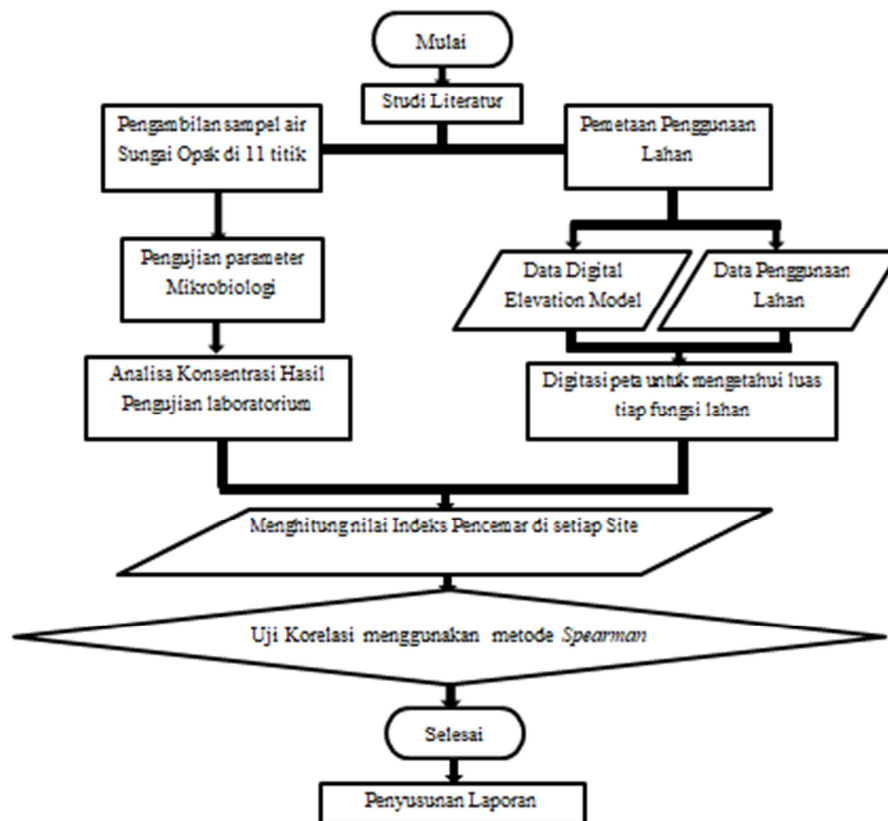


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Pada tahapan ini akan dijelaskan alur penelitian secara umum. Studi literatur akan terlebih dahulu dilakukan sebelum dimulai penelitian. Berikut adalah proses pelaksanaan seperti pada **Gambar 3.1**:

