

**ANALISIS DAMPAK BUANGAN AIR LIMBAH PABRIK GULA  
BONE TERHADAP KUALITAS AIR SUNGAI TEKO**

**ANALYSIS OF THE IMPACT WASTEWATER OF BONE SUGAR  
FACTORY WASTE WATER ON QUALITY  
OF TEKO RIVER WATER**

**ANDI ZULFIKAR EFENDY  
P032182002**



**PROGRAM STUDI PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP  
SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**ANALISIS DAMPAK BUANGAN AIR LIMBAH PABRIK GULA  
BONE TERHADAP KUALITAS AIR SUNGAI TEKO**

**ANALYSIS OF THE IMPACT WASTEWATER OF BONE SUGAR  
FACTORY WASTE WATER ON QUALITY  
OF TEKO RIVER WATER**

**ANDI ZULFIKAR EFENDY  
P032182002**



**PROGRAM STUDI PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP  
SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**ANALISIS DAMPAK BUANGAN AIR LIMBAH PABRIK GULA  
BONE TERHADAP KUALITAS AIR SUNGAI TEKO**

Tesis

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup

Disusun dan diajukan oleh

ANDI ZULFIKAR EFENDY  
P032182002

Kepada

**PROGRAM STUDI PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP  
SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN TESIS**  
**ANALISIS DAMPAK BUANGAN AIR LIMBAH PABRIK**  
**GULA BONE TERHADAP KUALITAS**  
**AIR SUNGAI TEKO**

Disusun dan diajukan oleh

**ANDI ZULFIKAR EFENDY**  
**P032182002**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Magister Pengelolaan Lingkungan  
Hidup Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 04 Januari 2023  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Muhammad Farid Samawi, M.Si.  
NIP. 19650819 199103 1 006



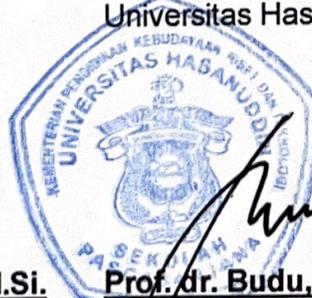
Dr. Maming, M.Si.  
NIP. 19631231 198903 1 031

Ketua Program Studi  
Pengelolaan Lingkungan Hidup  
Sekolah Pascasarjana

Dekan Sekolah Pascasarjana  
Universitas Hasanuddin



Dr. Ir. Muhammad Farid Samawi, M.Si.  
NIP. 19650819 199103 1 006



Prof. dr. Budu, Ph.D, Sp.M(K), M.Med.Ed.  
NIP. 19961231 199503 1 009

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "Analisis Dampak Buangan Air Limbah Pabrik Gula Bone terhadap Kualitas Air Sungai Teko" adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (Dr. Ir. Muhammad Farid Samawi, M.Si. sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Maming, M.Si. sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka disertasi ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal (*Devotion: Jurnal of Research and Community Service*, Volume 3 Nomor 12 Tahun 2022) sebagai artikel dengan judul "*Analysis of The Impact of Bone Sugar Factory Waste Water On Quality of Teko River Water*".

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 06 Januari 2023



ANDI ZULFIKAR EFENDY  
P032182002

## UCAPAN TERIMAH KASIH

Segala puji dan ungkapan rasa syukur kita kepada Allah swt. karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa dicurahkan kepada kita sehingga tesis ini dengan judul “***Analisis Dampak Buangan Air Limbah Pabrik Gula Bone terhadap Kualitas Air Sungai Teko***” dapat terselesaikan sebagaimana mestinya. Penulisan tesis ini diajukan sebagai salah satu persyaratan guna mencapai derajat Magister Lingkungan pada Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup, Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makassar.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan tesis ini masih terdapat berbagai kekurangan yang mungkin belum terkoreksi mengingat keterbatasan kemampuan, tenaga, dan waktu.

Untuk itu dengan penuh rasa hormat, penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Muhammad Farid Samawi, M.Si. sebagai ketua penasehat, dan Dr. Maming, M.Si. sebagai anggota penasehat yang telah membimbing, memberikan arahan dan masukan selama penulisan, serta para dosen penguji, Dr. Mahatma Lanuru, S.T, M.Sc., Prof. Dr. Fahrudin, S.Si., M.Si., Prof. Dr. Ir. Eymal Bahsar Demmalino, M.Si yang telah memberikan masukan dan arahan terhadap penelitian saya serta teman-teman mahasiswa PLH Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin atas doa dan semangat yang telah diberikan selama penyusunan tesis ini.

Akhir kata penulis memohon maaf atas segala kekurangan, saran dan kritik yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan. Atas perhatiannya penulis mengucapkan terima kasih.

Makassar, Januari 2023

ANDI ZULFIKAR EFENDY

## ABSTRAK

**ANDI ZULFIKAR EFENDY.** *Analisis Dampak Buangan Air Limbah Pabrik Gula Bone Terhadap Kualitas Air Sungai Teko* (dibimbing oleh **Muhammad Farid Samawi** dan **Maming**)

