BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

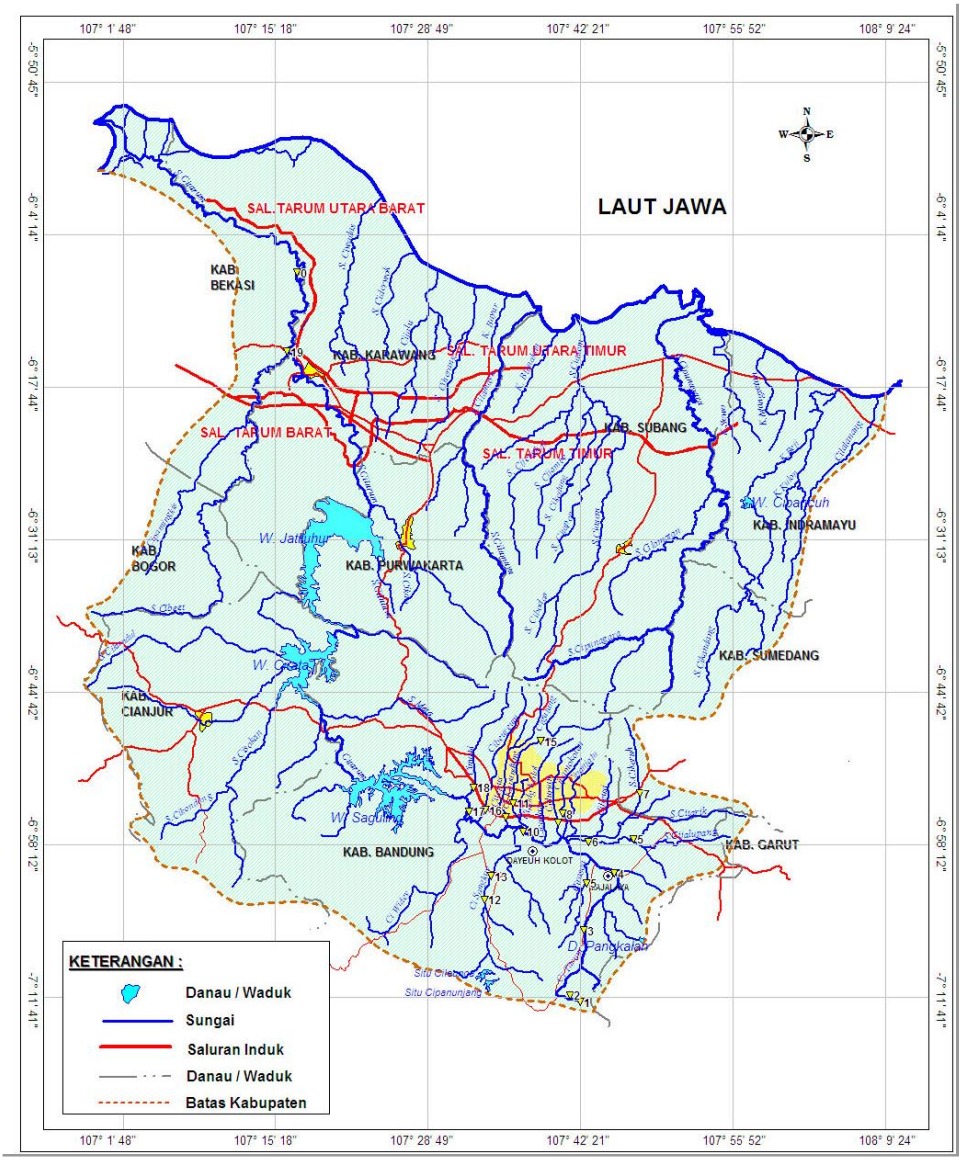
3.1 Objek Penelitian

Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum merupakan DAS terbesar dan terpanjang di Jawa Barat, secara geografis dari 106^{o} 51’36” - 107^{o} 51’BT dan 7^{o} 19’ - 6^{o} 24’ LS. DAS Citarum adalah salah satu DAS yang secara hidrologis tercakup ke dalam wilayah Sungai Citarum dengan pengelolaannya berada di wilayah kerja Balai Besar Sungai Citarum (BBWS) Citarum.