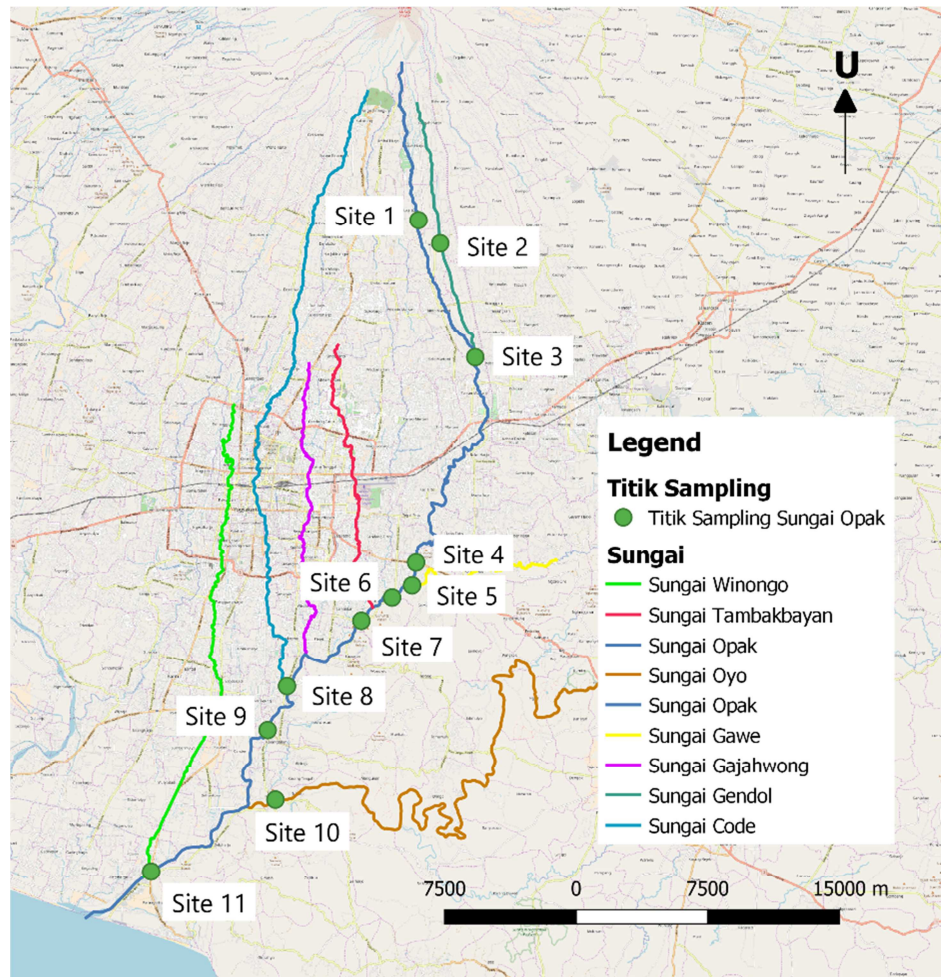


Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian

3.2 Wilayah Studi

Pada pengambilan sampel air sungai ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989:57:2008 tentang metode pengambilan contoh air permukaan. Metode pengambilan sampel yang diambil langsung pada titik

tertentu. Pengambilan sampel air sungai ini dilakukan satu kali dari bulan Juli 2018 hingga November 2018.



Gambar 3. 2 Lokasi Titik Sampling

Penelitian ini dilakukan pada 11 titik sampling. Titik sampling yang diambil berdasarkan pengaruh input non point source seperti wilayah permukiman, pertanian dan industri terhadap kualitas air Sungai Opak. Titik sampling ini juga diambil berdasarkan keterwakilan wilayah dan kemudahan akses untuk melakukan pengambilan sampel. Adapun lokasi detail dari setiap titik pengambilan sampel adalah sebagai berikut.

A. Jembatan Salam Krajan

Lokasi ini terletak di Jl. Cangkringan, Salam Krajan, Wukirsari, Cangkringan, Kabupaten Sleman dengan garis lintang $7^{\circ}39'07.3''S$ dan garis bujur $110^{\circ}27'13.6''E$. Lokasi ini berada di dekat dengan sumber mata air sungai yang dimana lingkungan sekitar didominasi olah perkebunan dan sawah. Kedalaman rata-rata dari site ini adalah sebesar 1,6 m. Kondisi dari titik sampling ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. 3 Jembatan Salam Krajan

B. Jembatan Sabo Bronggang

Lokasi ini berada di Argomulyo, Cangkringan, Sleman dengan garis lintang $7^{\circ}39'50.8''S$ dan garis bujur $110^{\circ}27'51.8''E$. Lokasi ini berada dibawah bendungan air. Disamping itu terdapat aktivitas seperti penggilingan batu dan juga persawahan yang berdekatan langsung dengan aliran air sungai. Kedalam rata-rata dari titik sampling ini sebesar 0,35 m. Kondisi dari titik sampling ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. 4 Jembatan Sabo Bronggang