Pabrik gula Bone membuang limbah cairnya ke badan air Sungai Teko. Sungai Teko banyak digunakan untuk keperluan pertanian dan perikanan sehingga perlu menjaga kualitas airnya agar sesuai dengan peruntukannya. Limbah cair dari pabrik gula Bone dapat mempengaruhi kualitas air Sungai Teko. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui status mutu air Sungai Teko akibat buangan air limbah pabrik gula Bone, daya tampung Sungai Teko terhadap beban pencemaran limbah pabrik gula Bone serta strategi pengelolaan limbah cair pabrik Gula Bone. Pengamatan dilakukan pada badan air Sungai Teko dari aliran *up stream* dan aliran *down stream* pembuangan limbah cair pabrik gula pada 3 stasiun dengan pengulangan 3 kali. Stasiun 1 merupakan titik sebelum pembuangan air limbah, stasiun 2 merupakan titik pembuangan air limbah dan stasiun 3 merupakan titik setelah pembuangan air limbah, penerima dampak. Hasil penelitian yang dilakukan pada badan air sungai Teko menunjukkan status mutu air pada stasiun 1 kategori cemar ringan, stasiun 2 kategori cemar ringan dan stasiun 3 kategori memenuhi baku mutu. Sungai Teko tidak dapat menampung beban pencemaran pabrik gula Bone untuk parameter BOD pada stasiun 1 dan 2. Air limbah Pabrik gula Bone harus memenuhi baku mutu sebelum dibuang ke sungai, pabrik gula bone dapat memindahkan titik pembuangan air limbah ke segmen Sungai yang dapat menampung beban pencemaran dari air limbah pabrik gula Bone atau mengubah izin pembuangan air limbah ke badan air permukaan menjadi pemanfaatan air limbah ke formasi tertentu.

Kata Kunci: Pabrik Gula Bone, Kualitas Air, Sungai Teko

## ABSTRACT

**ANDI ZULFIKAR EFENDY.** *Analysis Of The Impact Wastewater Of Bone Sugar Factory Waste Water On Quality Of Teko River Water* (Supervised by **Muhammad Farid Samawi** and **Maming**)

The Bone sugar factory discharges waste water into the Teko River water body. The Teko River is widely used for agricultural and fishery purposes, so it is necessary to maintain the quality of the water to suit its designation. Wastewater from the Bone sugar factory, and can affect the water quality of the Teko River. This study aimed to determine the water quality status of the Teko River due to the discharge of wastewater from the Bone sugar factory, its carrying capacity of the pollution load effluent, and management for the Bone Sugar factory wastewater. Observations were made on the water body of the Teko River from the *upstream* toward *downstream* of the sugar factory wastewater disposal at three stations with 3 replications. Station 1 is the point before the discharge of wastewater. Station 2 is the point of sewage discharge, and station 3 is the point after the wastewater discharge, the recipient of the impact. The results of research conducted on the water bodies of the Teko river show water quality status at station 1, dirty category light, station 2, dirty category light and station 3 categories meet quality standards. The Teko River cannot accommodate the pollution load of the Bone sugar factory for BOD parameters at stations 1 and 2. Wastewater of Bone sugar factory should fullfil the quality standart before discharged to the river, the Bone sugar factory moves the wastewater discharge point to a River segment that can accommodate the pollution load from the Bone sugar factory wastewater or changes the permit for discharging wastewater into a body of water surface into the utilization of wastewater to certain formations.

Keywords: Bone Sugar Factory, Water Quality, Teko River

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS .....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Ruang Lingkup/Batas Penelitian .....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Air.....	4
2.2 Pencemaran Air .....	5
2.3 Kualitas Air Sungai.....	6
2.4 Pabrik Gula Bone.....	7
2.5 Limbah Pabrik Gula Bone.....	7
2.6 Indeks Pencemaran (IP).....	9

2.7 Daya Tampung Beban Pencemaran Air.....	11
2.8 Kerangka Pemikiran.....	12
<b>BAB III. METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Rancangan Penelitian.....	15
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	15
3.3 Populasi dan Sampel .....	16
3.4 Alat dan Bahan.....	19
3.5 Teknik Pengumpulan Data .....	19
3.6 Parameter yang Diamati .....	20
3.7 Pengolahan Data .....	23
3.8 Analisis Data .....	26
3.9 Alur Penelitian .....	26
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Air Limbah Pabrik Gula.....	27
4.2 Air Sungai Teko.....	27
4.3 Status Mutu Air .....	35
4.4 Daya Tampung Beban Pencemaran .....	36
4.5 Strategi Pengelolaan.....	39
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA .....	43
LAMPIRAN .....	44

## DAFTAR GAMBAR

No. Urut	Halaman
1. Diagram alir proses produksi yang menghasilkan limbah .....	8
2. Pernyataan Indeks untuk suatu Peruntukan (j) .....	10
3. Kerangka Pemikiran.....	14
4. Peta Lokasi Penelitian .....	16
5. Alur Penelitian .....	26
6. Skema Titik Pengambilan Sampel.....	28
7. Hasil Analisa Parameter TSS .....	29
8. Hasil Analisa Parameter BOD .....	30
9. Hasil Analisa Parameter COD .....	32
10. Hasil Analisa Parameter pH.....	33
11. Hasil Analisa Parameter Sulfida .....	34
12. Hasil Analisa Parameter Minyak dan Lemak .....	35
13. Strategi Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran.....	39

## DAFTAR TABEL

No. Urut	Halaman
1. Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya .....	7
2. Baku Mutu Air Limbah Industri Gula.....	9
3. Penentuan Status Kualitas Air dengan Metode Indeks Pencemaran.....	11
4. Cara Penanganan Sampel Air .....	19
5. Perhitungan Daya Tampung.....	25
6. Hasil Analisis Air Limbah Pabrik Gula Bone Yang Sudah Diolah Pada IPAL.....	27
7. Debit Air Sungai Pada Stasiun 1 .....	28
8. Debit Limbah Pabrik Gula Arasoe dan Air Sungai Pada Aliran Gabungan (Stasiun 2 dan 3).....	28
9. Titik Pengambilan Contoh Air Pada Titik Sampling.....	28
10. Hasil Analisis Air Sungai Teko.....	29
11. Status Mutu Air pada Setiap Stasiun.....	36
12. Beban Pencemaran Limbah Pabrik Gula Arasoe .....	37
13. Daya Tampung Sungai Teko Terhadap Beban Pencemar Limbah Cair Pabrik Gula Bone.....	37
14. Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Teko Pada Stasiun 1.....	38
15. Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Teko Pada Stasiun 2.....	38
16. Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Teko Pada Stasiun 3.....	38

