semua tempat. Bisa di ketahui bahwa air danau dalam kondisi tercemar. Dimana pencemaran disebabkan dari tingkat TSS yang sangat tinggi. Jumlah TSS yang sangat tinggi dapat menyebabkan kekeruhan air yang sangat pekat. Tingginya tingkat TSS disebabkan masuknya partikel-partikel yang berasal dari daratan, dan perairan berupa partikel-partikel organik, anorganik serta bahan cair yang tidak bisa terlarut di dalam air danau. Partikel – partikel tersebut berasal dari ran off,

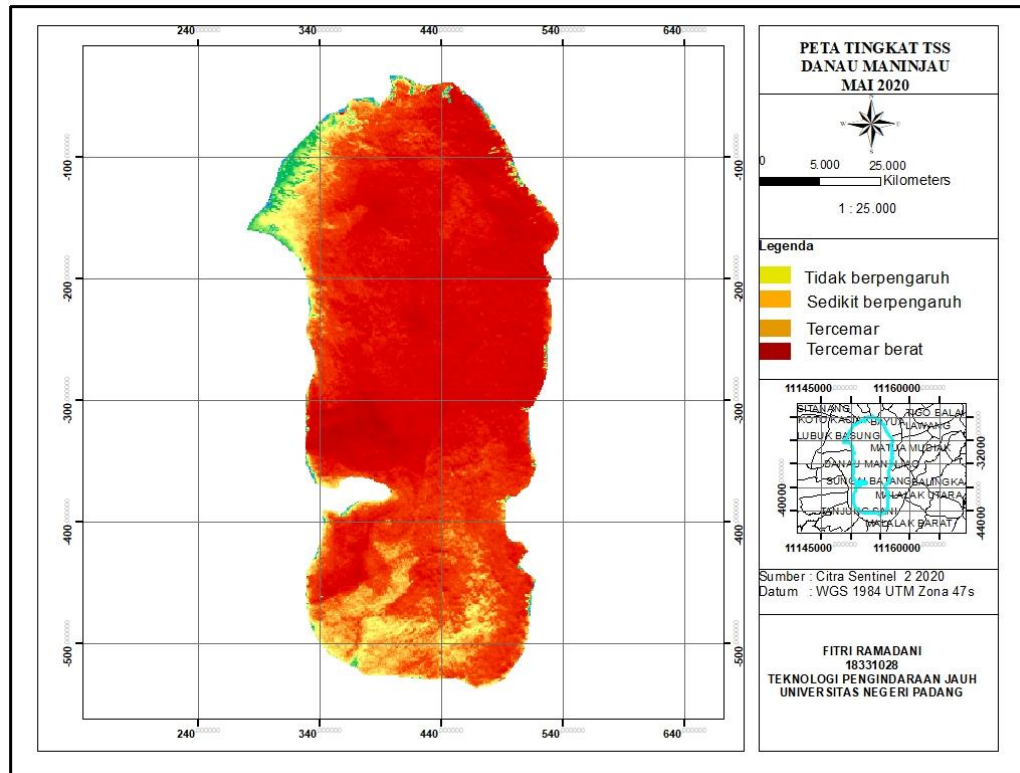


sampah penduduk, pertanian, dan juga dari pakan ikan yang mengendap di dasar danau. Pada bulan ini tidak mengalami konsentrasi klorofil-a yang tinggi.



