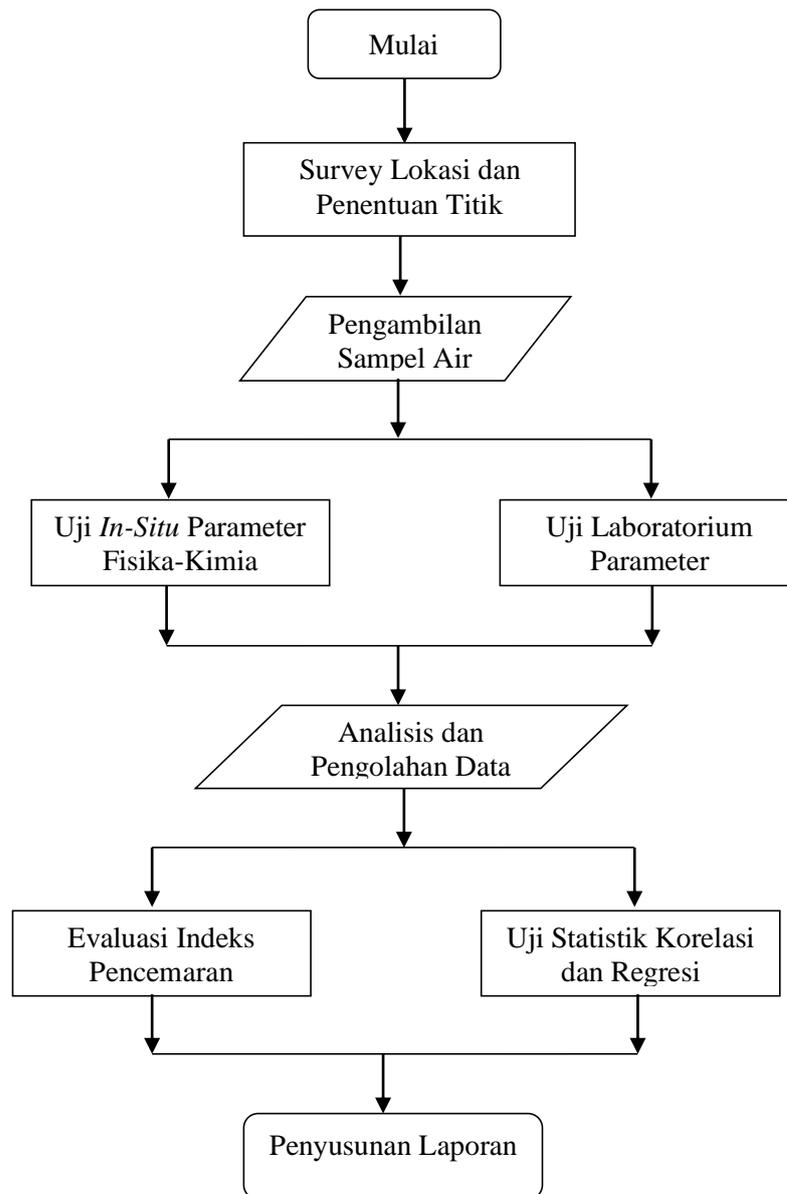


BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Secara umum penelitian ini terdiri atas beberapa tahap yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.