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Air adalah sumber daya alam yang penting bagi kelangsungan hidup banyak orang dan bagi semua makhluk hidup lainnya. Tidak semua air yang tersedia dapat digunakan, karena air yang memiliki kandungan zat kimia yang tidak sesuai dengan standar cenderung menimbulkan masalah baru. Oleh karena itu, sumber daya air harus dilestarikan agar manusia dan makhluk hidup lainnya dapat terus memanfaatkannya dengan baik (Effendi, 2003).

Salah satu sumber daya air adalah air sungai yang merupakan air permukaan. Menurut Machdar (2018), air sangat diperlukan dalam kehidupan sehari-hari karena dapat dipergunakan seperti sumber air bersih dari air permukaan (sungai, danau) dapat dipergunakan untuk sumber air minum, sumber air bersih dari air permukaan dapat digunakan sebagai habitat ikan atau fauna lainnya, sumber air bersih dapat dipergunakan untuk air irigasi serta air permukaan dapat juga digunakan sebagai lokasi rekreasi dan transportasi air.

Air akan dapat dengan mudah terkontaminasi oleh aktivitas manusia. Air banyak digunakan oleh manusia untuk tujuan bermacam-macam sehingga dengan mudah dapat tercemar. Menurut tujuan penggunaannya, kriterianya berbeda-beda. Air sangat kotor untuk diminum mungkin cukup bersih untuk mencuci, untuk pembangkit tenaga listrik, untuk pendingin mesin dan sebagainya. Air terlalu kotor untuk berenang ternyata cukup baik untuk bersampan maupun memancing ikan dan sebagainya. Hampir setiap hari sungai di seluruh dunia menerima sejumlah besar aliran sedimen baik secara alamiah, buangan industri buangan limbah rumah tangga, aliran air permukaan, daerah urban, dan pertanian (Darmono, 2010).

Air sungai sebagai salah satu sumber air banyak digunakan, untuk itu penting untuk menjaga kualitas air sungai tersebut. Kegunaan-kegunaan air tersebut dapat dilakukan apabila kriteria fisika, kimia dan biologi dapat diterima. Kualitas suatu perairan dipengaruhi oleh adanya aktivitas makhluk hidup baik dari segi kuantitas maupun kualitasnya. Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dan meningkatnya jumlah penduduk, maka kebutuhan air juga meningkat. Peningkatan jumlah penduduk ini berdampak

pada meningkatnya berbagai aktivitas. Aktivitas manusia disekitar sungai dapat mengakibatkan penurunan kualitas air sungai.

Semua aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya seperti kegiatan industri, rumah tangga, dan pertanian akan menghasilkan limbah yang memberi sumbangan pada penurunan kualitas air sungai (Suriawiria, 2003).

Keberadaan industri selain menghasilkan produk yang mempertinggi laju pertumbuhan ekonomi, juga menghasilkan limbah yang dapat menimbulkan pencemaran air apabila tidak dikelola dengan benar. Industri tersebut disamping menghasilkan air limbah dalam jumlah besar juga membutuhkan air dalam proses produksinya. Oleh sebab itu diperlukan upaya pengelolaan dan penerapan teknologi bersih dalam proses produksi untuk mengurangi volume limbah (Daud, 2010).

Salah satu aktivitas industri di desa Arasoe kecamatan Cina kabupaten Bone adalah pabrik gula Bone. Limbah pabrik gula ini setelah diolah dengan IPAL dibuang ke badan air yaitu sungai Teko. Sungai Teko merupakan DAS Kaju yang melintas daerah desa Arasoe kecamatan Cina dan Sibulue dan bermuara ke teluk Bone.

Pabrik gula Bone adalah industri gula yang menggunakan bahan baku tebu. Dengan penggunaan bahan baku tebu maka limbah yang dihasilkan mengandung bahan organik yang tinggi sehingga limbah ini jika dibuang ke badan air maka akan berpotensi meningkatkan kadar BOD, COD, TSS pada perairan. Menurut Isyuniarto & Andrianto (2009) dalam Rusdiana (2020), limbah cair industri gula pada umumnya tidak mengandung limbah berbahaya dan beracun akan tetapi limbah tersebut mampu meningkatkan kadar BOD (Biological Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), serta TSS (Total Suspended Solid) sehingga diperlukan penanganan terhadap limbah tersebut.

Berdasarkan uraian di atas, maka dalam penelitian ini akan dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh buangan air limbah pabrik gula Bone terhadap kualitas air sungai Teko.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana status kualitas air Sungai Teko akibat buangan air limbah pabrik gula Bone?
2. Bagaimana daya tampung Sungai Teko terhadap beban limbah pabrik gula Bone?

3. Bagaimana strategi pengelolaan limbah pabrik gula Bone?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah tersebut maka tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis status kualitas air Sungai Teko akibat buangan air limbah pabrik gula Bone.
2. Menganalisis daya tampung Sungai Teko dan beban pencemaran limbah pabrik gula Bone.
3. Merumuskan strategi pengelolaan limbah pabrik gula Bone.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai salah satu sumber informasi mengenai kualitas air sungai Teko.
2. Daya tampung Sungai Teko dijadikan sumber informasi dan rujukan dalam pemberian izin pembuangan limbah cair ke badan air Sungai Teko.
3. Sebagai informasi untuk menyusun kebijakan dalam rangka pengelolaan dan perlindungan lingkungan di wilayah penelitian.