Daerah pengaliran Sungai (DAS) Citarum meliputi Kabupaten dan Kota Bandung, Kabupaten Cianjur, Kabupaten Purwakarta, Kabupaten Karawang, Kabupaten Subang, Kabupaten Bekasi dan Kota Cimahi. Luas DAS Citarum adalah 6.868 km^{2,} dengan panjang sungai utama 458,7 km dan panjang sungai keseluruhan 1.394 km. DAS Citarum memiliki bentuk memanjang dengan panjang kurang lebih 167,6 km dan lebar rata-rata 40,98 km.

Sungai Citarum memiliki beberapa anak sungai, yaitu Sungai Citarik, Sungai Cisangkuy, Sungai Ciminyak, Sungai Cikapundung, Sungai Ciwidey, Sungai Cihaur, Sungai Cisokan.

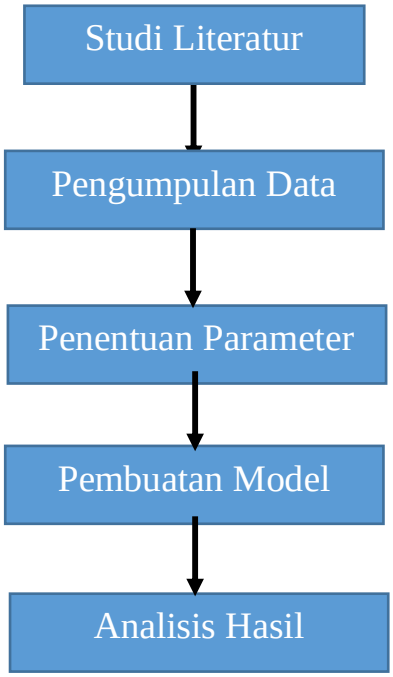
Daerah pengaliran sungai (DAS) Citarum sendiri mempunyai luas wilayah keseluruhan sekitar 11.225 km^2 (Pemda Jabar, 2002) atau 12.000 km^2 (Sudjana, 2002), dengan sub DAS di daerah hilir diantaranya meliputi kali Bekasi, Cikarang, Lemah Abang, Ciherang, Cilamaya, Ciasem dan Cipunegara, serta beberapa DAS parsial lainnya. Gambar III.1 memperlihatkan daerah aliran sungai Citarum.



Gambar III.1 Daerah Aliran Sungai Citarum

3.2 Tahapan Penelitian

Dalam pembuatan model sistem pendukung keputusan untuk pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran dilakukan beberapa tahapan penelitian yang diperlihatkan pada gambar III.2 berikut:



Gambar III.2 Diagram Alir Penelitian

Adapun penjelasan dari metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

a. Studi Literatur

Metode studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan data dan informasi yang dijadikan sebagai referensi dalam sistem pendukung keputusan pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran. Referensi-referensi tersebut berasal dari buku-buku pegangan maupun publikasi hasil penelitian,

artikel, situs internet serta sumber informasi lain yang berkaitan dengan penelitian ini.

b. Pengumpulan Data

Terdapat dua tipe data dalam suatu penelitian, yakni data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diambil langsung dari obyek penelitian atau merupakan data yang diperoleh dari sumber asli. Pencarian data primer bisa dilakukan dengan cara wawancara langsung dengan responden melalui telepon, email dan sebagainya. Sedangkan data sekunder adalah data yang tidak diperoleh langsung dari objek penelitian, namun berasal dari data yang telah dikumpulkan sebelumnya oleh pihak lain.