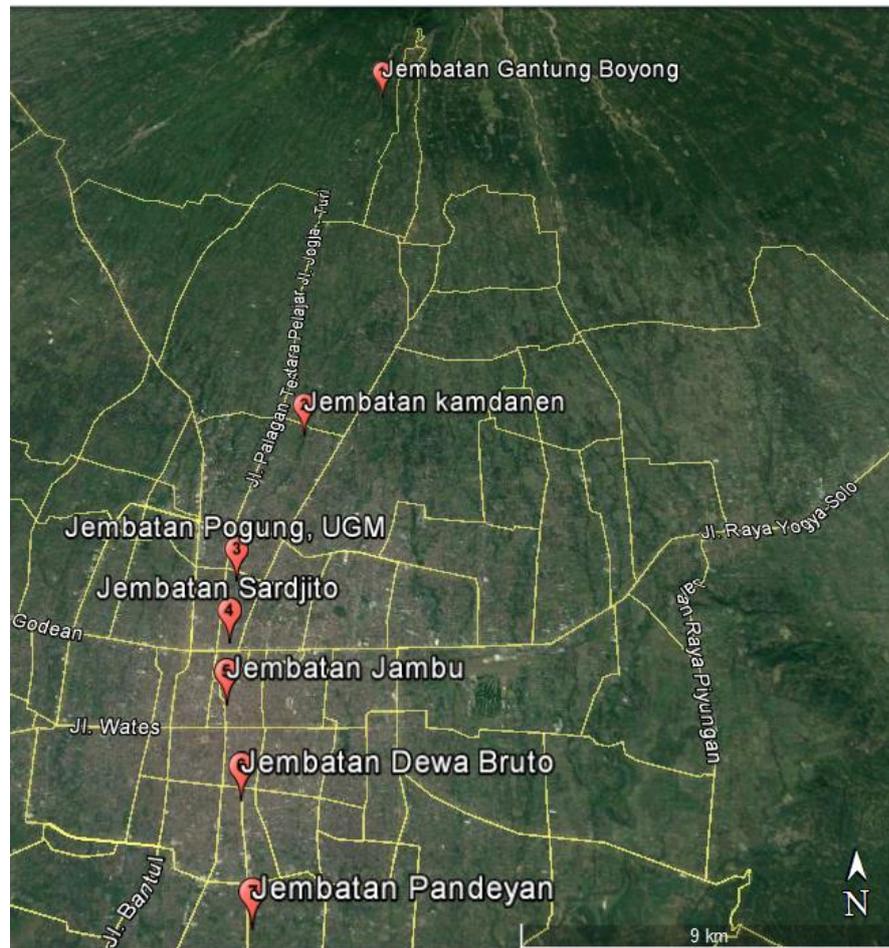


Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini berlokasi di daerah aliran Sungai Code, Daerah Istimewa Yogyakarta. Penentuan lokasi pengambilan sampel dengan menggunakan metode *purposive sampling* yaitu dilakukan melalui observasi di sekitar aliran Sungai Code dengan menyesuaikan terhadap tujuan penelitian yakni menganalisis pengaruh curah hujan terhadap parameter kualitas air mikrobiologi, dimana rata – rata site yang dipilih berada di daerah padat permukiman sehingga diharapkan akan terlihat apakah curah hujan berpengaruh terhadap konsentrasi kontaminan *non-point source* melalui limpasan permukaan yang terjadi saat hujan, selain itu dipertimbangkan juga kemudahan akses, biaya dan efisiensi waktu dalam pengambilan sampel air di lapangan. Site pengambilan sampel yang dipilih juga merupakan representasi dari kondisi lingkungan di sekitar sungai tersebut. Sampel air selanjutnya diuji di Laboratorium Kualitas Lingkungan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia

Penelitian ini dilakukan pada musim penghujan mulai dari bulan Desember 2017 hingga Maret 2018 dengan frekuensi pengambilan sampel sebanyak dua kali per bulannya untuk melihat variasi kualitas air sungai dalam bulan tersebut serta kaitannya dengan fluktuasi curah hujan yang mungkin terjadi selama penelitian berlangsung.



Gambar 3.2 Lokasi Sampling

Deskripsi lokasi pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- **Jembatan Gantung Boyong (Site 1)**
 Jembatan Gantung Boyong merupakan lokasi sampling yang berhulu di Gunung Merapi dan berada di Dusun Boyong, Kecamatan Pakem, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Site ini terletak pada garis lintang $7^{\circ}38'17.11''S$ dan garis bujur $110^{\circ}24'21.70''T$. Kondisi lingkungan sekitar sungai masih didominasi oleh lahan hijau, pepohonan dan tumbuh – tumbuhan serta belum adanya permukiman di sepanjang pinggir sungai.