### **1.5 Ruang Lingkup/Batas Penelitian**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh buangan air limbah pabrik gula Bone terhadap kualitas air sungai Teko. Penelitian ini dilaksanakan di sungai Teko desa Arasoe Kecamatan Cina Kabupaten Bone di titik *upstream* dan *downstream* titik outfall limbah pabrik gula Bone.

Variabel yang digunakan yaitu Konsentrasi TSS, BOD, COD, Sulfida (sebagai H<sub>2</sub>S), derajat keasamaan (pH), minyak dan lemak sesuai dengan baku mutu limbah industri gula, debit air sungai Teko.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air**

Air adalah senyawa kimia yang penting bagi keberadaan manusia serta kehidupan makhluk hidup lainnya, dan senyawa lain tidak akan mampu melakukan peran air dalam menopang kehidupan. Hampir semua kegiatan manusia membutuhkan air seperti keperluan mandi, mencuci, masak, kegiatan pertanian, perikanan dan lain sebagainya (Achmad, 2004).

Manusia menggunakan air tanah dan air tawar untuk kebutuhan sehari-hari. Tidak hanya ada kebutuhan air yang lebih besar karena pertumbuhan populasi global, tetapi ada juga permintaan air yang lebih besar untuk keperluan rumah, industri, dan rekreasi selain pertanian sebagai akibat dari meningkatnya standar hidup (Achmad, 2004).

Mengingat jumlah air tawar yang terbatas, diperlukan pemanfaatan yang efisien dan pengelolaan yang baik. Jumlah air di bumi tidak pernah berubah (tetap) yaitu sebanyak 1.385.984.610 km<sup>3</sup> dan dari jumlah ini air tawar hanya 35.029.210 km<sup>3</sup> (hanya 2,5%). Air terdistribusi diberbagai tempat yaitu air laut 96,5%, air tanah tawar 0,76%, air tanah asin 0,93% untuk kelembaban tanah 0,0012%, dalam bentuk es kutub 1,7%, dalam bentuk es lain dan salju 0,025%, danau-danau air tawar 0,007%, danau-danau air asin 0,006%, air rawa (payau) 0,0008%, sungai-sungai 0,0002%, di makhluk hidup 0,00001% dan di atmosfer 0,001%. Jumlah dan persentase air tersebut selalu konstan, tetapi tempat dan bentuknya selalu berubah (Manik, 2016).

Menurut Chandra (2009), secara sederhana sumber air dapat dibagi menjadi:

- a. Air hujan merupakan sumber utama air bersih dan pada saat prepitasi merupakan air yang paling bersih serta cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer oleh partikel debu, mikroorganisme dan gas seperti karbondioksida, nitrogen, dan amoniak.
- b. Air permukaan meliputi sumber air antara lain sungai, danau, telaga, waduk, rawa, terjun, sumur permukaan yang sebagian besar berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi. Sumber-sumber air tersebut sudah mengalami pencemaran oleh tanah, sampah, dan lain sebagainya.

- c. Air tanah berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi dan mengadakan perkolasi atau penyerapan ke dalam tanah serta mengalami proses filtrasi secara alamiah. Oleh karena itu, air tanah lebih baik dan lebih murni dibandingkan dengan air permukaan.

## **2.2 Pencemaran Air**

Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga melampaui Baku Mutu Air yang telah ditetapkan (PP Nomor 22 Tahun 2021).

Pencemaran dan degradasi kualitas air akan mengganggu penggunaan air secara vital dan mengganggu dari skala lokal, regional, sampai tingkat internasional. Kriteria dan standard kualitas air diperlukan untuk menjamin kualitas yang layak dari sumber air yang tersedia bagi semua pemakai. Aturan yang dipakai digunakan sebagai maksud untuk mengatur dan mempertahankan kualitas air pada badan air (Machdar, 2018).

Kualitas dan standar air beragam dan mungkin berasal dari sejumlah metode. Standar dan kualitas air dapat berasal dari berbagai sumber. Ada standar lokal yang disiapkan oleh pelaksana pemerintah daerah, standar regional yang dihasilkan di tempat-tempat tertentu, atau standar di seluruh dunia yang dikembangkan oleh WHO dan UE (Uni Eropa). Dengan mempertimbangkan berbagai penggunaan air, standar dan level dibuat untuk memastikan kualitas air. Standart ini dibuat untuk melindungi manusia, hewan domestik, industri sebagai pengguna akhir (Machdar, 2018).

Pencemaran air sebenarnya tidak menjadi masalah jika semua kegiatan industri dan teknologi memperhatikan dan menerapkan pengolahan air limbah industri, dan jika masyarakat umum juga menahan diri untuk tidak sembarangan membuang sampah. Namun pada kenyataannya, banyak industri atau pusat kegiatan terus melepaskan sampah mereka ke lingkungan melalui sungai, danau, atau laut. Sumber utama kontaminasi air adalah pembuangan langsung air limbah ke lingkungan. Limbah yang masuk ke air lingkungan mengakibatkan perubahan dari kondisi air biasanya, yang menandakan pencemaran (Wardana, 1995).