**Gambar 5.27 Peta tingkat konsentrasi klorofil-a Mai 2020**



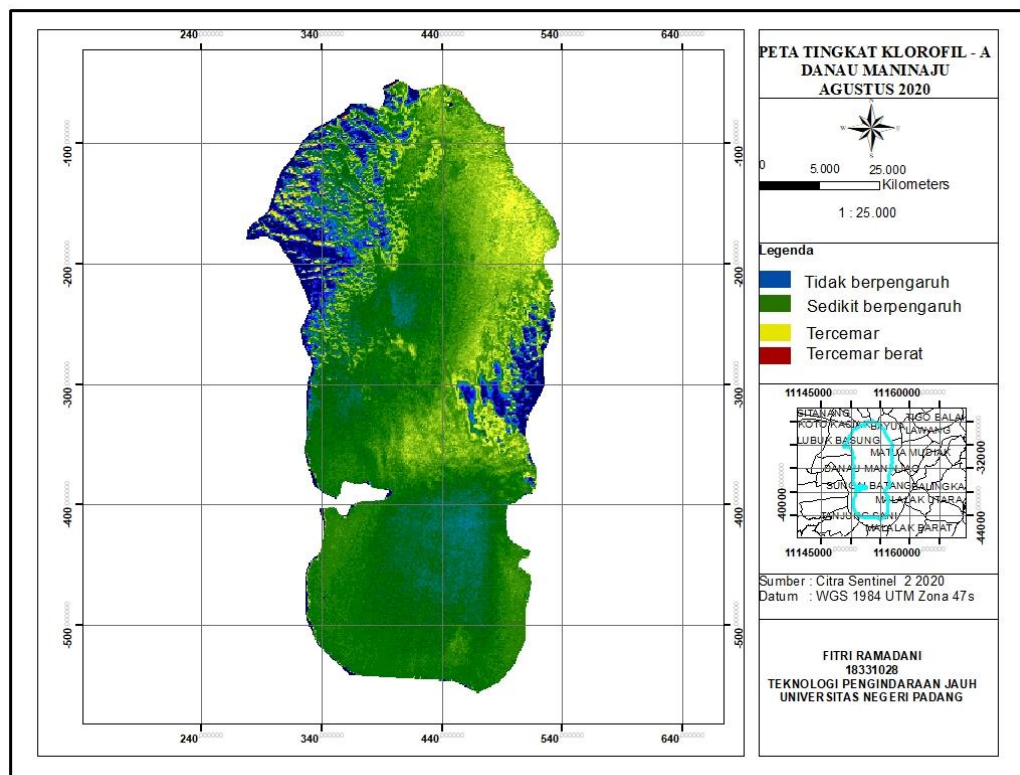


**Gambar 5.28 Peta tingkat TSS Mai 2020**

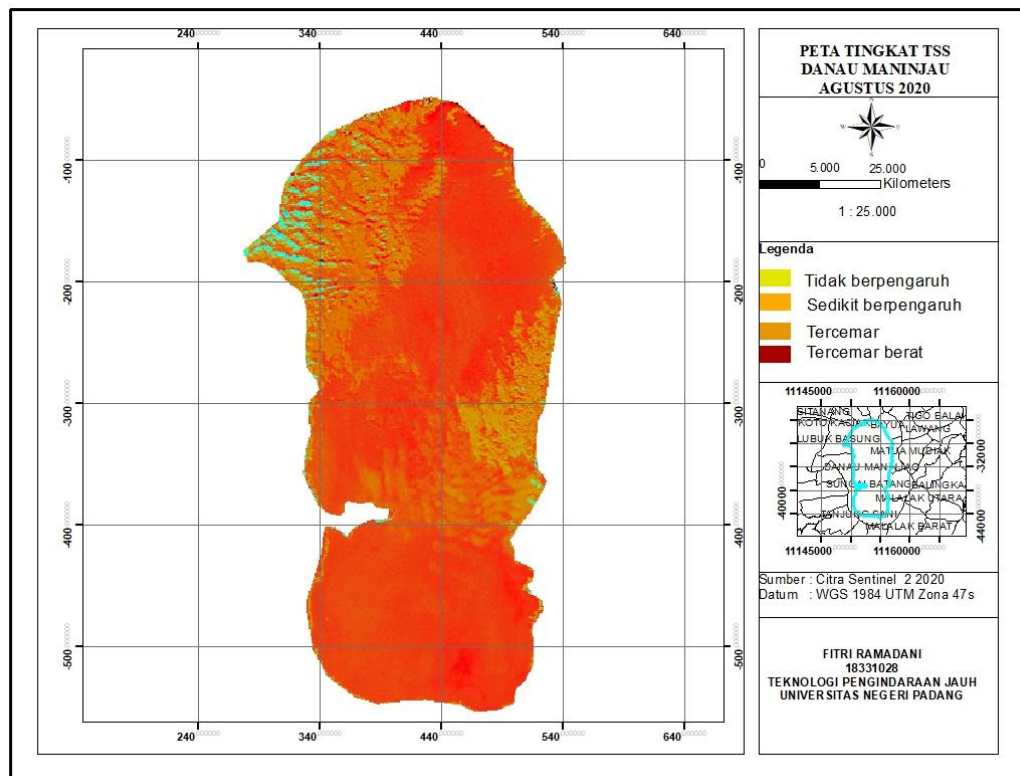
### c) Agustus 2020

Pada Agustus 2020 tingkat klorofil-a yaitu 0,009 mg/l – 2.969 mg/l. Dimana tingkat klorofil-a rendah di Desa Kota Malintang, Desa Tanjung Sani dan tinggi di Desa Sungai Batang, Desa Maninjau. Dan tingkat TSS yaitu 250 mg/l – 10 mg/l, dimana tingkat TSSnya tinggi di Desa Kota Malintang dan terendah di Desa Maninjau. Bisa di ketahui bahwa air danau dalam kondisi tercemar. Dimana pencemaran disebabkan dari tingkat TSS yang sangat tinggi. Jumlah TSS yang sangat tinggi dapat menyebabkan kekeruhan air yang sangat pekat. Tingginya tingkat TSS disebabkan masuknya partikel-partikel yang berasal dari daratan, dan perairan berupa partikel-partikel organik, anorganik serta bahan cair yang tidak bisa terlarut di dalam air danau. Partikel – partikel

tersebut berasal dari ran off, sampah penduduk, pertanian, dan juga dari pakan ikan yang mengendap di dasar danau. Pada bulan ini tidak mengalami konsentrasi klorofil-a yang tinggi.



**Gambar 5.29 Peta Tingkat Kondisi konsentrasi klorofil-a Agustus 2020**



**Gambar 5.30 Peta Tingkat TSS Agustus 2020**

## **2. Hasil Pengolahan di Lapangan**

### **2015**

Ammonia dan nitrit termasuk persenyawaan kimia yang tidak dikehendaki kehadirannya diperairan oleh ikan karena bersifat racun. Nitrit pada bulan September 2015 berkisar 0,11-0,21 mg/L, dihasilkan dari dekomposisi persenyawaan nitrogen organik yang berasal dari jaringan hidup atau bahan yang mengandung protein pada suasana anaerobik atau defisiensi oksigen. Kadar ammonia 0,25-0,50 mg/L dapat menyebabkan ikan stress dan lebih dari 1,0 mg/L dapat mematikan ikan yang dipelihara di dalam KJA. (Hafrijal Syandri, 2016)

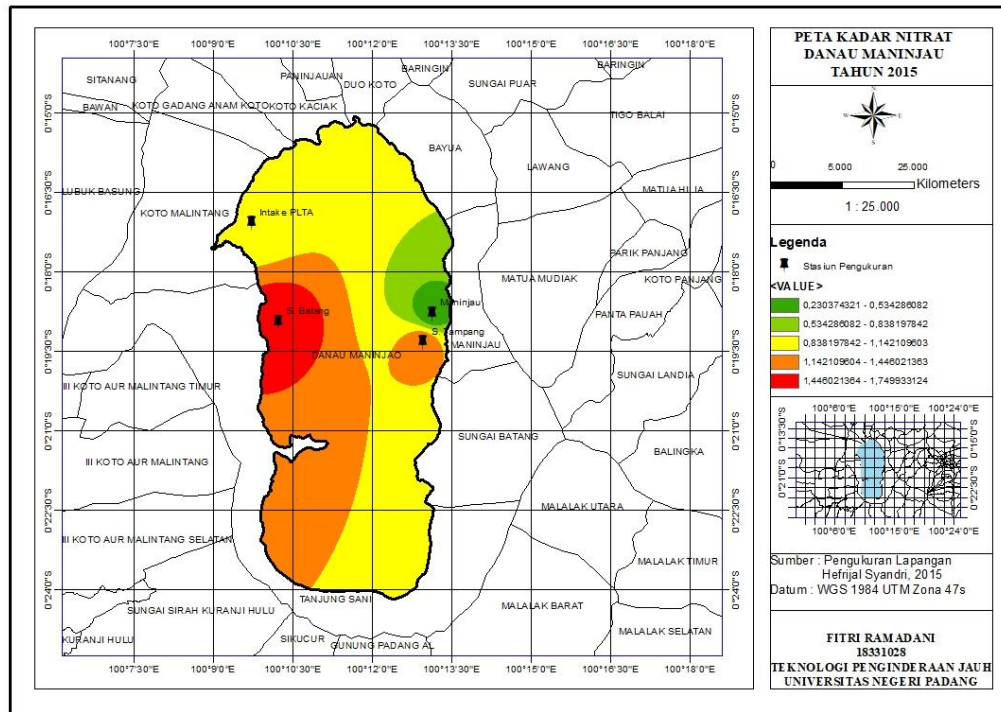
Nitrat dapat digunakan untuk mengelompokan tingkat kesuburan perairan. Perairan oligotrofik memiliki kadar nitrat 0-1 mg/L, perairan mesotrofik antara 1 - 5 mg/L dan eutrofik antara 5 - 10 mg/L (Volenweider dalam Wetzel., 1992). Nitrat di Danau Maninjau berkisar 0,23-1,75 mg/L. Mengacu kepada nilai tersebut tingkat kesuburan perairan Danau maninjau cenderung mesotropik. Menurut Effendi (2003) kadar nirat lebih dari 0,2 mg/L dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi (pengayaan) perairan yang selanjutnya menstimulir pertumbuhan algae dan tumbuhan air secara pesat (blooming). Kadar nitrat > 5 mg/L di suatu perairan dapat menggambarkan terjadinya pencemaran antropogenik yang berasal dari aktifitas manusia dan tinja hewan. Konsentrasi nitrat lebih cenderung tinggi di stasiun Sungai Batang dan Maninjau, karena merupakan daerah KJA dengan jumlah lebih banyak, sehingga semakin menambah bahan masukan nitrat ke perairan. (Hafrijal Syandri, 2016).