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data rekapitulasi dan evaluasi hasil monitoring kualitas air sungai yang merupakan data tahun 2011 dari bulan April hingga bulan Desember dan data tahun 2012 dari bulan Mei hingga bulan Desember. Data tersebut diperoleh dari Balai Besar Sungai Citarum (BBWS Citarum). Alasan penggunaan data adalah karena monitoring kualitas terakhir yang dilakukan Balai Besar Wilayah Sungai Citarum pada tahun tersebut dan hingga saat ini belum ada data terbaru.

c. Penentuan Parameter Status Mutu Air

Dalam tahap ini dilakukan penentuan parameter-parameter yang mempengaruhi terhadap pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran sungai Citarum.

d. Pembuatan Model

Dalam tahap ini dilakukan pembuatan model untuk menentukan kualitas air menggunakan metode-metode yang terkait yaitu metode STORET dan metode Indeks Pencemaran (IP).

e. Analisis Hasil

Pada tahap ini dilakukan analisis dari hasil pembuatan model yang telah dibuat.

3.2.1 Penentuan Parameter Status Mutu Air

Pada penelitian ini terdapat beberapa parameter yang digunakan untuk menentukan status mutu air Sungai Citarum. Secara garis besar parameter tersebut kelompokkan menjadi tiga bagian yaitu parameter fisika, parameter kimia anorganik dan parameter kimia organik.

3.2.1.1 Parameter Fisika

Parameter fisika adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengukur kadar kualitas air yang berhubungan dengan fisika seperti suhu, kecepatan arus, kecerahan, daya hantar listrik, residu terlarut dan residu tersuspensi. Dari beberapa parameter yang akan dihitung hanya parameter suhu dan daya hantar listrik.

3.2.1.2 Parameter Kimia Anorganik

Parameter kimia anorganik adalah parameter yang sangat penting untuk menentukan air tersebut dikatakan baik atau tidak sesuai peruntukannya. Parameter kimia anorganik meliputi pH, Nitrit, NH_3N Bebas, Besi, Mangan, Seng, Kadmium, Krom, Sulfat, Flourida dan Klorida. Dari beberapa parameter yang akan dihitung hanya parameter pH, Nitrit, Seng, Kadmium, dan Krom.

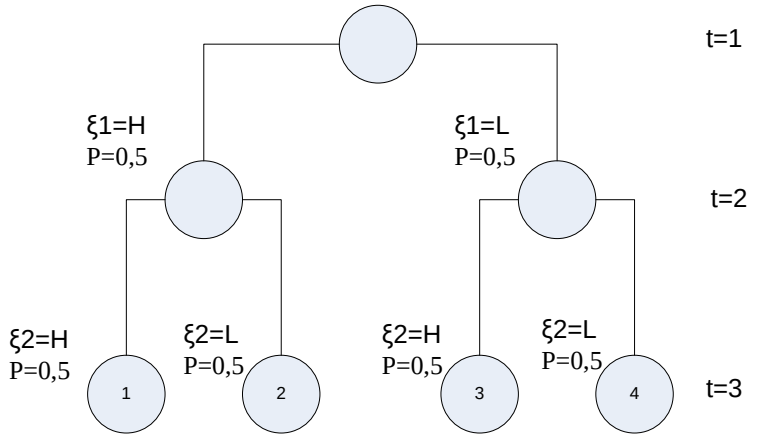
3.2.1.3 Parameter Kimia Organik

Parameter kimia organik sama halnya seperti parameter kimia anorganik mempunyai peranan yang sangat penting untuk menentukan kualitas air. Parameter kimia organik meliputi DO, BOD, COD, Detergen dan Coliform. Dari beberapa parameter yang akan dihitung hanya parameter DO, BOD, COD dan Coliform.