### 2.3 Kualitas Air Sungai

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, kelas air dibagi menjadi 4 sebagai berikut:

- a. Kelas satu merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan/atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
- b. Kelas dua merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
- c. Kelas tiga merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
- d. Kelas empat merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut

Aliran sedimen alami, pembuangan limbah rumah tangga, dari pabrik, aliran air permukaan dari daerah perkotaan, dan aliran pertanian semuanya berkontribusi secara signifikan terhadap aliran sedimen hampir setiap hari ke sungai-sungai di seluruh dunia. Karena aliran tersebut, kebanyakan sungai dapat berubah normal kembali dari pencemaran karena arus air dapat mempercepat proses degradasi limbah yang memerlukan oksigen selama sungai tersebut tidak meluap karena banjir. Degradasi dan nondegradasi pada arus sungai yang lambat tidak dapat menghilangkan polusi limbah oleh proses penjernihan alamiah tersebut (Darmono, 2001).

Baku mutu air sungai dan sejenisnya dari setiap kelas dapat dilihat pada tabel 1 dengan parameter terkait yang merupakan parameter yang harus dipenuhi oleh industri pabrik gula dalam pengelolaan air limbahnya.

**Tabel 1.** Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya

No	Parameter	Unit	Kelas	Kelas	Kelas	Kelas
			1	2	3	4
1	Total Suspended Solid	mg/L	40	50	100	400
2	Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/L	10	25	40	80
3	Biological Oxygen Demand (BOD)	mg/L	2	3	6	12
4	pH	-	6-9	6-9	6-9	6-9
5	Sulfida sebagai H <sub>2</sub> S	mg/L	0.002	0.002	0.002	-
6	Minyak dan Lemak	mg/L	1	1	1	10

Sumber: PP No. 22 Tahun 2021 Lampiran VI

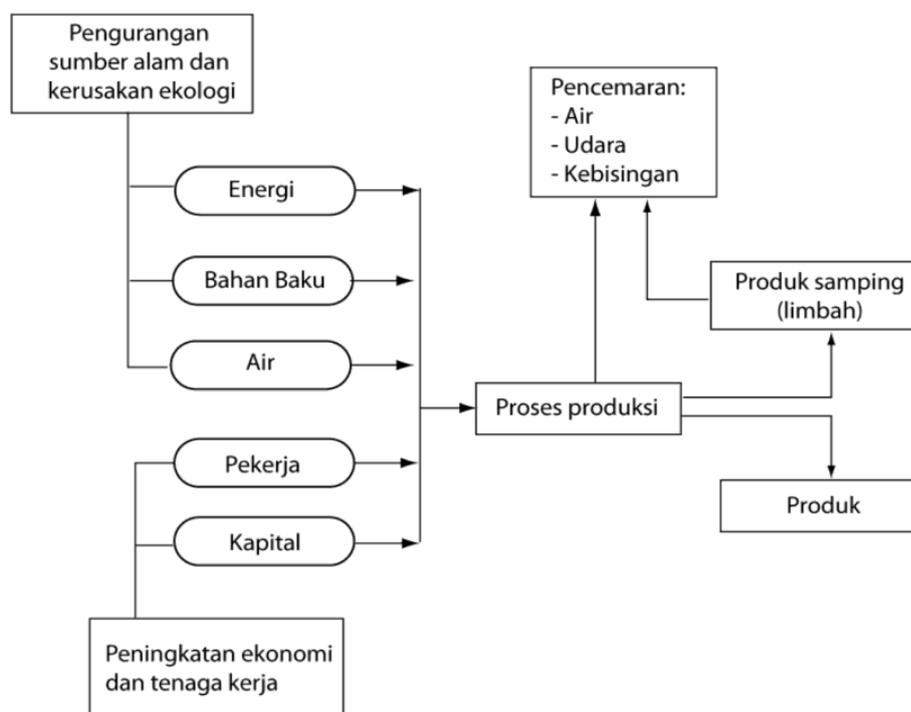
## 2.4 Pabrik Gula Bone

Pabrik gula Bone berada di desa Arasoe Kecamatan Cina Kabupaten Bone. Pabrik Gula Bone merupakan industri gula yang berbasis tebu. Dalam operasional industri ini meliputi kegiatan perkebunan (*On Farm*) dan kegiatan proses produksi (*Off Farm*). Kegiatan perkebunan meliputi pengolahan tanah, penanaman, pemeliharaan sampai dengan panen tebu. Sedangkan kegiatan produksi adalah kegiatan dalam pabrik meliputi persiapan peralatan pabrik sampai dengan proses produksi gula (Dokumen standart teknis IPLC Pabrik Gula Bone, 2022).

Dalam kegiatan produksi dibagi dalam 2 masa yaitu di luar masa produksi (di luar masa giling) dan dalam masa produksi (dalam masa giling). Di luar masa produksi bagian *on farm* bertanggung jawab mempersiapkan peralatan pabrik. Sedangkan dalam masa produksi bagian *off farm* bertanggung jawab terhadap proses pengolahan tebu menjadi gula. Adapun proses produksi pada pabrik gula bone yang memiliki kapasitas pabrik 2.400 *Ton Can/Day* (TCD) (Dokumen standart teknis IPLC Pabrik Gula Bone, 2022).

## 2.5 Limbah Pabrik Gula Bone

Dalam hal membantu pertumbuhan ekonomi suatu daerah, sektor industri adalah salah satu yang paling aktif. Namun, masalah besar akan muncul jika masalah lingkungan diabaikan dalam pengembangan industri. (Machdar, 2018). Gambar berikut menunjukkan aktivitas suatu industri, selain menghasilkan produk juga menghasilkan produk sampingan yaitu limbah.