**Tabel 5.6 Nilai Parameter kualitas Air Danau Maninjau 2015**

| NO | Lokasi      | Nitrat | Nitrit | Nitrogen | Pospat |
|----|-------------|--------|--------|----------|--------|
| 1  | S. Batang   | 1,75   | 0,15   | 2,04     | 0,55   |
| 2  | S. Tampang  | 1,42   | 0,21   | 2,09     | 0,59   |
| 3  | Maninjau    | 0,23   | 0,11   | 1,8      | 0,44   |
| 4  | Intake PLTA | 0,85   | 0,14   | 0,96     | 0,38   |

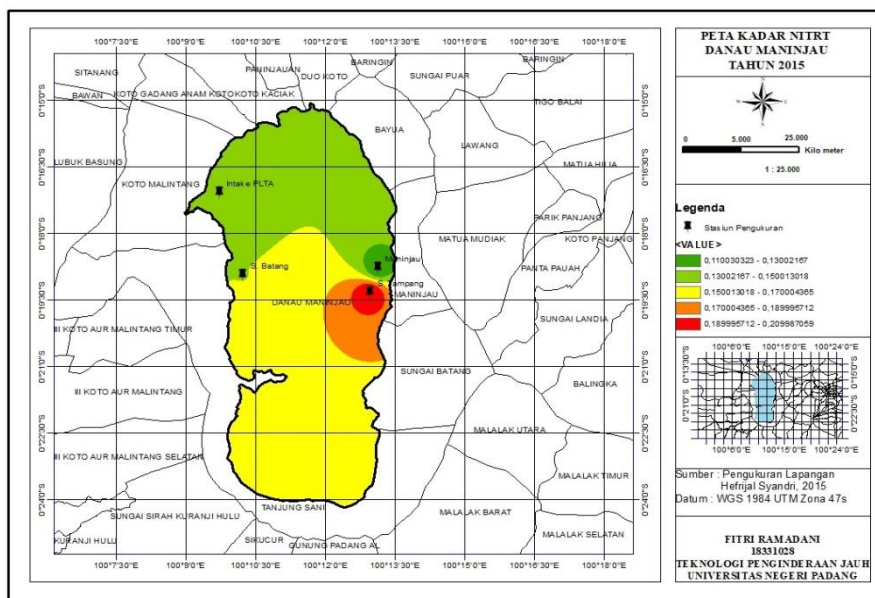
( Syandri, H. 2016)

a. Peta kadar nitrat Danau Meninjau 2015



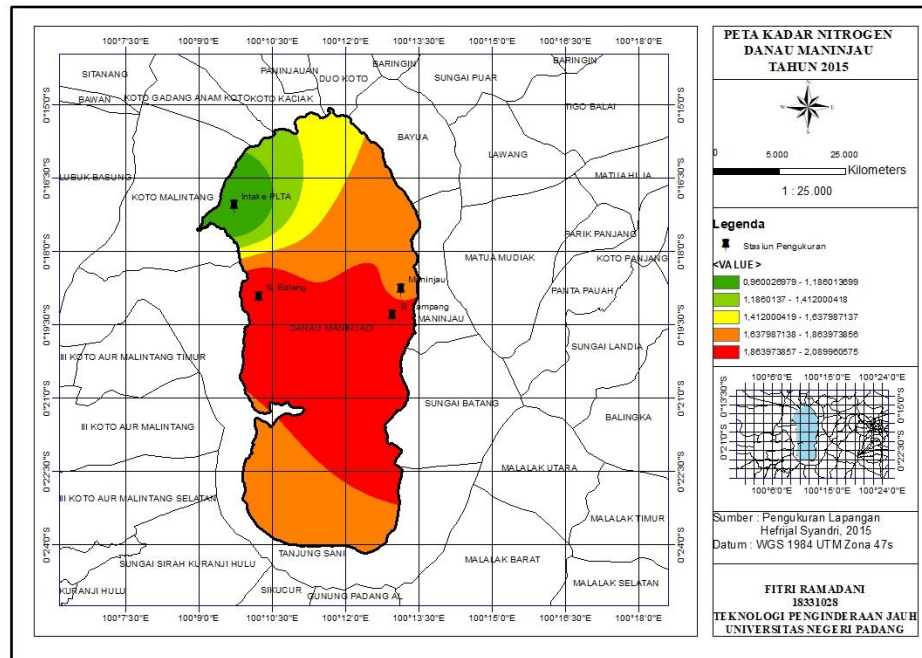
Gambar 5.31 Peta kadar nitrat Danau Meninjau 2015

b. Peta kadar nitrit Danau Meninjau 2015



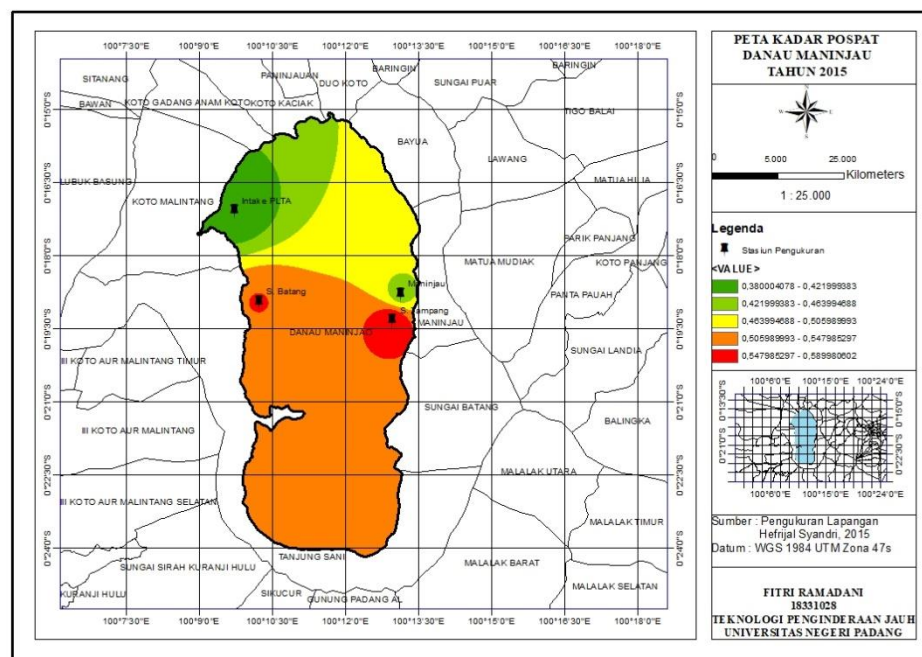
Gambar 5.32 Peta Peta kadar nitrit Danau Meninjau 2015

c. Peta kadar nitrogen Danau Meninjau 2015



Gambar 5.33 Peta Peta kadar nitrogen Danau Meninjau 2015

d. Peta kadar pospat Danau Meninjau 2015



Gambar 5.34 Peta Peta kadar pospat Danau Meninjau 2015

**2017**

Senyawa fosfat, nitrat, nitrit, amonia, dan sulfur termasuk dalam kategori tinggi. Konsentrasi senyawa fosfat, nitrat, nitrit dan sulfur dalam plasma darah ikan yang tertinggi adalah di daerah Maninjau (masing-masingnya 87; 216; 13,9; 0,6; dan 5,5 mg/l). Sedangkan untuk substrat di dasar danau, konsentrasi fosfat dan amonia tertinggi di kawasan Maninjau (masing-masingnya 82,150 dan 0,546 mg/l), dan konsentrasi nitrat, nitrit, dan sulfur tertinggi di kawasan Tanjung Sani (masing-masingnya 33,166; 23,954 ;dan 0,0776 mg/l). (Maharani, A, dkk 2017).