C. Jembatan Sutan Dalem

Lokasi dari titik pengambilan sampel ini terletak di Jl. Sutan Dalem, Selomartani, Kalasan, Kabupaten Sleman dengan garis lintang $7^{\circ}39'50.8''S$ dan garis bujur $110^{\circ}28'59.6''E$. Titik ini berada diantara persawahan yang cukup besar dan lahan pertanian. Kedalaman rata-rata dari titik sampling ini yaitu sebesar 0,5 m. Kondisi dari titik sampling ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. 5 Jembatan Sutan Dalem

D. Jembatan Panasan Kali Opak

Lokasi ini terletak di Kelurahan Srimulyo, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul dengan garis lintang $7^{\circ}43'40.4''\text{S}$ dan garis bujur $110^{\circ}27'20.28''\text{E}$. Lokasi site ini berdekatan dengan pemukiman, pekarangan dan sawah. Titik ini juga berdekatan langsung dengan pabrik semen, sehingga terdapat indikasi adanya input limbah oli dari hasil *maintenance* pabrik semen yang berada di tepi sungai. Kedalaman rata-rata dari titik sampling ini sebesar 0,56 m. Kondisi dari titik sampling ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. 6 Jembatan Panasan Kali Opak

E. Jembatan Bintaran Kulon

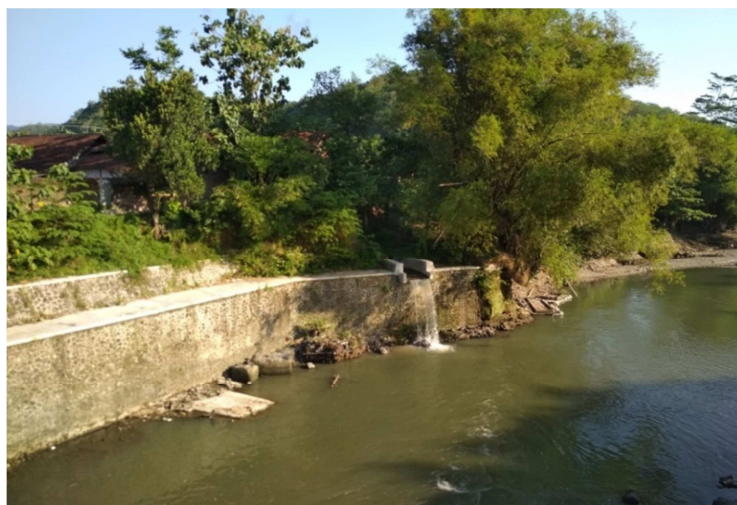
Lokasi ini berada di Kelurahan Srimulyo, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul dengan garis lintang $7^{\circ}50'10.31''\text{S}$ dan garis bujur $110^{\circ}27'07.48''\text{E}$. Titik ini merupakan tempat bertemunya Sungai Gawe dengan Sungai Opak sehingga memungkinkan adanya akumulasi beban pencemar dari Sungai Gawe. Kedalaman rata-rata dari titik ini adalah sebesar 0,67 m. Kondisi dari titik sampling ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. 7 Jembatan Bintaran Kulon

F. Jembatan Ngablak

Lokasi ini berada di Kelurahan Jambidan, Kecamatan Banguntapan, Bantul dengan garis lintang $7^{\circ}51'09.97''\text{S}$ dan garis bujur $110^{\circ}25'31.35''\text{E}$. Potensi input beban pencemar terbesar titik ini berasal dari sebaran debu dan air lindi yang ada di TPST Piyungan karena jarak ke titik ini hanya ± 1 km. Disamping itu terdapat pasar, sawah serta pertokoan yang ada di sekitar titik ini. Kedalaman rata-rata dari titik ini yaitu sebesar 1,54 m. Kondisi dari titik sampling ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. 8 Jembatan Ngablak

