BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Pengertian Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan wilayah yang dibatasi topologi dimana air berada di wilayah tersebut mengalir ke outlet sungai utama hingga ke hilir. DAS didefinisikan sebagai bagian dari permukaan bumi yang airnya mengalir kedalam sungai apabila hujan jatuh (Kusumawardani, 2009). Selain itu, sebuah pulau selamanya akan terbagi habis ke dalam area-area aliran sungai. Komponen yang terdapat dalam DAS terdiri dari komponen fisik, kimia, dan biologi. Komponen fisik mencakup kondisi geografis DAS yang bersangkutan sedangkan kondisi kimia lebih menitikberatkan kepada kondisi daripada air sungai. Komponen biologi dilihat dari keragaman makhluk hidup termasuk manusia yang ada di dalam DAS. DAS memiliki fungsi yang sangat penting bagi kehidupan. Karena dalam DAS terdapat suatu sistem yang berjalan dan terdiri dari berbagai komponen. DAS dapat dibagi menjadi tiga bagian menurut pengelolaannya, yaitu DAS bagian hulu, tengah dan hilir. DAS bagian hulu amat penting sebagai penyimpan air, penyedia air bagi industri, potensi pembangkit listrik dan yang tak kalah penting sebagai penyeimbang ekologis di dalam sistem DAS. DAS bagian tengah merupakan wilayah dimana adanya permukiman serta kegiatan-kegiatan yang dilakukan manusia. Sementara bagian hilir banyak terdapat lokasi-lokasi industri. Penggunaan tanah sebagai pencerminan aktivitas penduduk akan mempengaruhi kondisi DAS sehingga bisa berpengaruh terhadap kualitas serta kuantitas air sungai yang ada (Kusumawardani, 2009).

2.1.2 Pengertian Kualitas Air

Kualitas air adalah kondisi kualitatif air yang diukur dan diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan perundang-undangan yang berlaku (Pasal 1 Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003). Kualitas air dapat dinyatakan dengan parameter kualitas air. Parameter ini meliputi parameter fisik, kimia dan mikrobiologis (Masduqi, 2009)

Kualitas air dapat diketahui dengan melakukan pengujian tertentu terhadap air tersebut. Pengujian yang dilakukan adalah uji kimia, fisik, biologi atau uji kenampakan (bau dan warna). Pengelolaan kualitas air adalah upaya pemeliharaan air sehingga tercapai kualitas air yang diinginkan sesuai peruntukannya untuk menjamin agar kondisi air tetap dalam kondisi alamiahnya.

2.1.3 Mutu dan Kelas Air (PP No.82 Tahun 2001)

a. Definisi (PP No.82 Tahun 2001 Pasal 1)

Mutu air adalah kondisi kualitas air yang diukur dan atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metoda tertentu berdasarkan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku. Kelas air adalah peringkat kualitas air yang dinilai masih layak untuk dimanfaatkan bagi peruntukan tertentu.

b. Klasifikasi Mutu dan Kelas Air (PP No.82 Tahun 2001 Pasal 8)

1. Kelas Satu

Air yang diperuntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang memper-syaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;

2. Kelas Dua

   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;

3. Kelas Tiga

   Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

4. Kelas Empat

   Air yang peruntukannya dapar digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Tabel II.1 Klasifikasi Kualitas Mutu Air (Berdasarkan PP 82 Tahun 2001)

No	Parameter	Satuan	Klasifikasi Kualitas (mutu) Air (Kelas)				Keterangan
			I	II	III	IV	
Fisika							
1	Temperatur	°C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi temperature dari keadaan alamiah
2	Residu Terlarut	mg/L	1000	1000	1000	2000	
3	Residu tersuspensi	mg/L	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/L
Kimia Anorganik							
4	Ph		6-9	6-9	6-9	5-9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
5	BOD	mg/L	2	3	6	12	
6	COD	mg/L	10	25	50	100	
7	DO	mg/L	6	4	3	0	Angka batas minimum
8	Total Fosfat sbg P	mg/L	0,2	0,2	1	5	
9	NO 3 sebagai N	mg/L	10	10	20	20	

10	NH3-N	mg/L	0,5	(-)	(-)	(-)	Bagi perikanan, kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka ≤ 0,02 mg/L sebagai NH3
11	Arsen	mg/L	0,05	1	1	1	
12	Kobalt	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	
13	Barium	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
14	Boron	mg/L	1	1	1	1	
15	Selenium	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	
16	Kadmium	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
17	Khrom (VI)	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,01	
18	Tembaga	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Cu ≤ 1 mg/L
19	Besi	mg/L	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Fe ≤ 5 mg/L
20	Timbal	mg/L	0,03	0,03	0,03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb ≤ 0,1 mg/L
21	Mangan	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
22	Air Raksa	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005	