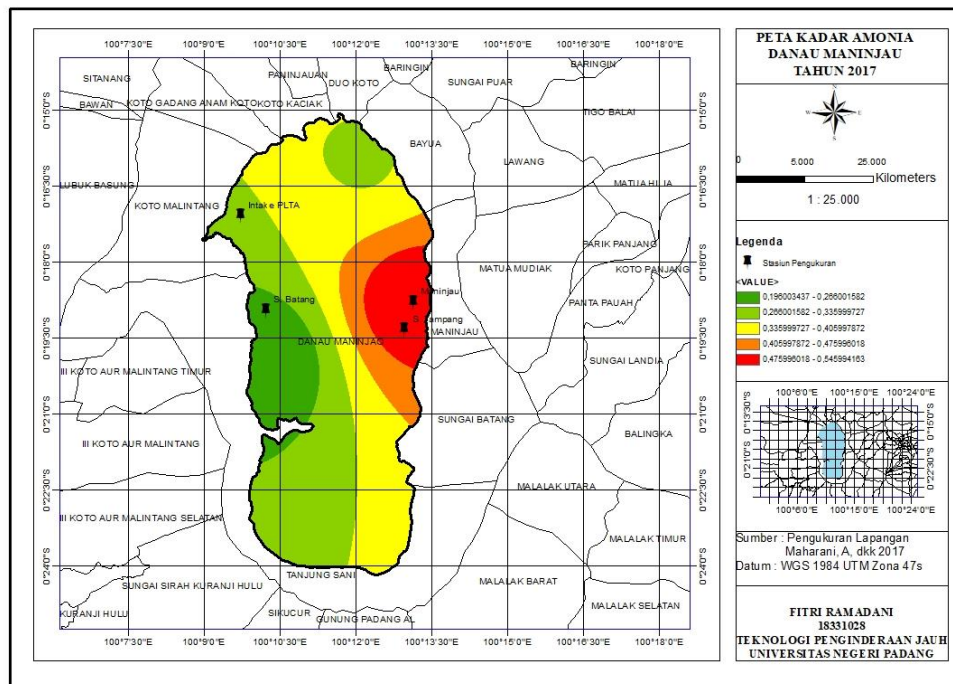
**Tabel 5.7 Nilai Parameter kualitas Air Danau Maninjau 2017**

| No | Lokasi       | Amonia | Sulfat | nitrat | nitrit | fosfat |
|----|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1  | Maninjau     | 0,586  | 0,0482 | 25,452 | 18,452 | 82,15  |
| 2  | Tj.Sani      | 0,396  | 0,0776 | 33,166 | 23,954 | 44,373 |
| 3  | Pakan Raba'a | 0,229  | 0,0624 | 29,852 | 19,74  | 34,805 |

(Maharani, A, dkk 2017)

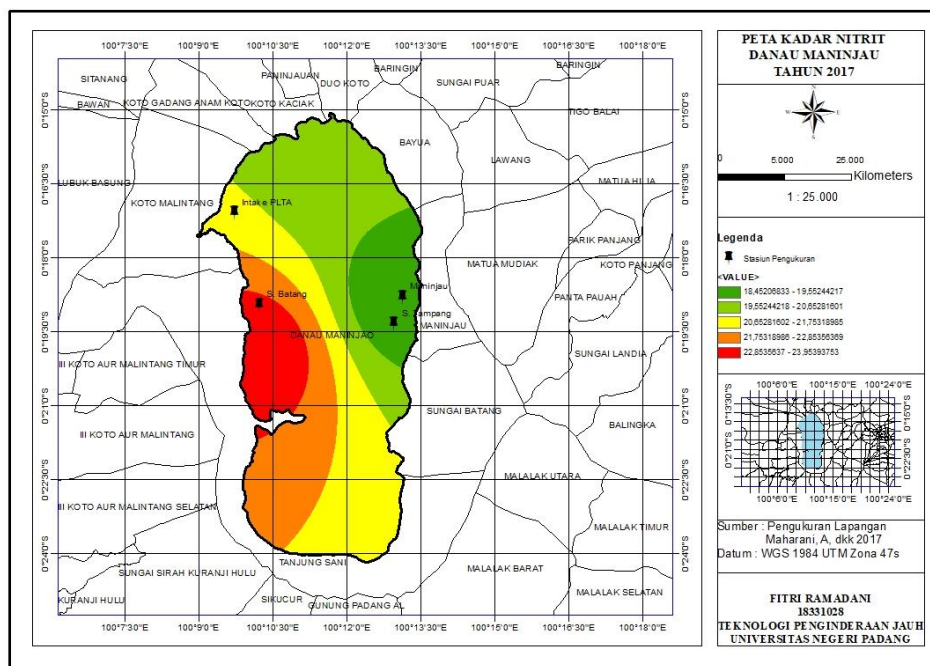


a. Peta kadar amonia Danau Meninjau 2017



Gambar 5.35 Peta kadar amonia Danau Meninjau 2017

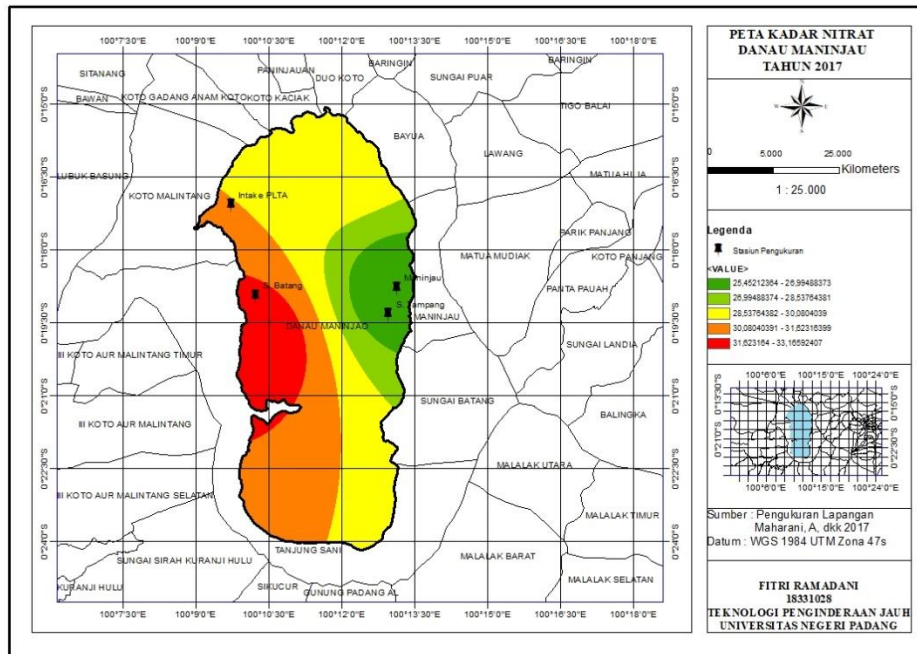
b. Peta kadar nitrit Danau Meninjau 2017