G. Jembatan Blawong

Lokasi ini terletak di Kelurahan Trimulyo, Kecamatan Jetis, Bantul dengan garis lintang $7^{\circ}52'37.71''\text{S}$ dan garis bujur $110^{\circ}23'36.76''\text{E}$. Kondisi lingkungan ini didominasi oleh persawahan dan pemukiman warga. Selain itu juga terdapat limbah buangan domestik yang dapat menyebabkan masuknya pencemar. Kedalaman rata-rata dari titik ini yaitu sebesar 1,39 m. Kondisi dari titik sampling ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. 9 Jembatan Blawong

H. Jembatan Kembang Songo

Lokasi ini terletak di Kelurahan Trimulyo, Kecamatan Jetis, Kabupaten Bantul dengan garis lintang $7^{\circ}53'13.74''\text{S}$ dan garis bujur $110^{\circ}23'11.49''\text{E}$. Lokasi ini merupakan pertemuan antara Sungai Code dan Sungai Opak, sehingga memungkinkan adanya akumulasi bahan pencemar dari Sungai Code yang sebagian besar didominasi oleh pemukiman di perkotaan. Kedalaman rata-rata dari titik ini adalah sebesar 0,54 m. Kondisi dari titik sampling ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. 10 Jembatan Kembang Songo

I. Jembatan Barongan

Lokasi ini terletak di Kelurahan Sumberagung, Kecamatan Jetis, Kabupaten Bantul dengan garis lintang $7^{\circ}54'35.46''\text{S}$ dan garis bujur $110^{\circ}22'40.11''\text{E}$. Titik ini didominasi oleh persawahan, perkebunan serta pemukiman warga. Kedalaman rata-rata titik ini sebesar 0,59 m. Kondisi dari titik sampling ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. 11 Jembatan Barongan

J. Jembatan Siluk

Lokasi ini terletak di Kelurahan Sriharjo, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul dengan garis lintang $7^{\circ}56'47.26''\text{S}$ dan garis bujur $110^{\circ}22'55.14''\text{E}$. Titik sampling ini merupakan pertemuan antara Sungai Opak dengan Sungai Oyo. Kedalaman rata-rata dari titik ini adalah sebesar 3,08 m. Kondisi dari titik sampling ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. 12 Jembatan Siluk

K. Jembatan Kretek

Lokasi ini berada di Kelurahan Donotirto, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul dengan garis lintang $7^{\circ}59'09.24''\text{S}$ dan garis bujur $110^{\circ}18'53.15''\text{E}$. Kedalaman rata-rata dari titik ini adalah sebesar $\pm 6,9$ m. Kondisi dari titik sampling dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. 13 Jembatan Kretek

3.3 Pengumpulan Data

Data yang akan dikumpulkan adalah data primer dan sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh peneliti secara langsung (dari tangan pertama), sementara data sekunder adalah data yang diperoleh peneliti dari sumber yang sudah ada sebelumnya.

3.3.1 Pengambilan Sampel Air Sungai

Pengambilan sampel air sungai menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989:57:2008 tentang metode pengambilan contoh air permukaan. Metode pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *grab sampling* yakni metode pengambilan sampel yang diambil langsung pada site yang telah ditentukan. Data penelitian ini diperoleh dari observasi lapangan di Sungai Opak serta data kualitas air berdasarkan parameter mikrobiologi yang diambil dari bulan Agustus hingga November 2018. Sementara data dari bulan Februari hingga Mei 2018 diambil dari data penelitian sebelumnya. Jumlah data di setiap titik pengambilan sampel bervariasi, seperti yang disajikan pada tabel dibawah.