23	Seng	mg/L	0,05	0,05	0,05	2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Zn ≤ 5 mg/L
24	Khlorida	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
25	Sianida	mg/L	0,02	0,02	0,02	(-)	
26	Flourida	mg/L	0,5	1,5	1,5	(-)	
28	Nitrit sebagai N	mg/L	0,06	0,06	0,06	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, NO2N ≤ 1 mg/L
29	Sulfat	mg/L	400	(-)	(-)	(-)	
30	Khlorin Bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	(-)	Bagi ABAM tidak dipersyaratkan
31	Belerang Sebagai H2S	mg/L	0,002	0,002	0,002	(-)	
Mikrobiologi							
32	Fecal Coliform	Jml/100ml	100	1000	1000	2000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Fecal Coliform ≤ 2000 jml/100ml dan Total Coliform ≤ 10000 jml/100ml
33	Total Coliform	Jml/100ml	1000	5000	10000	10000	

Radioaktifitas							
34	Gross-A	bg/L	0,1	0,1	0,1	0,1	
35	Gross-B	bg/L	1	1	1	1	
Kimia Organik							
36	Minyak dan Lemak	ug/L	1000	1000	1000	(-)	
37	Detergen sebagai MBAS	ug/L	200	200	200	(-)	
38	Senyawa Fenol sebagai fenol	ug/L	1	1	1	(-)	
39	BHC	ug/L	210	210	210	(-)	
40	Aldrin/Dieldrin	ug/L	17	(-)	(-)	(-)	
41	Chlordane	ug/L	3	(-)	(-)	(-)	
42	DDT	ug/L	2	2	2	2	
43	Heptachlor dan Heptaclor epoxide	ug/L	18	(-)	(-)	(-)	
		ug/L					
44	Lindane	ug/L	56	(-)	(-)	(-)	
45	Methoxyctor	ug/L	35	(-)	(-)	(-)	
46	Endrin	ug/L	1	4	4	(-)	
47	Toxaphan	ug/L	5	(-)	(-)	(-)	

Keterangan:

ABAM = Air Baku untuk Air Minum

Logam berat merupakan logam terlarut

Nilai di atas merupakan batas maksimum, kecuali untuk pH dan DO.

Bagi pH merupakan nilai rentang yang tidak boleh kurang atau lebih dari nilai yang tercantum.

Nilai DO merupakan batas minimum.

Arti (-) di atas menyatakan bahwa untuk kelas termasuk, parameter tersebut tidak dipersyaratkan.

2.1.4 Parameter Kualitas Air

Berkaitan dengan gambaran kualitas air di sistem sungai maka dapat ditinjau melalui parameter-parameter yang diukur. Dari banyak parameter, yang sering menjadi parameter utama untuk menggambarkan tingkat polusi dalam sebuah wilayah sungai seperti DO, BOD, COD, *fecal coliform* (terutama air limbah rumah tangga), pH dan logam berat (Puguh Saktiono, 2003). Uraian singkat mengenai parameter utama dijelaskan dibawah ini.

2.1.4.1 Oksigen Terlarut, *Dissolved Oxygen* (DO)

Jumlah oksigen terlarut (DO) dalam air sangat penting untuk kehidupan dalam air. Jika sungai tidak terpolusi atau polusinya sedikit maka kandungan oksigennya akan tinggi dan ikan atau organisme air lainnya dapat hidup baik. Tingkat konsentrasi maksimum DO dalam air (disebut tingkat kejenuhan) sangat tergantung pada suhu, misalnya pada suhu 20°C tingkat kejenuhan akan mendekati 9,2 mg oksigen per liter, namun pada suhu 30°C tingkat kejenuhan oksigen akan turun mencapai 7,6 mg oksigen per liter. Polutan biologi yang dapat terurai akan memakai oksigen selama penguraian, jadi hal ini akan mengurangi tingkat DO dalam air. Apabila tingkat polusi tinggi maka dapat menyebabkan tingkat oksigen terlarut menjadi nol (*non aerobic*) sehingga dapat menimbulkan kematian bagi ikan dan organisme dalam air.

Perbedaan antara tingkat kejenuhan dan DO yang terukur adalah indikasi derajat polusi. Untuk menetapkan tingkat kejenuhan, maka suhu harus diketahui. Jika DO rendah dibandingkan tingkat kejenuhan maka oksigen tambahan akan diserap dari udara ke dalam air. Semakin besar kekurangan maka semakin cepat

penyerapan oksigen dari udara (re-oksigenasi). selain itu, luas permukaan air sangat berhubungan dengan volume air dalam meningkatkan pengisian udara. Oleh karena itu, pengisian udara dalam gerakan air yang berputar (seperti air terjunan, kincir angin dan lain-lain) akan lebih tinggi daripada air diam.

2.1.4.2 Temperatur (Suhu)

Suhu dibutuhkan untuk menentukan tingkat kejenuhan oksigen terlarut dalam air. Untuk mengukur DO tanpa suhu air maka kurang berguna, karena kekurangan oksigen yaitu dari perbedaan tingkat kejenuhan dan DO terukur tidak dapat ditentukan karena suhu air tidak diketahui. Misalnya tingkat DO 6 mg/L akan mengindikasikan kekurangan 9,2 – 6 mg/L = 3,2 mg/L jika suhu air adalah 20°C. hai ini mengindikasikan bahwa tingkat polusi tergolong tinggi. Apabila suhu sebesar 30°C dan tingkat kejenuhan 7,6 mg/L maka kekurangannya menjadi 7,6 – 6 = 1,6 mg/L. Disini menunjukkan tingkat polusi jauh lebih rendah.