3.2.2 Pembuatan Model

Dalam penelitian ini menggunakan model stokastik (Birge dan Louveaux, 1997; Kail dan Wallace, 1994) yaitu suatu model yang menawarkan kerangka yang sistematis untuk *problem-problem* keputusan-keputusan yang harus dibuat secara optimal atas suatu *time-span* yang diberikan. Selama nilai-nilai dari beberapa parameter optimasi bersifat tidak pasti dan ketidakpastian itu dapat diwakili oleh distribusi probabilitas. Pendekatan model dalam stokastik didasarkan pada asumsi *time-span* yang menyeluruh merupakan diskrit ke dalam periode-periode waktu keputusan tersebut harus dibuat setiap kali periode waktu, sedangkan ketidakpastian menyelesaikan antara periode-periode waktu. Keputusan-keputusan di dalam banyak periode waktu dapat saja disesuaikan berdasarkan pada realisasi-realisasi untuk parameter-parameter ketidakpastian yang telah diselesaikan pada waktu lalu. Fleksibelitas ini dikenal sebagai *resource* dan merupakan salah satu fitur yang paling menarik pada model stokastik. Sasaran dari model stokastik untuk membatasi keputusan-keputusan atas seluruh *time-span* secara simultan sehingga secara keseluruhan performa yang diharapkan adalah optimal, dimana ekspektasi dihitung didasarkan pada distribusi probabilitas yang diberikan.

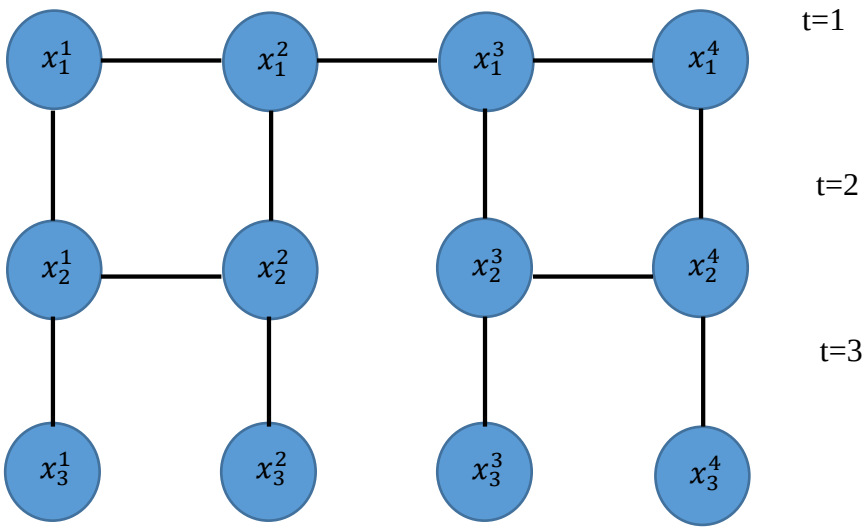
Proses stokastik dapat diwakili oleh suatu pohon skenario (seperti pada gambar III.3). masing-masing *node* untuk periode waktu *t* dalam pohon skenario mewakili suatu informasi *state* yang mungkin untuk waktu periode. Masing-masing busur mewakili suatu transisi yang mungkin dari suatu *state* informasi dalam periode waktu *t* ke satu periode waktu *t* + 1 dan dihubungkan dengan suatu transisi probabilitas. *Multiple* busur-busur yang berasal dari suatu *node* untuk periode waktu *t* mewakili kemungkinan *multiple* untuk transisi. Karenanya ketidakpastian dalam beberapa parameter akan diselesaikan pada akhir periode waktu *t*. suatu alur (*path*) dari akar daun (*root node*) ke suatu simpul daun (l*eaf node*), yang dikenal sebagai skenario. Skenario mewakili suatu kombinasi yang mungkin dari nilai-nilai parameter yang tidak pasti. Probabilitas dari skenario merupakan probabilitas mencapai simpul daun dari akar daun. Himpunan dari periode-periode waktu dengan tingkat informasi yang sama (atau ketidakpastian) terdiri dari *stage*. *Problem-problem* lebih dari *two-stage* dikenal sebagai *problem multistage*. Dicatat bahwa penyelesaian suatu *problem* model stokastik *multistage* secara signifikan lebih sulit dibanding menyelesaikan *problem* model stokastik *two stage*.