Tabel 3. 1 Jumlah Data Pengambilan Sampel

Lokasi	Total Coliform	Fecal Coliform	Escherichia Coli
Site 1	4	4	4
Site 2	4	4	4
Site 3	4	4	4
Site 4	8	8	9
Site 5	8	8	9
Site 6	8	8	9
Site 7	8	8	9
Site 8	8	8	9
Site 9	8	8	9
Site 10	8	8	9
Site 11	8	8	9

3.3.2 Pengujian Parameter Fisika

Pengujian parameter fisika dilakukan langsung di lapangan. Parameter fisika yang diuji yaitu :

- a. Konduktivitas, temperatur dan TDS menggunakan Probe TDS.
- b. pH menggunakan pH meter merk HANNA.
- c. Kecepatan aliran menggunakan Current Meter.
- d. *Turbidity* menggunakan *Turbidity meter*.
- e. DO berdasar dari SNI 06.6989.14:2004.
- f. TSS berdasar dari SNI 06.6989.3:2004.

3.3.3 Pengujian Parameter Mikrobiologi

Untuk menganalisa kandungan bakteri *Escherichia Coli* di dalam sampel air dapat menggunakan media *Chromocult Coliform Agar*. Metode yang digunakan untuk menganalisa kandungan *Escherichia Coli* adalah mengisolasi bakteri dengan cara *pour plate*. Media *Chromocult Coliform Agar* (CCA) adalah media yang sangat selektif untuk uji *coliform* dimana kebanyakan bakteri bentuk gram positif pertumbuhannya akan terhambat. Media CCA mengandung Tergitol^R7, dimana komponen ini merupakan faktor penghambat pertumbuhan

bakteri selain *Escherichia Coli*. Tanda kehadiran bakteri *Escherichia Coli* adalah timbulnya koloni berwarna biru tua pada permukaan media CCA setelah diinkubasi selama 24 - 48 jam pada suhu 37⁰C.

Sementara metode yang digunakan untuk menguji *Fecal Coliform* dan *Total Coliform* yaitu dengan *MPN (Most Probable Number)* dianalisa menggunakan bahan uji *Lactose Broth (LB)* dan *Brilliant Green Lactose Broth (BGLB)*. Pengujian dengan metode ini menggunakan 3 series pendugaan yaitu 10 ml, 1 ml, 0,1 ml dan dilakukan secara triplo. Pengujian dengan metode ini melalui dua tahap, yaitu uji pendugaan (*Presumptive Test*) dan uji penegasan (*Confirmed Test*).

Uji Pendugaan (*Presumptive Test*) dilakukan dengan cara memasukkan sampel yang sudah diencerkan ke dalam media *Lactose Broth* yang sudah dibagi menjadi seri 10 ml, 1 ml dan 0,1 ml. Kemudian media *Lactose Broth* tersebut diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37⁰C. Setelah itu amati adanya pembentukan gas pada tabung durham di setiap tabung reaksi yang berisi media tersebut. Setiap tabung yang positif terdapat gas dilanjutkan ke tahap berikutnya yaitu uji penegasan (*Confirmed Test*).

Uji Penegasan (*Confirmed Test*) dilakukan dengan cara menginokulasikan hasil yang positif dari uji pendugaan ke dalam media selektif *Brilliant Green Lactose Bile broth (BGLB)*. Setelah itu media selektif BGLB tersebut diinkubasi selama 24 – 48 jam. Untuk pengujian *Total Coliform* diinkubasi pada suhu 37⁰C, sedangkan untuk pengujian *Fecal Coliform* diinkubasi pada suhu 46,5⁰C. Setelah semua tabung selesai diinkubasi, maka kembali lakukan analisa apakah terdapat gas di dalam tabung durham. Jumlah tabung yang positif terdapat gas disesuaikan pada tabel MPN 333 menurut Formula Thomas (Soemarno, 2000).

3.3.4 Data Penggunaan Lahan

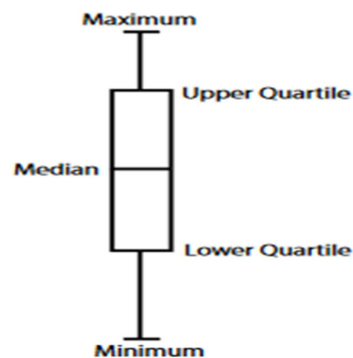
Data penggunaan lahan diperoleh dari Inageoportal (Indonesia-Geospatial Portal) berupa Peta Rupa Bumi Digital yang berisikan Peta DEM (*Digital Elevation Model*) dan Peta Penggunaan Lahan Tahun 2016. Metode Pemetaan

dilakukan dengan survey lapangan dan studio laboratorium pemetaan. Pemetaan ini menggunakan software ArcGIS 10.6.1.