2.1.4.3 pH (Tingkat Keasaman)

pH adalah logaritma negatif dari konsentrasi ion-ion hydrogen (ion H^+). Di dalam air murni konsentrasi H^+ adalah 10^{-7}, jadi pH adalah 7. Misalnya suatu asam ditambahkan dalam cairan yang pH-nya 7, maka angka H^+ pada cairan tersebut akan meningkat, katakanlah menjadi 10^{-3} maka cairan tersebut pH-nya menurun menjadi 3. Apabila larutan alkali (basa) ditambahkan maka pH akan meningkat ke tingkat diatas 7. Air dikatakan asam apabila nilai pH-nya < 7, netral pH = 7 dan basa pH > 7.

2.1.4.4 Kebutuhan Oksigen Biokimia, *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

Kebutuhan oksigen bio-kimia (BOD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk penguraian (proses oksidasi) polutan dalam air dengan cara bio-

kimia. BOD adalah parameter yang berguna karena nilainya ditentukan melalui proses alami yang terjadi di dalam air. Sebagai contoh limbah manusia yang langsung dari toilet akan membusuk lebih cepat daripada sepotong kayu, untuk penguraian limbah manusia ini akan lebih banyak membutuhkan oksigen. Sebagai akibatnya adalah oksigen terlarut dalam air akan menurun (disini tingkat DO rendah). Melalui pengisian udara secara alami akan mempercepat DO menjadi normal kembali.

2.1.4.5 Kebutuhan Oksigen Kimia, *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Kebutuhan oksigen kimia (COD) adalah jumlah oksigen (mgO_2) yang diperlukan untuk oksidasi komponen-komponen polutan (organis) dalam air dengan cara kimia, yaitu dengan menambah bahan kimia peng-oksida bahan polutan. Bahan kimia (oksidator) $K_2Cr_2O_7$ banyak digunakan sebagai sumber oksigen dalam pengujian di laboratorium. Secara prinsip sebagian besar zat organis akan dioksidasi oleh $K_2Cr_2O_7$ dalam keadaan asam mendidih, dan reaksi berlangsung selama ± 2 jam. Angka COD akan menjadi ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organis yang secara alami akan dioksidasikan melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air.

2.1.4.6 Nitrit, Nitrat dan Fosfat

Pengukuran nitrit, nitrat dan fosfat penting khususnya untuk air di waduk-waduk dan danau-danau. Adanya cairan limbah yang mengandung nitrat dan fosfat yang tinggi, air waduk dan danau yang terpolusi mempunyai potensi lebih besar untuk pertumbuhan ganggang air secara berlebihan. Sebaliknya, jika kekurangan nitrat dan fosfat maka pertumbuhan ganggang menjadi terbatas. Selain dari cairan limbah, pupuk juga dapat menjadi sumber lain peningkatan kandungan nitrit, nitrat dan fosfat, yaitu melalui aliran balik dari daerah irigasi yang masuk ke sungai.

2.1.4.7 Coliform

Pengukuran coliform terutama ditujukan jika ada indikasi bahwa air sungai terpolusi oleh limbah rumah tangga. Semakin banyak coliform yang terukur, maka semakin banyak limbah rumah tangga yang masuk ke dalam sungai. Sebaliknya, jika konsentrasi coliform rendah (dan BOD relatif tinggi), berarti polusi disebabkan oleh limbah industri.

2.1.4.8 Daya Hantar Listrik, *Electrical Conductivity* (EC)

Sebagai sebuah parameter untuk polusi pengukuran daya hantar listrik tidak begitu relevan terutama pada bagian hulu sungai. Namun pengukuran menjadi penting pada bagian muara di mana air laut dapat masuk ke sungai sehingga mengakibatkan kadar garam menjadi meningkat (nilai EC tinggi). Jika kadar garam tinggi maka air sungai tidak layak sebagai baku untuk minum dan irigasi.

2.1.1.1 Logam Berat

Logam berat sebagian besar diakibatkan oleh kegiatan-kegiatan industri. Kandungan logam dalam air dapat mengakibatkan keracunan bagi manusia maupun organisme lainnya yang hidup di air. Logam beracun misalnya kadmium, kromium, tembaga, merkuri, nikel, seng dan timah. Umumnya pengukuran logam berat dilakukan di bagian hilir dari daerah industri.

2.2 Sistem Pendukung Keputusan

Definisi awalnya Sistem Pendukung Keputusan (SPK) atau lebih dikenal dengan istilah *Decision Support Systems* (DSS) adalah suatu sistem yang ditujukan untuk mendukung manajemen pengambilan keputusan.