**Gambar 1.** Diagram alir proses produksi yang menghasilkan limbah  
 Sumber: Machdar, 2018

Karakteristik limbah cair termasuk jenis pencemar perlu diketahui terlebih dahulu sebelum diproses. Pencemar dalam limbah cair dianalisis secara metode kimia, fisika biologi dan/atau kombinasinya. Limbah cair dibuang ke air permukaan tanah setelah limbah cair dikumpulkan, ditampung, diproses sesuai dengan peraturan kemudian dibuang ke air permukaan tanah. Limbah cair diproses terlebih dahulu di masing-masing pabrik sampai ke tingkat parameter BOD, COD, pH, dan lain-lain yang diizinkan, kemudian ke instalasi pengolahan air limbah (IPAL) terpadu dan hasil olahannya baru dibuang ke sungai (Suharto, 2011).

Dalam dokumen standar teknis IPLC pabrik gula Bone tahun 2022, pabrik gula Bone menghasilkan dua jenis limbah yaitu limbah cair dan emisi. Kedua jenis limbah ini sebelum ke lingkungan diolah terlebih dahulu. Khusus untuk limbah cair diolah menggunakan instalasi pengolahan air limbah dengan debit air limbah sebesar 7,4 m<sup>3</sup>/jam.

Dalam rangka pengelolaan dan perlindungan lingkungan hidup, air limbah sebelum dilepaskan ke lingkungan harus memenuhi baku mutu air limbah untuk industri gula. Baku mutu air limbah industri gula dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Baku Mutu Air Limbah Industri Gula

NO	Parameter	Baku Mutu
1	Total Suspended Solid	50 mg/L
2	Chemical Oxygen Demand (COD)	100 mg/L
3	Biological Oxygen Demand (BOD)	60 mg/L
4	pH	6 – 9
5	Sulfida (sebagai S)	0,5 mg/L
6	Minyak dan Lemak	5 mg/L

Sumber: Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan Nomor 69 Tahun 2010

## 2.6 Indeks Pencemaran (IP)

Salah satu metode untuk menentukan status kualitas perairan yang digunakan dalam penentuan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air dimana indeks tersebut ditentukan dari resultante nilai maksimum dan nilai rata-rata rasio konsentrasi per-parameter terhadap nilai baku mutunya adalah indeks pencemaran (Nemerow dan Sumitomo, 1970). Pengelolaan kualitas air atas dasar Indeks Pencemaran (IP) menjadi masukan pada pengambil keputusan agar dapat menilai kualitas badan air untuk suatu peruntukan serta melakukan tindakan untuk memperbaiki kualitas jika terjadi penurunan kualitas akibat kehadiran senyawa pencemar. IP mencakup berbagai kelompok parameter kualitas yang independent dan bermakna (Kepmen LH Nomor 115 Tahun 2003).

Indeks Pencemaran (IP) ditentukan untuk suatu peruntukan, kemudian dapat dikembangkan untuk beberapa peruntukan bagi seluruh bagian badan air atau sebagian dari suatu sungai. Pengelolaan kualitas air atas dasar Indeks Pencemaran (IP) ini dapat memberi masukan pada pengambil keputusan agar dapat menilai kualitas badan air untuk suatu peruntukan serta melakukan tindakan untuk memperbaiki kualitas jika terjadi penurunan kualitas akibat kehadiran senyawa pencemar. IP mencakup berbagai kelompok parameter kualitas yang independent dan bermakna (Kepmen LH Nomor 115 Tahun 2003).

Jika  $L_{ij}$  menyatakan konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam Baku Peruntukan Air ( $j$ ), dan  $C_i$  menyatakan konsentrasi parameter kualitas air ( $i$ ) yang diperoleh dari hasil analisis cuplikan air pada suatu lokasi pengambilan cuplikan dari suatu alur sungai, maka  $PI_j$  adalah Indeks Pencemaran bagi peruntukan ( $j$ ) yang merupakan fungsi dari  $C_i/L_{ij}$ .

$$PI_j = (C_1/L_{1j}, C_2/L_{2j}, \dots, C_i/L_{ij}) \quad (1)$$

Tiap nilai  $C_i/L_{ij}$  menunjukkan pencemaran relatif yang diakibatkan oleh parameter kualitas air. Nisbah ini tidak mempunyai satuan. Nilai  $C_i/L_{ij} = 1,0$  adalah nilai yang kritik, karena nilai ini diharapkan untuk dipenuhi bagi suatu Baku Mutu Peruntukan Air. Jika  $C_i/L_{ij} > 1,0$  untuk suatu parameter, maka konsentrasi parameter ini harus dikurangi atau disisihkan, kalau badan air digunakan untuk peruntukan (j). Jika parameter ini adalah parameter yang bermakna bagi peruntukan, maka pengolahan mutlak harus dilakukan bagi air itu. Pada model IP digunakan berbagai parameter kualitas air, maka pada penggunaannya dibutuhkan nilai rata-rata dari keseluruhan nilai  $C_i/L_{ij}$  sebagai tolok-ukur pencemaran, tetapi nilai ini tidak akan bermakna jika salah satu nilai  $C_i/L_{ij}$  bernilai lebih besar dari 1. Jadi indeks ini harus mencakup nilai  $C_i/L_{ij}$  yang maksimum

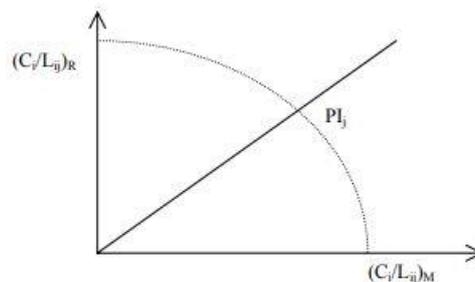
$$PI_j = \{(C_i/L_{ij})_R, (C_i/L_{ij})_M\} \quad (2)$$

Dengan

$(C_i/L_{ij})_R$  : nilai ,  $C_i/L_{ij}$  rata-rata

$(C_i/L_{ij})_M$  : nilai ,  $C_i/L_{ij}$  maksimum

Jika  $(C_i/L_{ij})_R$  merupakan ordinat dan  $(C_i/L_{ij})_M$  merupakan absis maka  $PI_j$  merupakan titik potong dari  $(C_i/L_{ij})_R$  dan  $(C_i/L_{ij})_M$  dalam bidang yang dibatasi oleh kedua sumbu tersebut.