Gambar 3.3 Site 1 (Jembatan Gantung Boyong)

➤ Jembatan Kamdanen (Site 2)

Jembatan Kamdanen merupakan site 1 dan berada di Jalan Kapten Haryadi, Kelurahan Sinduharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Site ini terletak pada garis lintang $7^{\circ}43'21.43''\text{S}$ dan garis bujur $110^{\circ}23'21.39''\text{T}$. Kondisi lingkungan pada site ini yaitu terdapat sawah untuk peruntukan pertanian, pepohonan dan tumbuh – tumbuhan, mulai terdapat permukiman di sekitar pinggir sungai serta beberapa saluran drainase yang berasal dari aktivitas pertanian serta rumah penduduk.



Gambar 3.4 Site 2 (Jembatan Kamdanen)

➤ Jembatan Pogung (Site 3)

Jembatan Pogung berada di Jalan Jembatan Baru UGM, Kelurahan Sinduadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Site ini terletak pada garis lintang $7^{\circ}45'44.53''S$ dan garis bujur $110^{\circ}22'14.39''T$. Kondisi lingkungan pada site ini didominasi oleh permukiman penduduk, ruko dan pertokoan, penginapan, rusunawa yang terdapat di dekat jembatan serta beberapa restoran. Pada site ini ditemui banyak saluran drainase dari permukiman penduduk yang langsung mengarah ke badan sungai. Pada lokasi ini dibagi menjadi dua site yaitu site 3 dan site 3b. Site 3b digunakan untuk melihat adanya *input* dari saluran – saluran drainase disepanjang sungai tersebut



Gambar 3.5 Site 3 (Jembatan Pogung)

➤ Jembatan Sardjito (Site 4)

Jembatan Sardjito berada di Jalan Prof. Dr. Sardjito, Kelurahan Cokrodiningratan, Kecamatan Jetis, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta. Site ini terletak pada garis lintang $7^{\circ}46'42.48''S$ dan garis bujur $110^{\circ}22'13.51''T$. Kondisi lingkungan pada site ini didominasi oleh permukiman penduduk dan penginapan. Lokasi ini juga dekat dengan rumah sakit dan universitas.



Gambar 3.6 Site 4 (Jembatan Sardjito)

➤ Jembatan Jambu (Site 5)

Jembatan Jambu berada di Jalan Mas Suharto, Kelurahan Bausasran, Kecamatan Danurejan, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta. Site ini terletak pada garis lintang $110^{\circ}22'13.51''T$ dan garis bujur $110^{\circ}22'11.03''T$. Kondisi lingkungan pada site ini yaitu sangat padat akan permukiman penduduk di pinggir sungai, selain itu juga terdapat hotel, motel dan pusat perbelanjaan. Pada lokasi ini juga ditemui jamban umum yang berada dekat dengan sungai, pipa – pipa saluran pembuangan yang berasal dari permukiman penduduk serta sampah – sampah yang berceceran di sungai.



Gambar 3.7 Site 5 (Jembatan Jambu)

➤ Jembatan Dewa Bronto (Site 6)

Jembatan Dewa Bronto berada di Jalan Kolonel Sugiono, Kelurahan Brontokusuman, Kecamatan Mergangsan, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta. Site ini terletak pada garis lintang $7^{\circ}48'55.78''S$ dan garis bujur $110^{\circ}22'28.76''T$. Kondisi lingkungan di sekitar site ini dipadati oleh permukiman penduduk, ruko dan pertokoan, berbagai jenis industri serta pom bensin yang terletak tidak jauh dari lokasi sampling. Pada site ini juga terdapat aktivitas penambangan pasir yang dilakukan di Sungai Code.