Sistem berbasis model yang terdiri dari prosedur-prosedur dalam pemrosesan data dan pertimbangannya untuk membantu manajer dalam

pengambilan keputusan. Agar berhasil mencapai tujuannya maka sistem harus: (1) Sederhana, (2) robust, (3) mudah untuk dikontrol, (4) mudah beradaptasi, (5) lengkap pada hal-hal penting, (6) mudah berkomunikasi dengannya. Secara implisit juga berarti bahwa sistem ini harus berbasis komputer dan digunakan sebagai tambahan dari kemampuan penyelesaian dari masalah seseorang.

EDP (Electronic Data Processing) adalah peralatan dan program yang digabungkan menjadi suatu instalasi computer yang lengkap atau sekumpulan program dan prosedur yang berhubungan untuk melaksanakan suatu tugas-tugas tertentu atau tugas-tugas yang berkaitan dengan suatu komputer.

Dibandingkan dengan EDP, DSS memiliki perbedaan yang dapat dilihat pada tabel II.2.

Tabel II.2 Perbedaan DSS dan EDP

Dimension	DSS	EDP
Use	Active	Passive
User	Line and staff management	Clerical
Goal	Effectiveness	Mechanical efficiency
Time Horizon	Present and future	Past
Objective	Flexibility	Consistency

Definisi lain dari SPK adalah (1) sistem tambahan, (2) mampu untuk mendukung analisis data secara ad hoc dan pemodelan keputusan, (3) berorientasi pada perencanaan masa depan, (4) digunakan pada interval yang tidak teratur atau tidak terencanakan.

Ada juga definisi yang menyatakan bahwa SPK adalah sistem berbasis komputer yang terdiri dari komponen interaktif: (1) sistem bahasa – mekanisme yang menyediakan komunikasi diantara user dan berbagai komponen dalam SPK,

(2) *knowledge system* – penyimpanan *knowledge domain* permasalahan yang ditanamkan dalam SPK, baik sebagai data ataupun prosedur, dan (3) sistem pemrosesan permasalahan - *link* antara dua komponen, mengandung satu atau lebih kemampuan memanipulasi masalah yang dibutuhkan untuk pengambilan keputusan.

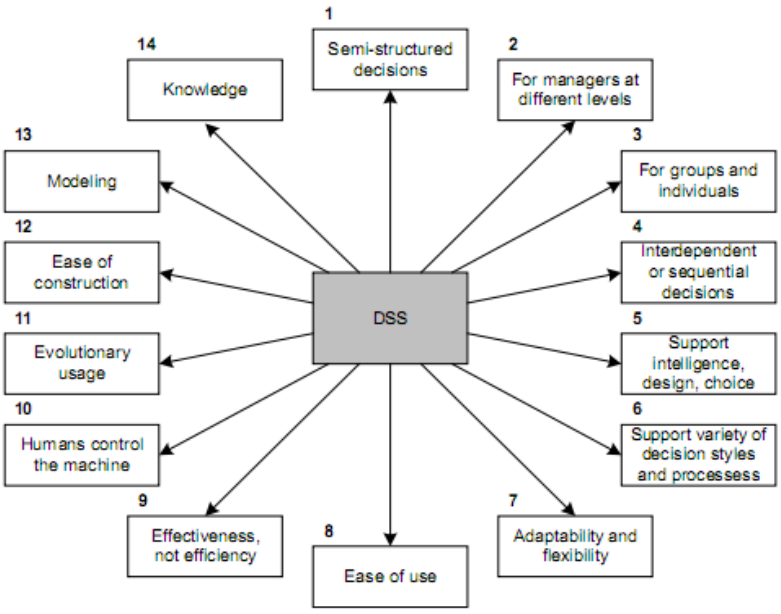
Definisi terakhir adalah, istilah SPK mengacu pada "situasi dimana sistem "*final*" dapat dikembangkan hanya melalui *adaptive process* pembelajaran dan evolusi". SPK/DSS didefinisikan sebagai hasil dari pengembangan proses dimana user DSS, DSS builder, dan DSS itu sendiri, semuanya bisa saling mempengaruhi, yang tercermin pada evolusi sistem itu dan pola-pola yang digunakan. Semua istilah itu dapat digunakan pada tabel II.3

Tabel II.3 Istilah DSS Menurut Para Pakar

Source	DSS Defined in Terms of
Gorry and Scott-Morton [1971]	Problem type, system function (support)
Little [1970]	System function, interface characteristics
Alter [1980]	Usage pattern, system objectives
Moore and Chang [1980]	Usage pattern, system capabilities
Bonczek, et al. [1980]	System components
Ken [1980]	Development process

2.1.5 Karakteristik dan Kemampuan SPK

Gambar II.1 dibawah ini adalah karakteristik dan kemampuan ideal dalam suatu SPK/ DSS:



Gambar II.1 Karakteristik dan Kemampuan SPK

1. SPK menyediakan dukungan bagi pengambil keputusan utamanya pada situasi semi terstruktur dan tak terstruktur dengan memadukan pertimbangan manusia dan informasi terkomputerisasi. Berbagai masalah tak dapat diselesaikan (atau tidak dapat diselesaikan secara memuaskan) oleh sistem terkomputerisasi lainnya, seperti EDP atau MIS, tidak juga dengan metode atau *tool* kuantatif standar.
2. Dukungan disediakan untuk berbagai level manajerial yang berbeda, mulai dari pimpinan puncak sampai manajer lapangan.
3. Dukungan disediakan bagi individu dan juga grup, berbagai masalah organisasional melibatkan pengambilan keputusan dari orang dalam grup. Untuk masalah yang struktur lebih sedikit seringkali hanya membutuhkan

keterlibatan beberapa individu dari departemen dan level organisasi yang berbeda.