Gambar III.3 Pohon Skenario dengan parameter-parameter tidak pasti ξ1 dan ξ2

Gambar III.3 memberikan penyajian standar suatu pohon skenario untuk suatu problem dengan parameter-parameter yang tidak pasti $\xi 1$ dan $\xi 2$ dan realisasi-realisasi tiga periode waktu yang mungkin termasuk nilai-nilai untuk kedua parameter-parameter H ("ketinggian") dan L ("rendah") dengan realisasi keduanya memiliki kemungkinan yang sama. Secara berurutan ketidakpastian-kektidakpastian di dalam $\xi 1$ dan $\xi 2$ diselesaikan pada akhir periode-periode waktu pertama dan kedua. Pohon skenario memiliki empat kemungkinan skenario sama dan tiga stage, dengan stage pertama, kedua dan ketiga yang sesuai dengan periode waktu t=1, t=2 dan t=3 secara berurutan. Dalam gambar III.3, angka-angka pada simpul daun mewakili indeks untuk skenario yang sesuai.

Gambar III.4 memberikan penyajian alternatif untuk pohon skenario yang telah diperlihatkan dalam gambar III.3. Dalam penyajian ini, masing-masing diwakili oleh suatu himpunan *node* yang unik. *Node* skenario-skenario s,s' disebut *indistinguishable* dalam periode waktu *t*. Secara umum skenario s,s' disebut *indistinguishable* pada beberapa waktu jika mereka bersifat identik dalam merealisasikan untuk semua parameter yang tidak pasti dimana ketidakpastian telah diselesaikan pada masa lalu. Konsep dari *indistinguishability* adalah *central* ke *non anticipativitas* didasarkan pendekatan untuk merumuskan model-model stokastik.



Gambar III.4 Penyajian alternatif untuk pohon skenario pada gambar III.3

3.2.2.1 Standar Model Stokastik

SSP adalah standar model stokastik untuk suatu *problem linier* dengan periode-periode waktu T dan pohon skenario S.

$$(SSP) min \sum_{s} P^s \sum_{t} C_t^s X_t^s \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (a)$$

$$s.t \sum_{T \le t} A_{T,t}^s \; X_T^s \le \alpha_t^s \qquad \forall (t,s) \dots\dots\dots\dots\dots (b)$$

$$x_t^s \in X_t^s \qquad \forall (t,s) \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (c)$$

$$x_t^s = x_t^{s'} \qquad \forall (s,s',t) \in N_s^e \dots\dots\dots\dots\dots (d)$$

Pada SSP, parameter P^8 mewaliki probabilitas dari skenario s dengan variabel-variabel X_t^s mewakili variabel keputusan untuk periode waktu *t* di dalam skenario s. (a) mewakili fungsi objektif meminimasi harapan dari beberapa kriteria ekonomi. Konstrain (b) mewakili periode tunggal dan periode pengait kendala untuk skenario tertentu yang karakteristik pada semua model *multiperiod*. Konstrain (c) mewakili pembatasan-pembatasan integralitas dan batas pada

variabel-variabel Xt^s (d) mewakili nonanticipativitas atau implementabilitas konstrain-konstrain menjalankan pembatasan keputusan tersebut tidak dapat didasarkan pada informasi yang diungkapkan di masa depan. *State* konstrain-konstrain ini yang jika skenario s,s' bersifat *indistinguishable* pada periode waktu *t*. Keputusan-keputusan untuk skenario s,s' pada periode waktu *t* harus sama. N_S^e mewakili himpunan dari (s,s',t) skenario s dan s' merupakan bersifat *indistinguishable* pada periode waktu *t* karena proses stokastik yang diwakili oleh pohon skenario S. Sebagai contoh, aturan nonanticipativitas untuk pohon skenario pada gambar III.4 akan memberikan batasan-batasan $X_1^1 = X_1^2 = X_1^3 = X_1^4, X_2^1 = X_2^2\ dan\ X_2^3 = X_2^4$. Dicatat bahwa himpunan N_S^e dan konstrain nonanticipativitas pada SSP bergantung pada struktur dari pohon skenario.