Gambar 5.36 Peta kadar nitrit Danau Meninjau 2017

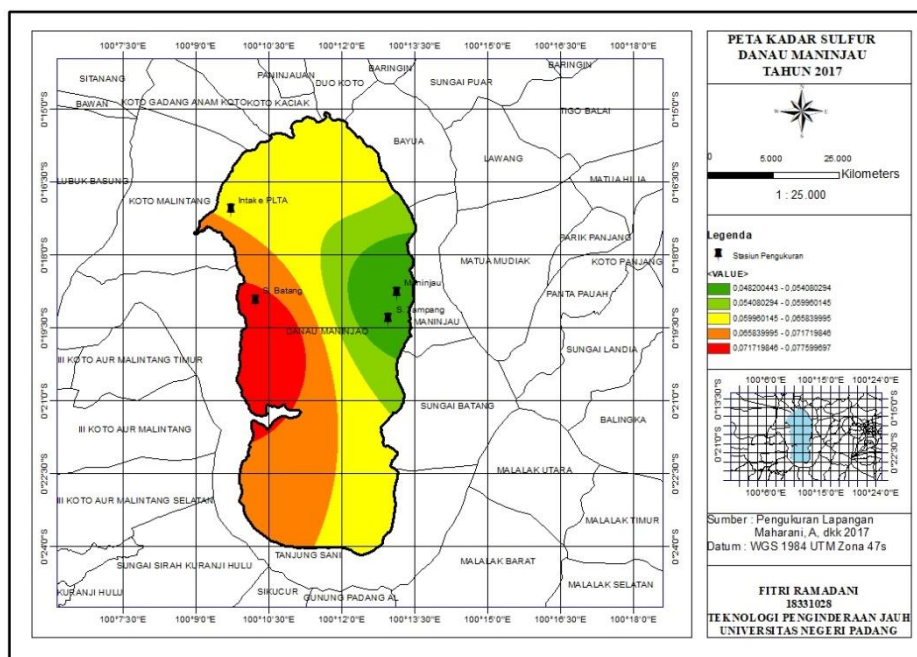


c. Peta kadar nitrat Danau Meninjau 2017



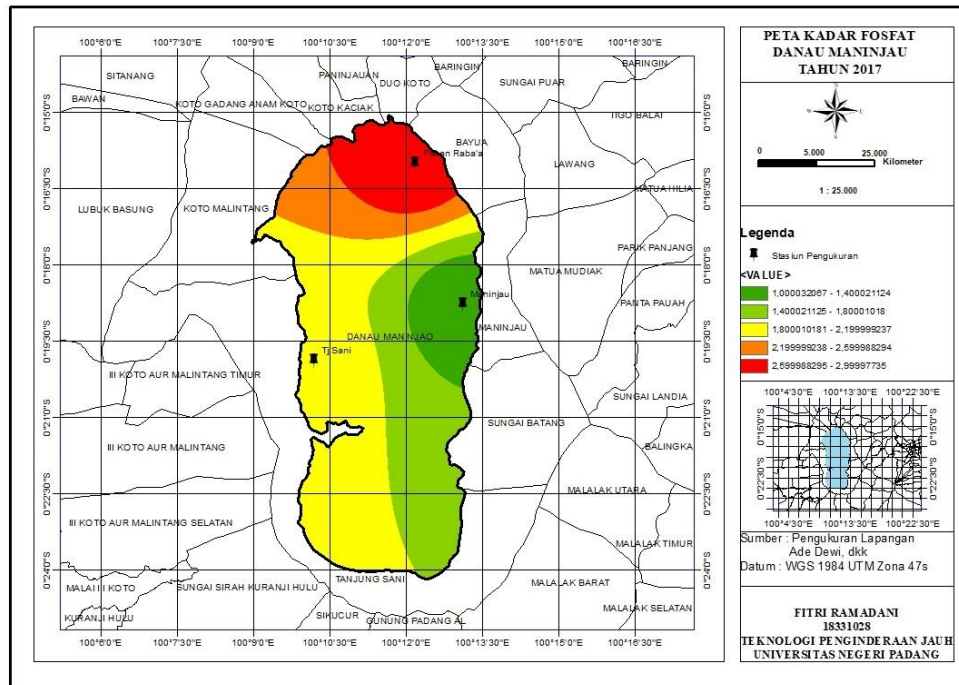
Gambar 5.37 Peta kadar nitrat Danau Meninjau 2017

d. Peta kadar sulfur Danau Meninjau 2017



Gambar 5.38 Peta kadar sulfur Danau Meninjau 2017

e. Peta kadar fosfat Danau Meninjau 2017



Gambar 5.39 Peta kadar fosfat Danau Meninjau 2017

2020

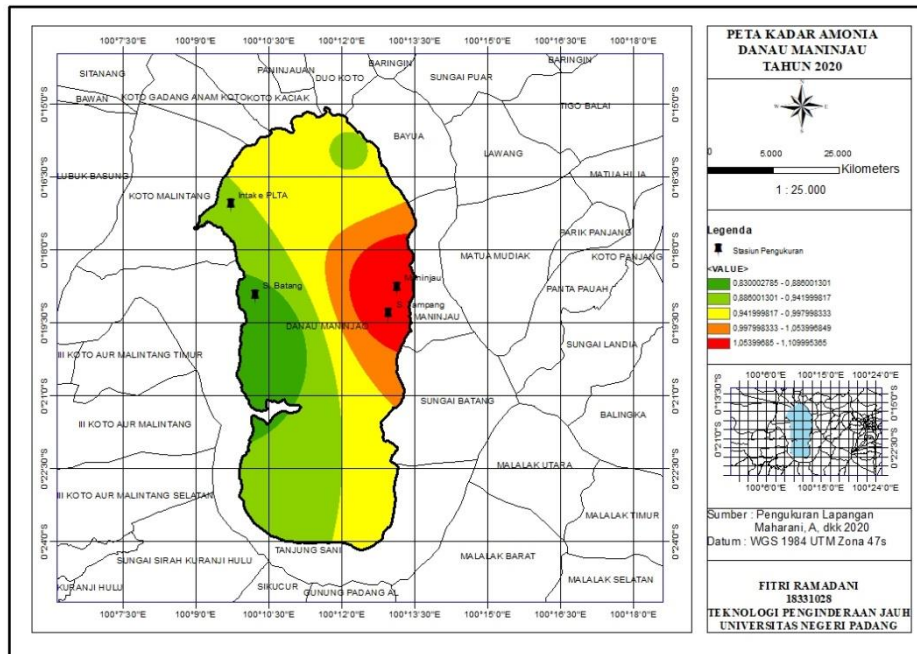
Kadar amonia, Pospat, COD dalam perairan didapatkan berada diatas kadar normal. Kadar DO, Nitrit dan Nitrat masih berada dibawah kadar normal. Dan untuk kadar PH dan suhu masih berada pada kadar normal (Maharani, A, dkk 2020).

Tabel 5.8 Nilai Parameter kualitas Air Danau Maninjau 2020

| No | Lokasi       | Amonia | Nitrat | Nitrat | COD   | Pospat | PH  |
|----|--------------|--------|--------|--------|-------|--------|-----|
| 1  | Maninjau     | 0,546  | 0,133  | 0,008  | 17,58 | 0,285  | 6,4 |
| 2  | Tj.Sani      | 0,196  | 0,1    | <0,006 | 14,38 | 0,296  | 6,1 |
| 3  | Pakan Raba'a | 0,329  | 0,134  | 0,007  | 13,61 | 0,266  | 6,4 |