4. SPK menyediakan dukungan ke berbagai keputusan yang berurutan atau saling berkaitan.
5. SPK mendukung berbagai fase proses pemgambilan keputusan: *intelligence, design, choice*, dan *implementation*.
6. SPK mendukung berbagai proses pengambilan keputusan dan *style* yang berbeda-beda; ada kesesuaian diantara SPK dan atribut pengambil keputusan individu (contohnya *vocabulary* dan *style* keputusan).
7. SPK selalu bisa beradaptasi sepanjang masa. Pengambil keputusan harus reaktif, mampu mengatasi perubahan kondisi secepatnya dan beradaptasi untuk membuat SPK selalu bisa menangani perubahan ini. SPK adalah fleksibel, sehingga *user* dapat menambahkan, menghapus, mengkombinasikan, mengubah atau mengatur kembali elemen-elemen dasar (menyediakan respon cepat pada situasi yang tak diharapkan). Kemampuan ini memberikan analisis yang tepat waktu dan cepat setiap saat.
8. SPK mudah untuk digunakan. *User* harus merasa nyaman dengan sistem ini. *User-friendliness*, fleksibelitas, dukungan grafik terbaik, dan antarmuka bahasa yang sesuai dengan bahasa manusia dapat meningkatkan efektivitas SPK. Kemudahan penggunaan ini diimplikasikan pada mode yang interaktif.
9. SPK mencoba untuk meningkatkan efektivitas dari pengambilan keputusan (akurasi, jangka waktu, kualitas) lebih dari pada efisiensi yang

bisa diperoleh (biaya membuat keputusan, maupun biaya penggunaan komputer).

10. Pengambil keputusan memiliki kontrol menyeluruh terhadap semua langkah proses pengambilan keputusan dalam menyelesaikan masalah. SPK secara khusus ditujukan untuk mendukung dan tidak menggantikan pengambil keputusan. Pengambil keputusan dapat menindaklanjuti rekomendasi komputer sembarang waktu dalam proses dengan tambahan pendapat pribadi atau pun tidak.
11. SPK mengarah pada pembelajaran, yaitu mengarah pada kebutuhan baru dan penyempurnaan sistem, yang mengarah pada pembelajaran tambahan, dan begitu selanjutnya dalam proses pengembangan dan peningkatan SPK secara berkelanjutan.
12. *User*/pengguna harus mampu menyusun sendiri sistem yang sederhana. Sistem yang lebih besar dapat dibangun dalam organisasi *user* tadi dengan melibatkan sedikit saja bantuan dari spesialis dibidang *Information Systems* (IS).
13. SPK biasanya mendayagunakan berbagai model (standar atau sesuai keinginan *user*) dalam menganalisis berbagai keputusan. Kemampuan pemodelan ini menjadikan percobaan yang dapat dilakukan pada berbagai konfigurasi yang berbeda. Berbagai percobaan tersebut lebih lanjut akan memberikan pandangan dan pembelajaran yang baru.
14. SPK dalam tingkat lanjut dilengkapi dengan komponen *knowledge* yang bisa memberikan solusi yang efisien dan efektif dari berbagai masalah yang pelik.

2.1.6 Keuntungan SPK

SPK memiliki banyak keuntungan, antara lain :

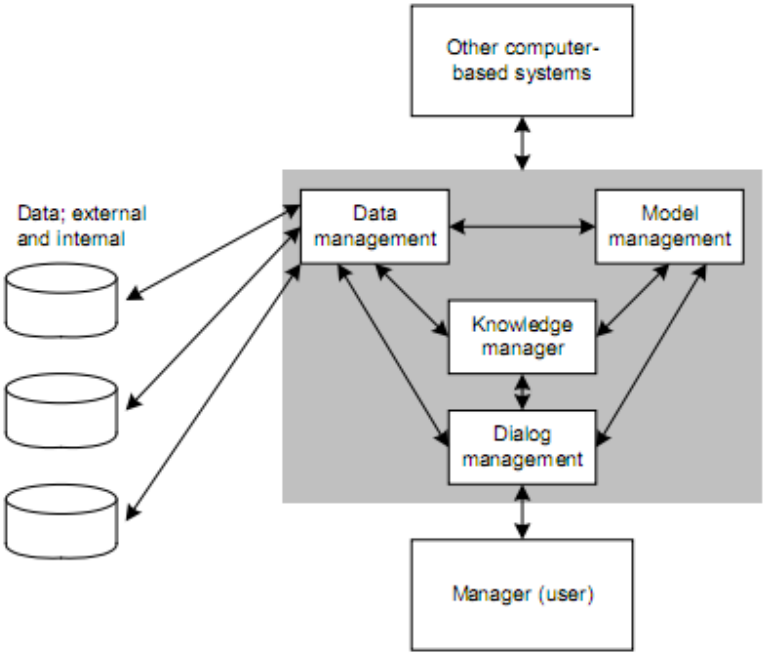
1. Mampu mendukung pencarian solusi dari masalah yang kompleks.
2. Respon cepat pada situasi yang tak diharapkan dalam kondisi yang berubah-ubah.
3. Mampu menerapkan berbagai strategi yang berbeda pada konfigurasi yang berbeda secara cepat dan tepat.
4. Pandangan dan pembelajaran baru.
5. Memfasilitasi komunikasi.
6. Meningkatkan kontrol manajemen dan kinerja.
7. Menghemat biaya.
8. Keputusannya lebih tepat.
9. Meningkatkan efektivitas manajerial, menjadikan manajer dapat bekerja lebih singkat dan dengan sedikit usaha.
10. Meningkatkan produktivitas analisis.