Gambar 3.8 Site 6 (Jembatan Dewa Bronto)

➤ Jembatan Pandeyan (Site 7)

Jembatan Pandeyan berada di Jalan Imogiri Barat, Kelurahan Bangunharjo, Kecamatan Sewon, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Site ini terletak pada garis lintang $7^{\circ}51'5.43''S$ dan garis bujur $7^{\circ}51'5.43''S$. Kondisi lingkungan di sekitar site ini yaitu terdapat permukiman penduduk, persawahan untuk kegiatan pertanian serta pabrik tahu yang terletak tidak jauh dari lokasi sampling.



Gambar 3.9 Site 7 (Jembatan Pandeyan)

3.3 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian mencakup data primer dan data sekunder.

- Data primer yaitu data yang diperoleh melalui analisis secara *in-situ* serta uji laboratorium. Data primer terdiri atas hasil uji serta parameter mikrobiologi (*Total Coliform*, *Fecal Coliform* dan *Escherichia coli*), parameter fisika (debit, suhu, *Total Suspended Solid* dan *Total Dissolved Solid*) dan parameter kimia (pH dan *Dissolved Oxygen*). Pengujian parameter fisika dan kimia dalam penelitian digunakan sebagai data untuk mengetahui kualitas air sungai secara umum dan status mutu air melalui indeks pencemaran bersama dengan parameter mikrobiologi. Parameter mikrobiologi selanjutnya digunakan untuk mengetahui pengaruh curah hujan terhadap parameter kualitas air mikrobiologi di Sungai Code melalui uji korelasi statistik.
- Data sekunder dalam penelitian ini yaitu berupa data curah hujan untuk masing – masing waktu pengambilan sampel selama penelitian yang

diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Daerah Istimewa Yogyakarta, serta data sekunder kualitas air Sungai Code oleh Badan Lingkungan Hidup (BLH) Daerah Istimewa Yogyakarta.

3.4 Metode Pengambilan Sampel Air

Metode pengambilan sampel air Sungai Code dilakukan secara langsung menggunakan metode *grab sampling* yaitu metode pengambilan sampel sesaat yang menunjukkan karakteristik air hanya pada saat itu (Effendie, 2003). Tata cara pengambilan sampel air merujuk pada SNI 6989.59:2008 mengenai metode pengambilan contoh air permukaan. Secara umum tata cara pengambilan sampel sebagai berikut:

Proses pengambilan sampel air untuk kedalaman tertentu diambil dengan menggunakan alat *water sampler* tipe horizontal. Proses pengambilan sampel untuk parameter mikrobiologis dilakukan dengan cara yang steril untuk menghindari kontaminasi. Pengambilan sampel air untuk parameter fisika dan kimia dilakukan dengan menggunakan jerigen yang telah disiapkan. Wadah tempat penyimpanan sampel kemudian diberi label dan dibawa ke laboratorium untuk diuji.

3.5 Pengujian Sampel Air

Pemeriksaan sampel air meliputi parameter utama yaitu mikrobiologi yang diuji di laboratorium serta parameter fisika dan kimia yang diuji secara *in-situ* dan uji laboratorium.

3.5.1 Parameter Mikrobiologi

a. Total Coliform dan Fecal Coliform

Parameter mikrobiologi yang diuji dalam penelitian meliputi bakteri *total coliform* dan *fecal coliform*. metode yang digunakan dalam penelitian yaitu metode MPN (*Most Probable Number*) yang merupakan uji untuk mendeteksi sifat fermentatif *coliform* dalam sampel. Perhitungan

mikroorganisme dalam metode MPN berdasarkan data kualitatif hasil pertumbuhan mikroorganisme pada medium cair spesifik dalam seri tabung sehingga diperoleh kisaran data kuantitatif jumlah mikroorganisme tersebut.