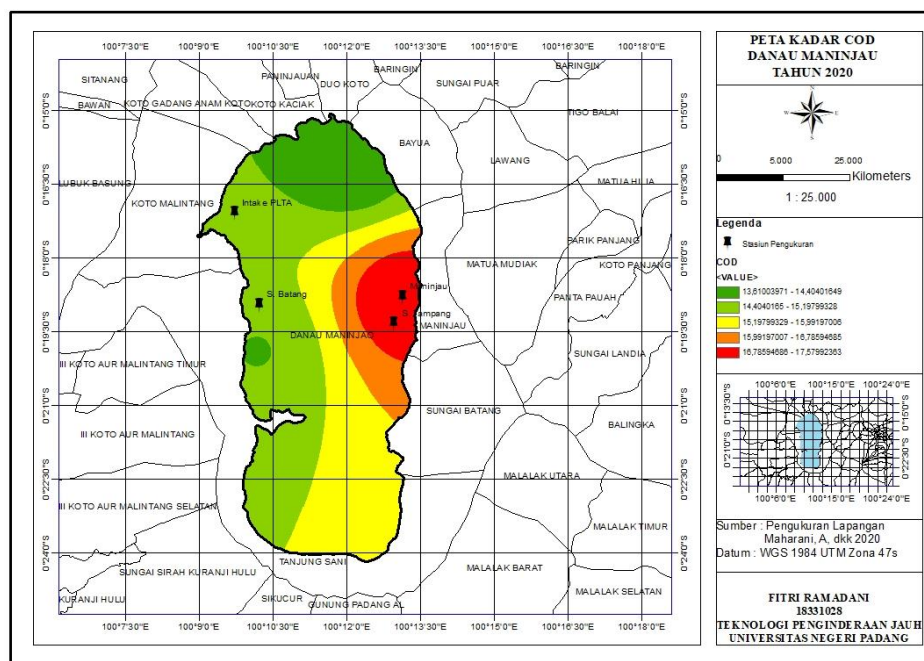
(Maharani, A, dkk 2020)

a. Peta kadar amonia Danau Meninjau 2020



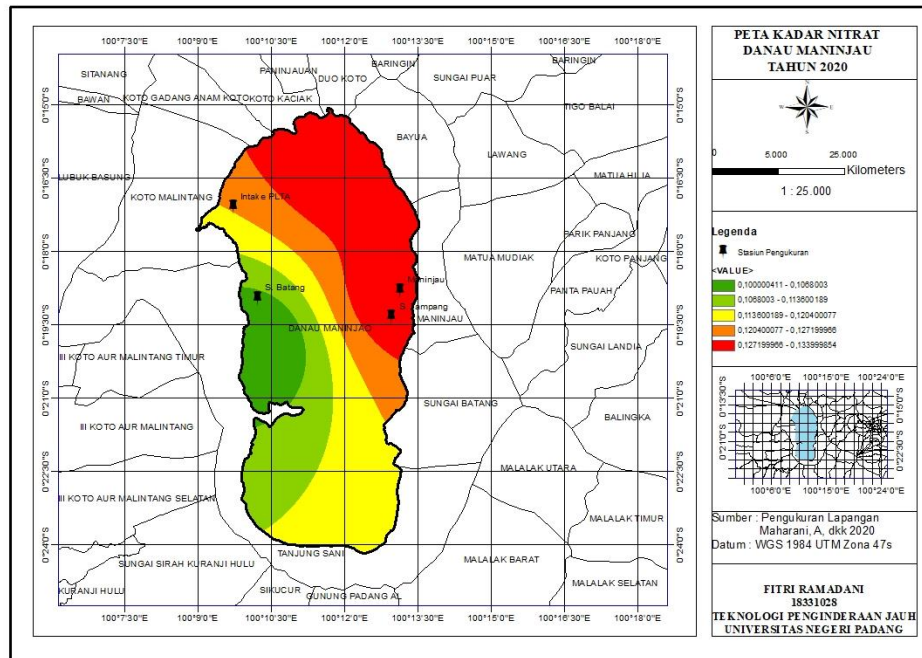
Gambar 5.40 Peta kadar amonia Danau Meninjau 2020

b. Peta kadar COD Danau Meninjau 2020



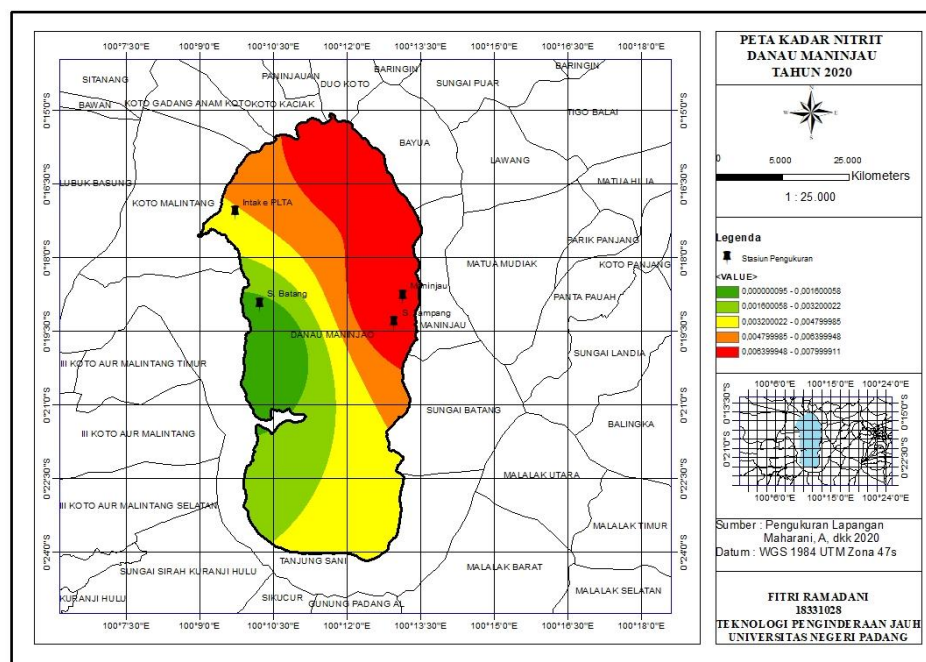
Gambar 5.41 Peta kadar COD Danau Meninjau 2020

c. Peta kadar nitrat Danau Meninjau 2020



Gambar 5.42 Peta kadar nitrat Danau Meninjau 2020

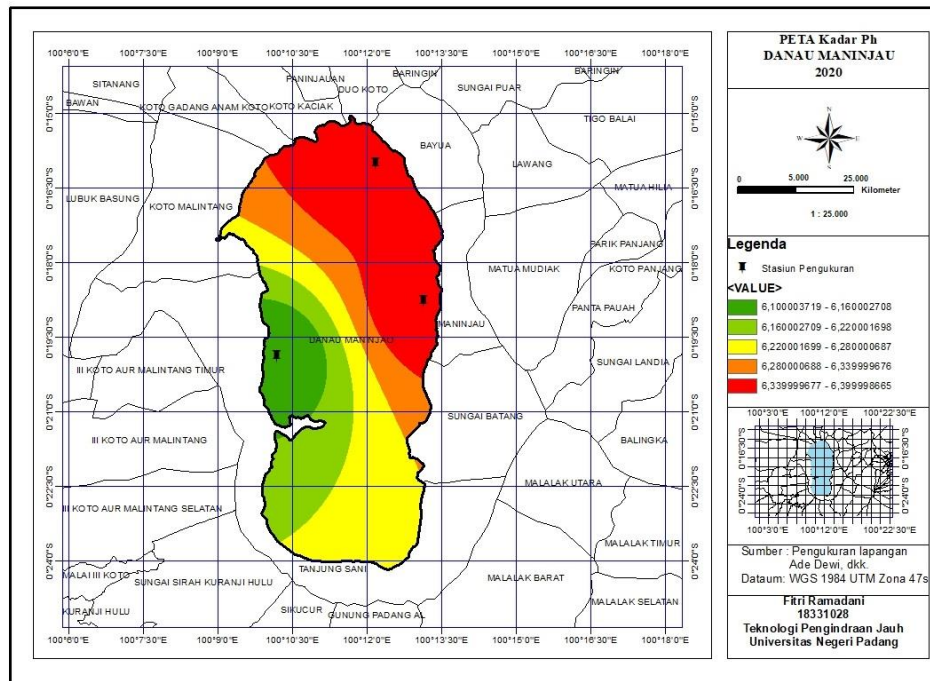
d. Peta kadar nitrit Danau Meninjau 2020