2.1.7 Komponen SPK

Komponen SPK terdiri dari 4 komponen, yaitu:

1. **Data Management**. Termasuk database, yang mengandung data yang relevan untuk berbagai situasi dan diatur oleh software yang disebut *Database Management Systems* (DBMS).
2. **Model Management**. Melibatkan model finansial, statistikal, *management science*, atau berbagai model kuantitatif lainnya, sehingga dapat memberikan ke sistem suatu kemampuan analisis, dan manajemen *software* yang diperlukan.

3. **Communication** (dialog subsistem). *User* dapat berkomunikasi dan memberikan perintah pada SPK melalui subsistem ini. Ini berarti menyediakan antarmuka.
4. **Knowledge Management**. Subsistem optional ini dapat mendukung subsistem lain atau bertindak sebagai komponen yang berdiri sendiri.



Gambar II.2 Model Konseptual SPK

2.2 Analisis Metode STORET

Metode STORET merupakan salah satu metode untuk menentukan status mutu air yang umum digunakan. Dengan metode STORET ini dapat diketahui parameter-parameter yang telah memenuhi atau melampaui baku mutu air.

Secara prinsip metoda STORET adalah membandingkan antara data kualitas air dengan baku mutu yang disesuaikan dengan peruntukannya guna menentukan status mutu air.

Cara untuk menentukan status mutu air adalah dengan menggunakan sistem nilai dari "US-EPA (*Environmental Protection Agency*)" dengan mengklasifikasikan mutu air dalam empat kelas, yaitu:

(1) Kelas A : Baik Sekali, Skor = 0 → Memenuhi baku mutu

(2) Kelas B : Baik, Skor = -1 s/d -10 → Cemar ringan

(3) Kelas C : Sedang, Skor = -11 s/d -30 → Cemar sedang

(4) Kelas D : Buruk, Skor ≥ - 31 → Cemar berat

2.2.1 Prosedur Penggunaan STORET

Penentuan status mutu air dengan menggunakan metoda STORET dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Lakukan pengumpulan data kualitas air dan debit air secara periodik sehingga membentuk data dari waktu ke waktu (time series data).
2. Bandingkan data hasil pengukuran dari masing-masing parameter air dengan nilai baku yang sesuai dengan kelas air.
3. Jika hasil pengukuran memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran ≤ baku mutu) maka diberi nilai 0.
4. Jika hasil pengukuran tidak memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran > baku mutu), maka diberi skor:

Tabel II.4 Penentuan Sistem Nilai untuk Menentukan Status Mutu Air

Jumlah Contoh [1)]	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
<10	Maksimum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Rata-rata	-3	-6	-9
≥ 10	Maksimum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Rata-rata	-6	-12	-18

Catatan: [1)] jumlah parameter yang digunakan untuk penentuan status mutu air.

5. Jumlah negatif dari seluruh parameter dihitung dan ditentukan status mutu dari jumlah skor yang didapat dengan menggunakan sistem nilai.

Nilai indeks STRORET yang mendekati nol menggambarkan semakin baik kualitas air yang diamati. Perincian sistem pemberian nilai bagi setiap nilai minimum, maksimum dan rata-rata masing-masing parameter fisika, kima dan biologi berdasarkan jumlah parameter yang digunakan. Indeks STORET memiliki kelebihan dan kekurangan dibandingkan dengan indeks kualitas air lainnya.

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.115 Tahun 2003, kelebihan indeks STORET adalah dapat menggabungkan banyak data parameter kualitas air sehingga gambaran mengenai kualitas air akan lebih komprehensif dan tidak terpaku pada parameter-paramater tertentu. Kekurangan yang dimiliki adalah tidak adanya jumlah parameter tetap yang harus digunakan. Semakin banyak parameter kualitas air yang digunakan dalam perhitungan indeks STORET, maka akan semakin tepat gambaran kualitas air yang didapat.