Secara umum pengujian dengan metode MPN dilakukan dengan menggunakan medium cair di dalam tabung reaksi yang berisi tabung durham, selanjutnya perhitungan dilakukan dengan melihat jumlah tabung positif yang ditunjukkan dengan terbentuknya gas atau timbulnya kekeruhan di dalam tabung durham. Metode MPN dalam penelitian ini yaitu menggunakan ragam LB (*Lactose Broth*) III yang diperuntukkan untuk specimen yang diperkirakan memiliki angka kuman tinggi, yang biasa diperiksa dengan cara ini antara lain yaitu sumur, air mata air, air sungai, air hujan, air kolam renang dan sebagainya (Soemarno, 2000).

Pada penelitian ini sampel diencerkan sampai diperoleh variasi yang pas pada pembacaan tabung positif. Analisis bakteri *total coliform* dan *fecal coliform* sebagai berikut:

- Specimen air yang diencerkan di tanam dalam media:
 - 3 tabung LB *triple strength* masing – masing 10 ml.
 - 3 tabung LB *single strength* masing – masing 1 ml.
 - 3 tabung LB *single strength* masing – masing 0,1 ml.
- Uji pendugaan (*Presumptive test*) dilakukan dengan menginkubasi media LB sebagai media tumbuh bakteri dengan suhu 37 °C selama 48 jam. Tabung yang menghasilkan gas menunjukkan adanya bakteri *coliform* positif, lalu diuji ke tahap selanjutnya yaitu uji penegasan.
- Uji penegasan (*confirmed test*). Dari hasil uji pendugaan yang positif lalu diinokulasikan pada media uji penegas *Brilliant Green Lactose Bile broth* (BGLB) sebagai media selektif. Untuk *Total Coliform* diinkubasi pada suhu 37 °C selama 48 jam, sedangkan untuk *Fecal Coliform* diinkubasi pada suhu 44 °C – 44,5 °C selama 24 jam. untuk fecal coliform selama 48 jam ± 3 jam. Tabung – tabung yang positif gas dari pengujian *total coliform* dan *fecal*

coliform kemudian dicocokkan dengan tabel MPN untuk memperoleh indeks MPN.

- Perhitungan jumlah bakteri *coliform* dari masing – masing pengujian dengan menggunakan seri 3 tabung mengacu pada indeks MPN 333 menurut Formula Thomas (Soemarno, 2000).

Secara umum pengujian dengan metode MPN dilakukan dengan menggunakan medium cair di dalam tabung reaksi yang berisi tabung durham, selanjutnya perhitungan dilakukan dengan melihat jumlah tabung positif yang ditunjukkan dengan terbentuknya gas atau timbulnya kekeruhan di dalam tabung durham. Metode MPN dalam penelitian ini yaitu menggunakan ragam LB (*Lactose Broth*) III yang diperuntukkan untuk specimen yang diperkirakan memiliki angka kuman tinggi, yang biasa diperiksa dengan cara ini antara lain yaitu sumur, air mata air, air sungai, air hujan, air kolam renang dan sebagainya (Soemarno, 2000).

b. *Eshecrichia coli*

Kuantifikasi kontaminasi bakteri *E. coli* dengan menggunakan media selektif *Chromocult Coliform Agar* (CCA). Menurut penelitian Byamukama *et al.* (2000), media ini terbukti efisien dan layak untuk menentukan pencemaran feses di daerah yang diteliti dalam waktu 24 jam.

Secara umum pengujian untuk bakteri *E.coli* dengan metode isolasi bakteri menggunakan media CCA yaitu dengan menyiapkan sampel uji ke dalam botol steril 100 ml, kemudian dilakukan pengenceran terhadap sampel, dalam penelitian ini digunakan pengenceran $10^{-1} - 10^{-2}$. Sampel yang telah diencerkan diambil sebanyak 1 ml ke dalam cawan petri secara steril, lalu dituangkan media CCA dengan menggunakan metode *pour plate*, yakni teknik menumbuhkan mikroorganisme di dalam media agar dengan cara mencampurkan media agar yang masih berbentuk cair dengan kultur bakteri sehingga sel-sel tersebut dapat menyebar secara merata di dalam agar (Harley dan Presscot, 2002). Selanjutnya media diinkubasi selama 24

jam pada suhu 37 °C. Bakteri *E.coli* ditandai oleh terbentuknya koloni berwarna biru tua pada agar.