**Gambar 2.** Pernyataan Indeks untuk suatu Peruntukan (j)

Perairan akan semakin tercemar untuk suatu peruntukan (j) jika nilai  $(C_i/L_{ij})_R$  dan atau  $(C_i/L_{ij})_M$  adalah lebih besar dari 1,0. Jika nilai maksimum  $C_i/L_{ij}$  dan atau nilai rata-rata  $C_i/L_{ij}$  makin besar, maka tingkat pencemaran suatu badan air akan makin besar pula. Jadi panjang garis dari titik asal hingga titik  $PI_j$  diusulkan sebagai faktor yang memiliki makna untuk menyatakan tingkat pencemaran.

$$PI_j = m \sqrt{(C_i/L_{ij})_M^2 + (C_i/L_{ij})_R^2} \quad (3)$$

Dimana  $m$  = faktor penyeimbang

Keadaan kritik digunakan untuk menghitung nilai  $m$   $PI_j = 1,0$  jika nilai maksimum  $C_i/L_{ij} = 1,0$  dan nilai rata-rata  $C_i/L_{ij} = 1,0$  maka

$$1,0 = m\sqrt{(1)^2 + (1)^2}$$

$$m = 1/\sqrt{2}$$

maka persamaan 3 menjadi

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_i)_M^2 + (C_i/L_i)_R^2}{2}} \quad (4)$$

Metoda ini dapat langsung menghubungkan tingkat ketercemaran dengan dapat atau tidaknya sungai dipakai untuk penggunaan tertentu dan dengan nilai parameter-parameter tertentu (Kepmen LH Nomor 115 Tahun 2003).

Status mutu air berdasarkan hasil perhitungan Indeks Pencemaran sebagai berikut:

**Tabel 3.** Penentuan status kualitas air dengan metode Indeks Pencemaran

No	Nilai	Status Kualitas Air
1	$0 \leq PI_j \leq 1,0$	memenuhi baku mutu
2	$1 < PI_j \leq 5,0$	cemar ringan
3	$5,0 < PI_j \leq 10$	cemar sedang
4	$PI_j > 10$	Cemar berat

Sumber: Kepmen LH Nomor 115 Tahun 2003

## 2.7 Daya Tampung Beban Pencemaran Air

Daya tampung beban pencemaran air adalah kemampuan air pada suatu sumber air, untuk menerima masukan beban pencemaran tanpa mengakibatkan air tersebut menjadi cemar. Penentuan daya tampung beban pencemaran dapat ditentukan dengan cara sederhana yaitu dengan menggunakan metoda neraca massa. Metoda Neraca Massa adalah metoda penetapan daya tampung beban pencemaran air dengan menggunakan perhitungan neraca massa komponen-komponen sumber pencemaran; Model matematika yang menggunakan perhitungan neraca massa dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi rata-rata aliran hilir (*down stream*) yang berasal dari sumber pencemar *point sources* dan *non point sources*, perhitungan ini dapat pula dipakai untuk menentukan persentase perubahan laju alir atau beban polutan (Kepmen LH No. 110 Tahun 2003).

Salah satu bagian penting dalam penentuan beban pencemaran adalah debit sungai, sehingga tahap yang mendasari dalam penentuan beban pencemaran adalah pengukuran debit sungai (Mujib, 2022). Rumus Pengukuran debit sungai sebagai berikut:

$$Q = A \times V$$

Dimana: Q= debit Sungai (m<sup>3</sup>/detik)

A= luas penampang basah aliran (m<sup>2</sup>)

V= kecepatan aliran (m/detik)

Penetapan beban pencemar didapatkan berdasarkan hasil kali antara debit air (m<sup>3</sup>/detik) dengan konsentrasi zat pencemar (mg/liter) (Simamora, 2018).

Rumus Beban Pencemaran sungai sebagai berikut:

$$BP = Q \times C$$

Dimana: BP= Beban Pencemaran (mg/detik)

Q= debit Sungai (m<sup>3</sup>/detik)

C= konsentrasi limbah (mg/L)

Jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air atau limbah disebut beban pencemaran (Kepmen LH No. 110 Tahun 2003). Menurut Lusiana (2020), beban pencemaran maksimum adalah beban pencemaran yang diperbolehkan di suatu sungai berdasarkan peruntukannya. Perhitungan ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi awal sungai tanpa adanya masukan sumber pencemar.

Selisih antara beban pencemaran maksimum (BPM) dan beban pencemaran aktual (BPA) digunakan untuk mengevaluasi kemampuan sungai untuk tetap menerima beban pencemaran atau melebihi daya tampungnya.

Sungai tidak dapat menampung beban pencemaran, apabila selisih dari beban pencemaran aktual melebihi dari batas pencemaran maksimum sehingga parameter-parameter yang telah melampaui batas mutu kualitas air kelas II harus dikurangi (Mujib, 2022).