Gambar 5.43 Peta kadar nitrit Danau Meninjau 2020

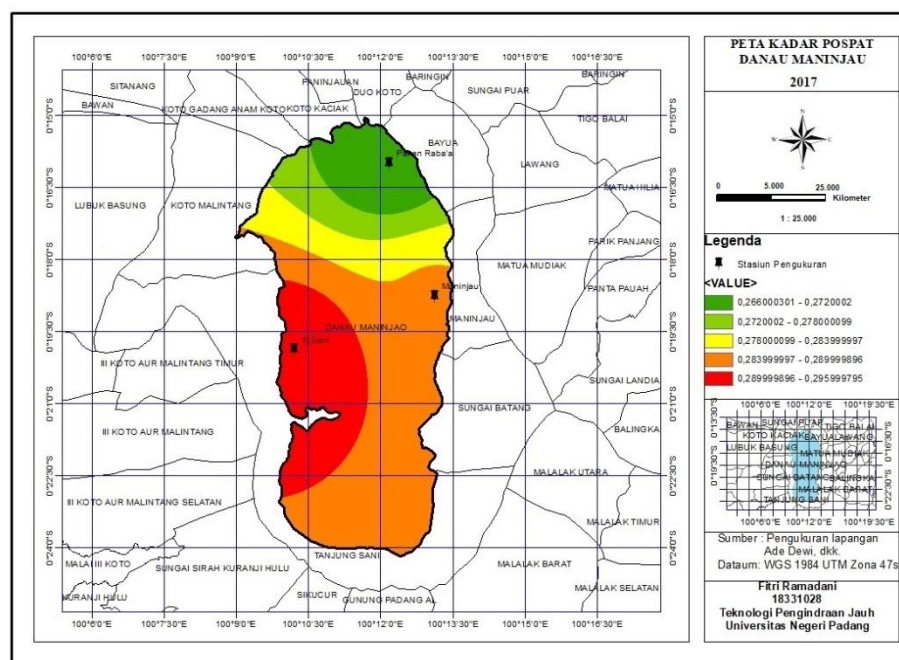


e. Peta kadar Ph Danau Meninjau 2020



Gambar 5.44 Peta kadar Ph Danau Meninjau 2020

f. Peta kadar pospat Danau Meninjau 2020



Gambar 5.45 Peta kadar pospat Danau Meninjau 2020

### **C. Hubungan Antara Total Suspended Solid (TSS) dengan Kecerahan dan Kekeruhan.**

Tingginya kandungan TSS dipengaruhi oleh limbah yang berasal dari daratan atau ran off, aktivitas antropogenik, limbah rumah tangga, limbah pertanian, kuatnya arus dan lumpur dari endapan sisa pakan ikan yang akan menyebabkan pada tingginya kekeruhan pada air danau. Kandungan TSS tertinggi terjadi pada tanggal 26 Maret 2020 yaitu terdapat di Desa Tanjung sani dan kandungan TSS terendah terjadi pada tanggal 22 Agustus 2020 yaitu terdapat di Desa Maninjau. Semakin tinggi tingkat kekeruhan suatu perairan maka nilai TSS juga semakin tinggi, akan tetapi kecerahan suatu perairan semakin rendah. Antara TSS, kecerahan dan kekeruhan memiliki parameter yang sangat berkaitan satu sama lain. Tingginya konsentrasi TSS berbanding lurus dengan tingkat kekeruhan namun berbanding terbalik dengan tingkat kecerahan. Dari tiga parameter tersebut sangat mempengaruhi pada produktifitas perairan danau. Hal ini berkaitan juga dengan proses respirasi organik perairan dan fotosintesis. Tingginya tingkat konsentrasi TSS juga berpengaruh terhadap konsentrasi klorofil-a di suatu wilayah. Konsentrasi TSS berbanding terbalik dengan konsentrasi klorofil-a, karena tingginya konsentrasi klorofil-a berhubungan erat dengan tingkat kecerahan, semakin cerah suatu perairan maka tingkat konsentrasi klorofil-a juga semakin tinggi, namun jika tingkat kekeruhan suatu perairan meningkat maka konsentrasi klorofil-a juga semakin berkurang.

#### **D. Hubungan Antara Tingkat Nitrat dan Fosfat dengan Konsentrasi Klorofil-a.**

Tingginya tingkat konsentrasi klorofil-a berhubungan dengan semakin banyaknya zat-zat berupa nitrat dan fosfat yang masuk ke air Danau Maninjau. fosfat dan nitrit merupakan suatu zat yang terkandung dari pakan ikan yang mengendap di permukaan air danau. Dimana konsentrasi klorofil-a tertinggi terjadi pada tanggal 30 Januari 2017 yaitu dengan nilai 18,5 mg/L, terjadi di semua tepian danau, dan tingkat klorofil-a yang paling rendah yaitu pada tanggal 22 Agustus 2020 yaitu dengan nilai 0,009 mg/L.

Hubungan antara Klorofil-a dengan kandungan nitrat dan fosfat di perairan danau berbanding lurus. Dimana semakin tinggi kandungan nitrat dan fosfat maka kandungan Klorofil-a juga semakin tinggi. Nitrat dan fosfat merupakan zat hara yang digunakan untuk menyusun klorofil-a, sehingga proses pembentukan klorofil-a akan terhenti jika fitoplanton akan berhenti dengan cepat jikalau keberadaan nitrat dan fosfat berkurang.

#### **E. Hubungan Kualitas Air dengan Perubahan Keramba Jaring Apung (KJA) di Danau Maninjau.**

Jumlah keramba jaring apung (KJA) paling banyak terdapat pada tahun 2015 yaitu dengan jumlah 21.651 petak KJA dengan luas 212,63 Ha<sup>2</sup> dan jumlah keramba jaring apung yang paling sedikit pada tahun 2020 yaitu dengan jumlah 17.000 petak KJA dengan luas 166.94 Ha<sup>2</sup>. Pada penelitian ini didapatkan kualitas air di Danau Maninjau mengalami pencemaran berat yaitu pada tahun 2017 dan kualitas air Danau Maninjau yang tidak mengalami

sedikit pencemaran yaitu pada tahun 2020. Kualitas air Danau Maninjau mengalami pencemaran berat pada tahun 2018 disebabkan karena pakan ikan yang sudah mengalami pengendapan beberapa tahun kebelakang dengan jumlah yang sangat tinggi. Peningkatan jumlah akumulasi pakan ikan bertambah dan menumpuk di dasar danau sehingga pada tahun 2018 terdapat lebih kurang 240.000 ton mengendap di dalam danau, pakan tersebut akan berubah menjadi lumpur, pada tahun 2018 ketinggian lumpur danau lebih kurang 2 hingga 30 m (Daniel et al.,2019).