3.5.2 Parameter Fisika dan Kimia

Parameter fisika dan kimia yang diuji dalam penelitian ini antara lain debit, suhu, *Total Suspended Solid* (TSS), *Total Dissolved Solid* (TDS), pH dan *Dissolved Oxygen* (DO). Debit diukur menggunakan alat *Current meter* untuk mengukur kecepatan arus, selanjutnya diukur kedalaman dan lebar sungai. Pengukuran suhu dilakukan bersamaan dengan TDS menggunakan TDS meter merk Hanna yang juga dapat mendeteksi suhu air. TSS diuji secara gravimetri berdasarkan SNI-06-6989.3-2004 di laboratorium. pH diukur dengan menggunakan indikator universal, sedangkan DO diuji berdasarkan SNI-06-6989.14-2004 di laboratorium .

3.6 Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup analisis statistik korelasi untuk mengetahui hubungan antara curah hujan dan parameter kualitas air mikrobiologi serta analisis status mutu air menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) untuk mengetahui kualitas air Sungai Code.

3.6.1 Analisis Hubungan Curah Hujan terhadap Kualitas Air

Pada penelitian ini dilakukan analisis secara kuantitatif mengenai hubungan antara curah hujan dan hasil pengujian kualitas air mikrobiologi di Sungai Code dengan menggunakan metode korelasi.

a. Korelasi Pearson

Analisis korelasi dilakukan dengan melihat seberapa kuat hubungan antara variabel bebas (curah hujan) dan variabel terikat (kualitas air Sungai Code) berdasarkan derajat kekuatan dengan melihat besaran koefisien korelasi yang berkisar dari -1 sampai dengan +1. Apabila koefisien korelasi yang diperoleh -1, maka hubungan antar variabel adalah negatif, sebaliknya apabila koefisien korelasi yang diperoleh +1, maka menunjukkan hubungan

positif dan hubungan yang terjadi sangat kuat (Gunawan, 2015). Berikut merupakan rumus perhitungan metode korelasi Pearson:

$$r = \frac{N \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{\sqrt{\{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\}\{N \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$$

Keterangan:

- r = Koefisien korelasi
- N = Jumlah data
- X = Skor variabel X (bebas)
- Y = Skor variabel Y (terikat)

Interpretasi koefisien korelasi adalah sebagai berikut:

- 0,000 – 0,199 = Sangat Lemah
- 0,200 – 0,399 = Lemah/rendah
- 0,400 – 0,599 = Cukup
- 0,600 – 0,799 = Kuat
- 0,800 – 1,000 = Sangat kuat

b. Uji Signifikansi (Uji *t-student*)

Uji signifikansi dilakukan untuk mengetahui apakah koefisien korelasi signifikan atau bermakna. Ketentuan dalam pengambilan keputusan yaitu jika nilai t hitung $>$ t tabel, maka koefisien korelasi dinyatakan signifikan, sebaliknya jika t hitung $<$ t tabel, maka koefisien korelasi tidak signifikan (Gunawan, 2015).

Pengujian taraf signifikansi untuk koefisien korelasi menggunakan rumus berikut ini:

$$t = \frac{r \sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

Keterangan:

- t = Distribusi *t-student*

- r = Koefisien korelasi
 N = Jumlah Data

c. Regresi dan Koefisien Determinasi (R^2)

Analisis regresi merupakan salah satu metode dalam statistika yang dapat digunakan untuk mengetahui pola hubungan antara variabel independen dan variabel dependen. Analisis regresi berdasarkan pola hubungannya terbagi atas regresi linier dan regresi non-linier.