Dalam penentuan beban daya tampung dapat menggunakan metoda neraca massa sesuai Kepmen LH 110 Tahun 2003 dengan cara menganalisis konsentrasi setiap konstituen dan laju alir pada aliran sungai sebelum bercampur dengan sumber pencemar, lalu mengukur konsentrasi setiap konstituen dan laju alir pada setiap aliran sumber pencemar, setelah itu menentukan konsentrasi rata-rata pada aliran akhir setelah aliran bercampur dengan sumber pecemar

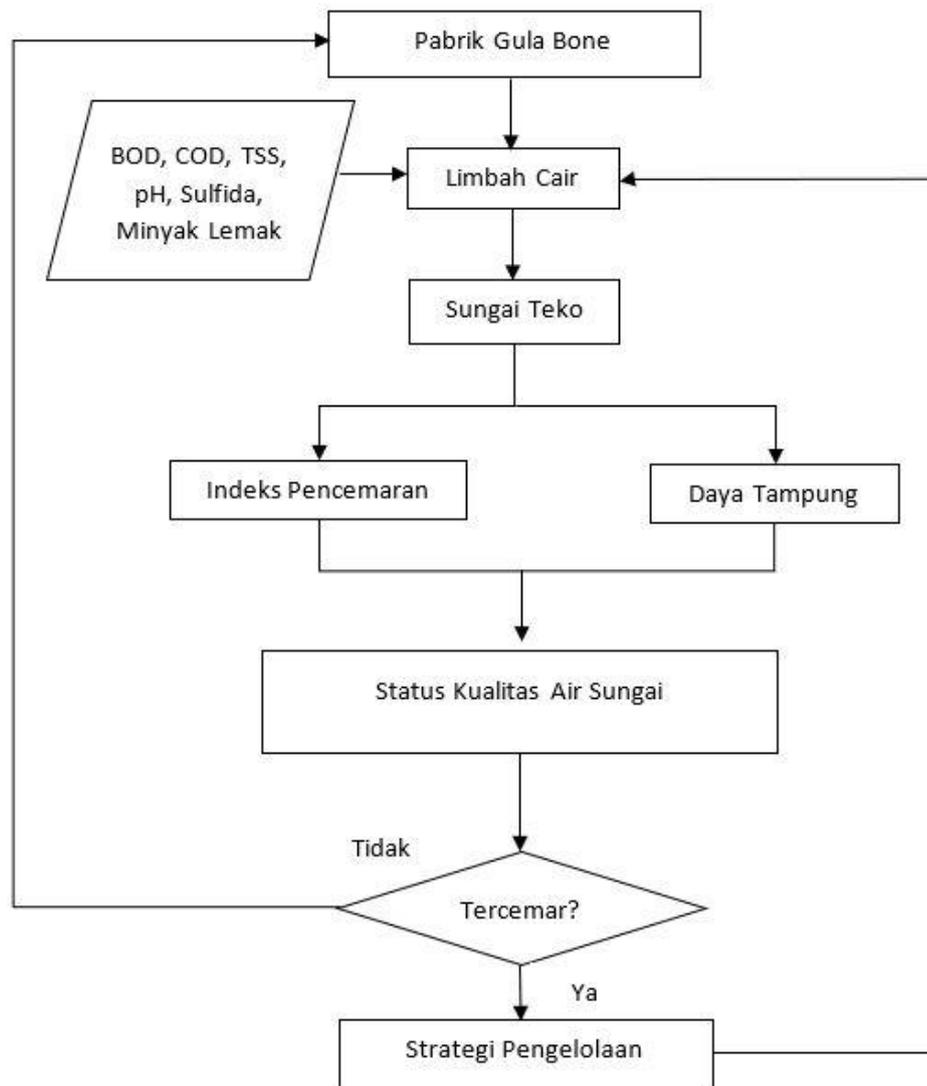
## 2.8 Kerangka Pemikiran

Pabrik Gula Bone adalah pabrik gula yang berada di desa Arasoe Kecamatan Cina Kabupaten Bone. Pabrik gula Bone mampu mendukung aktivitas

lainnya yang memberikan dampak besar terhadap kondisi perekonomian perusahaan dan daerah tersebut. Dengan hadirnya pabrik gula Bone, tercipta lapangan pekerjaan sehingga mampu menggerakkan roda perekonomian daerah tersebut secara khusus dan kabupaten Bone secara umum.

Selain berdampak positif bagi masyarakat, pabrik gula Bone bisa saja memberi dampak negatif terhadap lingkungan karena menghasilkan limbah dari proses produksinya. Limbah cair yang dihasilkan mempunyai potensi dalam menimbulkan pencemaran air. Limbah pabrik gula Bone dibuang ke badan air yaitu sungai Teko setelah diolah pada instalasi pengolahan air limbah pabrik. Terjadinya pencemaran air memberikan dampak buruk berupa menurunnya kualitas air sungai dan akan mempengaruhi peruntukan air tersebut.

Penelitian ini dengan judul “Analisis Dampak Buangan Air Limbah Pabrik Gula Bone terhadap Kualitas Air Sungai Teko” diharapkan dapat dijadikan sebagai arahan dan informasi kepada masyarakat, untuk menggunakan air sungai Teko sesuai dengan peruntukannya dan masukan bagi pihak perusahaan dan pemerintah dalam melakukan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup terkhusus untuk sungai Teko. Untuk lebih memahami alur pemikiran penelitian ini, maka perlu dibuatkan kerangka pikir penelitian dalam melukiskan hubungan beberapa konsep yang akan diteliti yang arahnya untuk menjawab rumusan masalah dan disusun secara deskriptif dengan hubungan variabel dan indikatornya dalam bentuk bagan sebagai berikut:



**Gambar 3.** Kerangka Pemikiran