2.3 Analisis Metode Indeks Pencemaran (IP)

Indeks ini dinyatakan sebagai Indeks Pencemaran (*Pollutan Index*) yang digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diizinkan. Indeks ini memiliki konsep yang berlainan dengan Indeks Kualitas Air (*Water Quality Index*). 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 kepada 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.

2.3.1 Penjelasan Metode Indeks Pencemaran

Jika Lij menyatakan konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam Baku Peruntukan Air (j), dan Ci menyatakan konsentrasi parameter kualitas air (i) yang diperoleh dari hasil analisis cuplikan air pada suatu lokasi pengambilan cuplikan dari suatu alur sungai, maka PIj adalah indeks pencemaran bagi peruntukan (j) yang merupakan fungsi dari Ci/Lij.

$$PI_j = f\left(\frac{C_1}{L_{1j}}, \frac{C_2}{L_{2j}}, \ldots\ldots, \frac{C_i}{L_{ij}}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots (a)$$

Tiap nilai Ci/Lij menunjukan pencemaran relatif yang diakibatkan oleh parameter kualitas air. Nisbah ini tidak mempunyai satuan. Nilai Ci/Lij = 1,0 adalah nilai yang kritik, karena nilai ini diharapkan untuk dipenuhi bagi suatu

Baku Mutu Peruntukan Air. Jika Ci/Lij > 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 bermakna bagi peruntukan, maka pengolahan mutlak harus dilakukan bagi air itu.

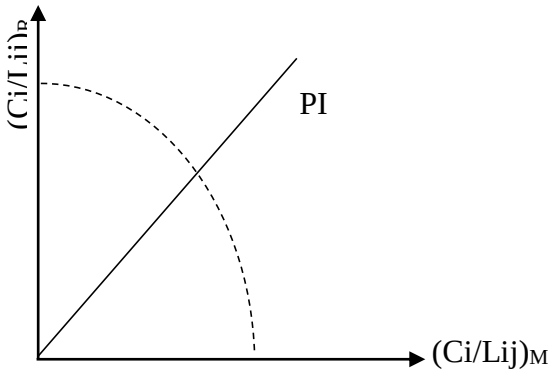
Pada model IP digunakan berbagai parameter kualitas air, maka pada penggunaannya dibutuhkan nilai rata-rata dari keseluruhan nilai Ci/Lij sebagai tolak ukur pencemaran, tetapi nilai ini tidak ada akan bermakna jika salah satu nilai Ci/Lij bernilai lebih besar dari 1. Jadi indeks ini harus mencakup nilai Ci/Lij yang maksimum.

$$PI_j = f\{(\text{Cij/Lij})_R, (\text{Cij/Lij})_M\} \ldots\ldots\ldots\ldots (b)$$

Dengan $(\text{Cij/Lij})_R$: nilai Cij/Lij rata-rata

$(\text{Cij/Lij})_M$: nilai Cij/Lij maksimum

Jika $(\text{Cij/Lij})_R$ merupakan ordinat dan $(\text{Cij/Lij})_M$ merupakan absis maka PIj merupakan titik potong dari $(\text{Cij/Lij})_R$ dan $(\text{Cij/Lij})_M$ dalam bidang yang dibatasi oleh kedua sumbu tersebut terlihat pada gambar II.3.



Gambar II.3 Pernyataan Indeks untuk suatu Peruntukan

Perairan akan semakin tercemar untuk suatu peruntukan (j) jika nilai $(\text{Cij/Lij})_R$ dan atau $(\text{Cij/Lij})_M$ adalah lebih besar dari 1,0. Jika nilai maksimum

Ci/Lij dan atau nilai rata-rata Ci/Lij semakin besar, maka tingkat pencemaran suatu badan air akan semakin besar pula. Jadi panjang garis dari titik asal hingga titik Pij diusulkan sebagai faktor yang memiliki makna untuk menyatakan tingkat pencemaran.

$$PI_j = m\sqrt{(C_i/L_{ij})\,{}^{2}_{M} + (C_i/L_{ij})\,{}^{2}_{R}} \dots\dots\dots\dots\dots (c)$$

Dimana m = faktor penyeimbang

Keadaan kritik digunakan untuk menghitung nilai m

PIj = 1,0 jika nilai maksimum Ci/Lij = 1,0 dan nilai rata-rata Ci/Lij = 1,0 maka

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

$m = 1/\sqrt{2}$, maka persamaan 2.1c menjadi

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})\,{}^{2}_{M} + (C_i/L_{ij})\,{}^{2}_{R}}{2}} \dots\dots\dots\dots\dots (e)$$

Metode ini dapat langsung menghubungkan tingkat ketercemaran dengan dapat atau tidaknya sungai dipakai untuk penggunaan tertentu dan dengan nilai parameter-parameter tertentu.