- ✓ Regresi linier: digunakan menentukan fungsi linier (garis lurus) yang paling sesuai dengan kumpulan titik data (x_n, y_n) yang diketahui. Persamaan regresi linier sederhana sebagai berikut.

$$Y = a + b(X)$$

$$a = \frac{\Sigma Y - b(\Sigma X)}{n}$$

$$b = \frac{n(\Sigma XY) - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{n(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}$$

Dimana: a = konstanta; b = koefisien regresi; Y = variabel dependen;
 X = variabel independen; n = jumlah data.

- ✓ Regresi non-linier: regresi non-linier merupakan suatu bentuk regresi yang melihat hubungan antara variabel independen (X) dengan variabel dependen (Y), yang tidak bersifat linier. Suatu model disebut model regresi non-linier jika variabel – variabelnya berpangkat. Contoh model regresi non-linier diantaranya *power*, polinomial, eksponensial, dan sebagainya. Dari model regresi non-linier yang diperoleh akan dilihat fungsi yang paling sesuai dengan kumpulan data yang diketahui.

Regresi *power*: $y = ax^b$

Regresi eksponensial: $y = ae^{bx}$

Regresi polinomial: $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_rx^r$

Dimana pada persamaan tersebut nilai a dan b merupakan konstanta.

Secara parsial tingkat pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen dapat dilihat dengan menggunakan nilai koefisien

determinasi (R^2). Koefisien determinasi merupakan kuadrat dari koefisien korelasi yang dijadikan sebagai ukuran dalam mengetahui kemampuan dari tiap – tiap variabel yang digunakan. Koefisien determinasi menjelaskan proporsi variasi dalam variabel dependen (Y) yang dijelaskan oleh hanya satu variabel independen (lebih dari satu variabel bebas) secara bersamaan.

Koefisien determinan memiliki kisaran antara nol sampai dengan satu ($0 \leq R^2 \leq 1$). Hal ini berarti bila $R^2 = 0$ menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh antara variabel independen terhadap variabel dependen, jika *adjusted* R^2 semakin besar mendekati 1 menunjukkan semakin kuatnya pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen dan jika *adjusted* R^2 semakin kecil atau bahkan mendekati nol, maka semakin kecil pula pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen.

Kriteria yang digunakan dalam melakukan analisis koefisien determinasi adalah sebagai berikut:

- Nilai koefisien determinasi mendekati nol (0), berarti pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen lemah.
- Nilai koefisien determinasi mendekati satu (1), berarti pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen kuat.

(Sugiyono, 2013).

3.6.2 Analisis Status Mutu Air Metode Indeks Pencemaran (IP)

Analisis kualitas perairan di Sungai Code dilakukan melalui perhitungan dengan menggunakan metode Indeks Pencemaran. Pada metode ini nilai parameter yang terukur di sungai dibandingkan dengan baku mutu air untuk peruntukan, yaitu sesuai dengan baku mutu air yang tercantum dalam Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 20 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Pemilihan metode ini atas pertimbangan yang menyesuaikan dengan tujuan penelitian yaitu agar dapat membandingkan kualitas air pada musim penghujan berdasarkan fluktuasi curah hujan selama pengambilan sampel di lapangan.

Dalam penerapannya metode IP menggunakan berbagai parameter yang dikur dalam pengambilan sampel, sehingga diperoleh nilai rata – rata keseluruhan pencemaran relatif yang diakibatkan oleh parameter kualitas air yang diukur. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.15 Tahun 2003, rumus perhitungan nilai 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 (j)

C_i = Parameter kualitas air di lapangan (i)

L_{ij} = Konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam baku mutu peruntukan Air (j)

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

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

Hasil perhitungan Indeks Pencemaran selanjutnya dianalisis berdasarkan ketentuan berikut:

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

$1,0 < PI_j \leq 5,0$ → cemar ringan

$5,0 < PI_j \leq 10$ → cemar sedang

$PI_j > 10$ → cemar berat

Setelah nilai indeks pencemaran diperoleh, selanjutnya akan dilihat kondisi kualitas air selama musim penghujan berdasarkan fluktuasi curah hujan pada saat pengambilan sampel.