Polutan atau polusi yang terjadi di perairan Danau Maninjau mengandung 24 – 26 % nitrogen, 0,6 – 1% fosfat dan 1,2 % kalsium. Zat tersebut lalu diuraikan menjadi nitrat, fosfat dan amonium. Zat tersebut merupakan faktor terjadinya penurunan kualitas air karena menyebabkan peningkatan konsentrasi Klorofil-a di dalam air danau. Run off, sampah penduduk, sampah atau sisa pertanian merupakan sumber utama peningkatan TSS, dan juga limbah organik yang dihasilkan dari KJA. Dampaknya dapat meningkatkan pertumbuhan Alga di dalam perairan danau, alga tersebut diuraikan oleh bakteri yang akan menghabiskan oksigen di dalam perairan. Sehingga mengakibatkan matinya ikan secara mendadak dan menyebabkan air danau menjadi tercemar “ keruh dan berwarna hijau”.



## **BAB VI**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

1. Pola distribusi/penyebaran KJA di Danau Maninjau memiliki pola mengelompok (Clustured) dan memiliki jarak terdekat yaitu 15 m dan jarak terjauh 150 m.
2. Jumlah kerambah jarang apung (KJA) dari tahun 2015 sampai 2020 mengalami penurunan karena pemerintah Kabupaten Agam mengeluarkan peraturan, “Melakukan pengeluaran terhadap KJA yang sudah rusak atau yang tidak produktif lagi dari dalam danau”.
3. Kualitas air mengalami pencemaran berat yaitu terjadi pada tahun 2017 karena terjadinya penumpukan pakan ikan yang terjadi dari beberapa tahun belakang, sehingga pakan ikan yang mengendap menjadi Fosfat, Nitrat dan Ammonium yang merupakan suatu zat penunjang pertumbuhan Klorofil-a semakin meningkat.

#### **B. Saran**

Gunakan citra yang beresolusi tinggi dan hindari dari citra yang berawan supaya hasil yang didapatkan lebih akurat.

## Daftar Pustaka

- Syandri, H. (2016). Kondisi Kualitas Air Pada Daerah Pemeliharaan Ikan Keramba Jaring Apung di Danau Maninjau (Water Quality Condition In Fish Maintenance Area Keramba Floating Net in Lake Maninjau). *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Ke-V Hasil-Hasil Penelitian Perikanan Dan Kelautan B3*, 6, 301–310. [http://eprints.undip.ac.id/51311/1/B3\\_05\(37\).pdf](http://eprints.undip.ac.id/51311/1/B3_05(37).pdf)
- Syandri, H. (2016). Kondisi Kualitas Air Pada Daerah Pemeliharaan Ikan Keramba Jaring Apung di Danau Maninjau (Water Quality Condition In Fish Maintenance Area Keramba Floating Net in Lake Maninjau). *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Ke-V Hasil-Hasil Penelitian Perikanan Dan Kelautan B3*, 6, 301–310. [http://eprints.undip.ac.id/51311/1/B3\\_05\(37\).pdf](http://eprints.undip.ac.id/51311/1/B3_05(37).pdf)
- Antomi, Y., Hartono, D., Suparmoko, M., & Koestoer, R. (2016). Water Quality Index in Lake Maninjau as a Parameter to Determine the Optimum Economic Growth of Floating Net Cages and Land-Based Livelihood. *OIDA International Journal of Sustainable Development*, 09(02), 51–62.
- Brockmann, C., Doerffer, R., Peters, M., Stelzer, K., Embacher, S., Ruescas, and Ana, 2016, Evolution of the C2RCC Neural Network for Sentinel 2 and 3 for the Retrieval of Ocean Colour Products in Normal and Extreme Optically Complex Waters.
- Distribusi, S., Suspended, T., Tss, S., & Perairan, D. I. (2016). *Jurnal Geodesi Undip Januari 2017*. 6, 41–47
- Effendi, R., Palloan, P., & Ihsan, N. (2012). Analisis Konsentrasi Klorofil-a di Perairan Sekitar Kota Makassar Menggunakan Data Satelit Topex/Poseidon. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 8(3), 279–285.
- Syandri, H. (2016). Kondisi Kualitas Air Pada Daerah Pemeliharaan Ikan Keramba Jaring Apung di Danau Maninjau (Water Quality Condition In Fish Maintenance Area Keramba Floating Net in Lake Maninjau). *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Ke-V Hasil-Hasil Penelitian Perikanan Dan Kelautan B3*, 6, 301–310. [http://eprints.undip.ac.id/51311/1/B3\\_05\(37\).pdf](http://eprints.undip.ac.id/51311/1/B3_05(37).pdf)
- Liu, H., Li, Q., Shi, T., Hu, S., Wu, G., & Zhou, Q. (2017). Application of Sentinel 2 MSI Images to Retrieve Suspended Particulate Matter Concentrations in Poyang Lake. *Remote Sensing*, 9(7), 761. <https://doi.org/10.3390/rs9070761>
- Peterson, K. T., Sagan, V., & Sloan, J. J. (2020). Deep learning-based water quality estimation and anomaly detection using Landsat-8/Sentinel-2 virtual constellation and cloud computing. *GIScience and Remote Sensing*, 57(4), 510–525. <https://doi.org/10.1080/15481603.2020.1738061>
- Rahmadiyah, S., & Hartono. (2019). Pemetaan Kualitas Air Berdasarkan Parameter Fisik Total Suspended Solid Dan Suhu Permukaan Laut Sebagian Perairan

Teluk Jakarta Menggunakan Citra Landsat 8 Oli/Tirs. *Jurnal Bumi Indonesia*, 8(2), 1–14.

Rasidi, R., Erlania, E., & Prasetyo, A. B. (2010). Evaluasi Dan Status Perkembangan Usaha Budidaya Ikan Dalam Keramba Jaring Apung Di Danau Maninjau, Sumatera Barat. *Media Akuakultur*, 5(1), 51. <https://doi.org/10.15578/ma.5.1.2010.51-56>

Sihombing, R. F., Aryawati, R., & Hartoni. (2013). Kandungan klorofil-a Fitoplankton Di Sekitar perairan Desa Sungsang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Maspari Journal*, 5(1), 34–39.

Sulastri, Nomosatriyo, S., & Hamdani, A. (2016). Kondisi Lingkungan Perairan Dan Keanekaragaman Sumberdaya Environmental Condition and Fish Resources Diversity of Lake. *Bawal*, 8(1), 1–12.

Sumatera, W. (2020). *Kadar Senyawa Kimia Toksik dalam Darah Ikan Nila ( Oreochromis niloticus ) Saat Musim Up-Welling di Danau Maninjau , Sumatera Barat The Concentration of Toxic Chemical Substances in the Blood of Nile Tilapia ( Oreochromis niloticus ) during Up-Welling Season in Maninjau Lake ,.* 38(1), 25–30. <https://doi.org/10.22146/jvs.29322>

Syandri, H. (2016). Kondisi Kualitas Air Pada Daerah Pemeliharaan Ikan Keramba Jaring Apung di Danau Maninjau. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Ke-V Hasil-Hasil Penelitian Perikanan Dan Kelautan B3*, 6, 301–310.

Nazir, E., Hadi, A., Prajanti, A., & Nasution, E. L. (2017). *Kajian Kualitas Air*. 11(1), 42–52.

Toming, K., Kutser, T., Laas, A., Sepp, M., Paavel, B., & Nõges, T. (2016). First experiences in mapping lakewater quality parameters with sentinel-2 MSI imagery. *Remote Sensing*, 8(8), 1–14. <https://doi.org/10.3390/rs8080640>