3.4 Analisis Data

3.4.1 Diagram Boxplot

Diagram boxplot merupakan ringkasan distribusi sampel yang disajikan secara grafis yang bisa menggambarkan bentuk distribusi data. Hal ini bertujuan agar data yang diolah dalam jumlah banyak dapat di pahami karena diagram ini menggambarkan hasil untuk menjelaskan keterkaitan antara beberapa lokasi dan perubahannya. Berikut adalah bagian dari grafik boxplot.



Gambar 3. 14 Bagian Grafik Boxplot

Terdapat 5 ukuran statistik yang bisa dibaca dari gambar bagian boxplot diatas, yaitu:

- Nilai Minimum : Nilai terkecil
- Q1 : Kuartil terendah (sebaran 25% dari nilai terendah)
- Q2 : Nilai Tengah
- Q3 : Kuartil Tertinggi (sebaran 25% dari nilai tertinggi)
- Nilai Maksimum : Nilai terbesar

3.4.2 Analisis Kualitas Air Sungai Opak

Metode yang digunakan untuk menganalisis kualitas air yaitu Indeks Pencemaran. Metode ini digunakan karena dapat mengetahui seberapa besar parameter kualitas air dapat mencemari lingkungan, hasil indeks pencemar dapat memberi masukan pada pengambil keputusan agar dapat menilai kualitas badan air dan melakukan tindakan untuk memperbaiki kualitas air jika terjadi penurunan kualitas akibat kehadiran senyawa pencemar (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115, 2003). Disamping itu, metode ini dapat menentukan status mutu air sungai yang dipantau hanya dengan data tunggal. Data tunggal diartikan sebagai data dari hasil waktu yang berbeda tetapi diambil pada lokasi yang sama.

Berdasarkan Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 22 Tahun 2007 tentang Penetapan Kelas Air Sungai di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, pembagian kelas air didasarkan pada pembagian wilayah, Kabupaten Sleman dikategorikan kelas I, Kota Yogyakarta dikategorikan kelas II dan Kabupaten Bantul dikategorikan pada kelas III. Karena titik sampling yang ada di Sungai Opak mayoritas berada di Kabupaten Bantul, maka kelas air yang digunakan untuk baku mutu indeks pencemar yaitu kelas III.

Dalam metode indeks pencemar ini menggunakan berbagai parameter yang akan diukur sehingga diperoleh nilai rata-rata keseluruhan pencemaran relatif. Parameter yang digunakan adalah fisika (TSS, TDS, pH), parameter kimia (BOD) dan parameter biologi (*total coliform* dan *fecal coliform*). Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 menetapkan rumus Indeks Pencemaran adalah sebagai berikut:

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_M^2 - (C_i/L_{ij})_R^2}{2}}$$

Keterangan:

PI_j = Indeks Pencemaran bagi peruntukan

C_i = Parameter kualitas air yang ada di lapangan

L_{ij} = Konsentrasi parameter kualitas air yang ada dalam baku mutu

$(C_i/L_{ij})_M$ = Nilai C_i/L_{ij} Maksimum

$(C_i/L_{ij})_R$ = Nilai C_i/L_{ij} Rata-rata

Hasil perhitungan dari Indeks Pencemaran selanjutnya dianalisis berdasarkan ketentuan sebagai berikut:

$0 \leq PI_j \leq 1,0$ = memenuhi baku mutu (kondisi baik)