Evaluasi terhadap nilai PI adalah:

$0 \le PI_j \le 1{,}0$ → memenuhi baku mutu (kondisi baik)

$1{,}0 < PI_j \le 5{,}0$ → cemar ringan

$5{,}0 < PI_j \le 10$ → cemar sedang

$PI_j > 10$ → cemar berat

2.3.2 Prosedur Penggunaan Indeks Pencemaran

Jika Lij menyatakan konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam Baku Mutu suatu peruntukan air (j), dan Ci menyatakan konsentrasi parameter air (i) yang diperoleh dari hasil analisis cuplikan air pada suatu lokasi

pengambilan cuplikan dari suatu alur sungai, maka PIj adalah indeks pencemaran bagi peruntukan (j) yang merupakan fungsi Ci/Lij. Harga PIj dapat dtentukan dengan cara:

1. Pilih parameter-parameter yang jika harga parameter rendah maka kualitas air akan membaik.
2. Pilih konsentrasi parameter baku mutu yang tidak memiliki rentang.
3. Hitung harga Ci/Lij untuk tiap parameter pada setiap lokasi pengambilan cuplikan.
4. a. jika konsentrasi parameter yang menurun menyatakan tingkat pencemaran meningkat, misal DO. Tentukan nilai teoritik atau nilai maksimum Cim (misal untuk DO, maka Cim merupakan nilai DO jenuh), dalam kasus ini nilai Ci/Lij hasil pengukuran digantikan oleh nilai Ci/Lij hasil perhitungan, yaitu:

$$(C_i/L_{ij})_{baru} = \frac{C_{im} - C_{i_{(hasil\ pengukuran)}}}{C_{im} - L_{ij}} \dots\dots\dots\dots\dots (f)$$

b. jika nilai baku Lij memiliki rentang maka

- untuk $C_i \leq L_{ij\ rata-rata}$

$$(C_i/L_{ij})_{baru} = \frac{[C_i - (L_{ij})_{rata-rata}]}{\{(L_{ij})_{minimum} - (L_{ij})_{rata-rata}\}} \dots\dots\dots\dots\dots (g)$$

- untuk $C_i > L_{ij\ rata-rata}$

$$(C_i/L_{ij})_{baru} = \frac{[C_i - (L_{ij})_{rata-rata}]}{\{(L_{ij})_{maksimum} - (L_{ij})_{rata-rata}\}} \dots\dots\dots\dots\dots (h)$$

c. keraguan timbul jika dua nilai (Ci/Lij) berdekatan dengan nilai acuan 1,0, misalnya C_1/L_1j = 0,9 dan C_2/L_2j = 1,1 atau perbedaan yang sangat besar, misal C_3/L_3j = 5,0 dan C_4/L_4j = 10,0. Dalam contoh ini tingkat kerusakan badan air sulit ditentukan. Cara untuk mengataso kesulitan ini adalah:

(1) penggunaan nilai $(Ci/Lij)_{\text{hasil pengukuran}}$ kalau nilai lebih kecil dari 1,0.

(2) penggunaan nilai $(Ci/Lij)_{\text{baru}}$ jika nilai $(Ci/Lij)_{\text{hasil pengukuran}}$ lebih besar dari 1,0.

$$(Ci/Lij)_{\text{baru}} = 1{,}0 + P.\log(Ci/Lij)_{\text{hasil pengukuran}}$$

P adalah konstanta dan nilainya ditentukan dengan bebas dan disesuikan dengan hasil pengamatan lingkungan dan atau persyaratan yang dikehendaki untuk suatu peruntukan (biasanya digunakan nilai 5).

5. Tentukan nilai rata-rata dan nilai maksimum dari keseluruhan Ci/Lij ($(Cij/Lij)_R$ dan $(Cij/Lij)_M$)
6. Tentukan harga PIj

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

2.4 Tinjauan Studi

Telah banyak dilakukan penelitian mengenai pengendalian dan pengelolaan kualitas air sungai, penelitian-penelitian tersebut diantaranya :

Tabel II.5 Tinjauan Studi Terdahulu yang Terkait

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil
1	Matahelumual, B. C	Penentuan Status Mutu Air dengan Sistem STORET di Kecamatan Bantar Gebang	Metode STORET	- Menentukan kualitas air tanah menggunakan metode STORET untuk mengetahui mutu suatu sistem akuatik berdasarkan parameter pada analisis parameter fisika, kimia dan biologi - Pengambilan percontohan air dilakukan di Kecamatan Bantar Gebang, tempat pembuangan akhir sampah Bantar Gebang.
2	Toban Tiku Pairunan	Perangkat Lunak Pendukung Keputusan Analisis Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air Sungai	Metode Perhitungan Indeks	- Data penelitian diimplementasikan pada parameter sungai Saddang di Provinsi Sulawesi Selatan di Badan Lingkungan Hidup Daerah. - Perangkat lunak menampilkan hasil perhitungan indeks setiap titik ukur dan seluruh titik ukur dan perangkat lunak dapat mengidentifikasi parameter yang memiliki nilai konsentrasi tinggi, sedang dan memenuhi baki mutu - Hasil implementasi perangkat lunak yang telah diuji coba melalui data pemantauan sungai Saddang periode tahun 2010, dihasilkan nilai rata-rata titik ukut sebesar -64,4 dengan status sungai cemar berat.