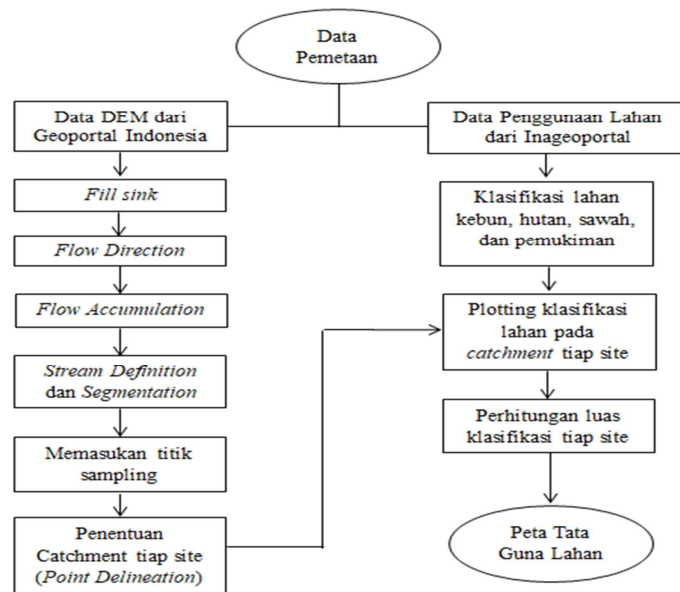
$1,0 < PI_j \leq 5,0$ = tercemar ringan

$5,0 < PI_j \leq 10$ = tercemar sedang

$PI_j > 10$ = tercemar berat

3.4.3 Pemetaan Penggunaan Lahan

Prinsip dari teknik digitasi peta adalah pembuatan peta dengan proses komputasi menggunakan software ArcGIS 10.6.1. Pemetaan diawali dengan pembuatan batas DAS di sungai Opak yang bersumber dari data aliran sungai dan peta DEM (*digital elevation model*). Setelah itu dilakukan *plotting* titik koordinat dari setiap site sampling yang selanjutnya akan dibuat batas daerah tangkapan air per site. Dan langkah terakhir adalah pembuatan klasifikasi penggunaan lahan dari empat komponen fungsi lahan yang ada di setiap titik pengambilan sampel. Komponen fungsi lahan yang digunakan yaitu pemukiman, hutan, kebun dan sawah. Tahapan pemetaan disajikan pada gambar berikut.



Gambar 3. 15 Tahapan Pemetaan

3.5 Evaluasi Data

Pada tahap evaluasi data ini menggunakan metode korelasi *spearman* dengan mencari hubungan dan signifikansi antara kualitas air parameter mikrobiologi dengan data luas dari tiap komponen penggunaan lahan. Menurut (Scholzel & Friederichs, 2008) koefisien korelasi digunakan untuk mempelajari hubungan konseptual, baik yang di interpretasikan dalam angka maupun arah.

Dalam penelitian ini, metode korelasi *spearman* ini dianalisis menggunakan software SPSS Statistics 23. Apabila ini dari koefisien korelasi mendekati atau sama dengan 1 maka menunjukkan adanya hubungan positif antara kualitas air dengan penggunaan lahan, sebaliknya jika koefisien korelasi yang dihasilkan mendekati -1 maka menunjukkan adanya hubungan negatif antara kedua variabel (Yusi, 2009).

Pedoman Derajat dari koefisien korelasi *spearman* adalah sebagai berikut:

- 0,00 = Tidak ada korelasi
- 0,01 – 0,25 = Korelasi sangat lemah
- 0,26 – 0,50 = Korelasi Sedang/ Cukup

0,51 – 0,75 = Korelasi Kuat

0,75 – 0,99 = Korelasi Sangat Kuat

Output dari evaluasi data ini berupa Peta Penggunaan Lahan serta analisis hubungan dan pengaruh antara setiap komponen penggunaan lahan terhadap kualitas air parameter mikrobiologi (*total coliform*, *fecal coliform*, *escherichia coli*).