

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan teori

1. Pengertian Air

Pengertian “air” adalah semua air yang terdapat pada diatas, maupun dibawah permukaan tanah. Air dalam pengertian ini termasuk air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang dimanfaatkan di darat. Sedangkan Sumber daya air adalah air dan semua potensi yang terdapat pada air, sumber air, termasuk sarana dan prasarana pengairan yang dapat dimanfaatkan, namun tidak termasuk kekayaan hewani yang ada di dalamnya (Sunaryo, 2004).

Air juga merupakan bagian penting dari sumber daya alam yang mempunyai karakteristik-karakteristik unik dibandingkan dengan sumber daya lainnya. Air bersifat sumber daya terbarukan dan dinamis. Artinya sumber utama air yang berupa hujan akan selalu akan datang sesuai dengan waktu atau musimnya sepanjang tahun (Kodoatie dkk,2005).

Karakteristik sumber daya air amat dipengaruhi aspek topografi dan geologi, keragaman penggunaannya, keterkaitannya (hulu-hilir, *instream-offstream*, kuantitas, kualitas), waktu, serta siklus alaminya. Oleh karena faktor topografi dan geologi, maka sumber daya air dapat bersifat lintas wilayah administrasi. Dengan demikian, kuantitas dan kualitas air amat

bergantung pada tingkat pengolahan sumber daya air masing-masing daerah. Selain itu, juga keragaman penggunaan air yang bervariasi (pertanian, air baku domestik dan industri, pembangkit listrik, perikanan dan pemeliharaan lingkungan), musim (waktu), sifat ragawi alam (topografi dan geologi) dan kondisi ke pendudukannya (Sunaryo,2004).

Beberapa karakteristik dasar dari sumber daya air dinyatakan antara lain oleh aliran yang dapat mencakup beberapa wilayah administratif sehingga air sering kali disebut sebagai sumber daya dinamis yang mengalir (*dynamic flowing resource*). Selain itu, air juga dipergunakan oleh beberapa sektor, tidak hanya untuk keperluan domestik seperti minum dan mencuci, namun juga untuk usaha di bidang pertanian,

Industri, pembangkitan daya listrik, peternakan hewan, serta transportasi. Oleh karena sifat air selalu mengalir, maka dengan sendirinya ada keterkaitan yang sangat erat antara kuantitas dengan kualitas, hulu dan hilir, *in-stream* dan *off-stream*, air permukaan dengan air bawah tanah. Akhirnya perlu diingat bahwa air memerlukan sifat kelanggengan ketika dipergunakan baik oleh generasi sekarang maupun generasi mendatang (Sunaryo, 2004).

Karakteristik dasar sumber daya air yang bersifat alamiah merupakan bagian dari siklus alam (daur hidrologi). Keberadaan yang demikian, secara langsung mengakibatkan ketersediaan air juga tidak merata, baik dalam aspek waktu, tempat, jumlah, maupun mutu. Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut, berarti sumber daya air merupakan

sumber daya yang vital bagi hidup dan kehidupan makhluk serta sangat strategis bagi pembangunan perekonomian, menjaga kesatuan dan ketahanan nasional yang harus dikelola secara bijaksana dan profesional (Sunaryo, 2004).

2. Sumber - Sumber Air

Kita ketahui bahwa sumber air merupakan komponen penting untuk penyediaan air bersih karena tanpa sumber air maka suatu sistem penyediaan air bersih tidak akan berfungsi. Menurut Sutrisno (2002), ada empat macam sumber air yaitu :

a. Air laut

Mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3%. Dengan keadaan ini, maka air laut tak memenuhi syarat untuk air minum.

b. Air Atmosfir, Air Meteriologik

Dalam keadaan murni sangat bersih, karena adanya pengotoran udara yang disebabkan oleh kotoran-kotoran industri/debu dan lain sebagainya. Maka untuk menjadikan air hujan sebagai sumber air minum hendaknya pada waktu menampung air hujan jangan dimulai pada saat hujan mulai turun, karena masih mengandung banyak kotoran. Selain itu air hujan memiliki sifat agresif terutama terhadap pipa – pipa penyalur maupun bak-bak reservoir, sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi (karatan). Juga air hujan ini mempunyai sifat lunak, sehingga akan boros terhadap pemakaian sabun.

c. Air permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapatkan pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri kota dan sebagainya. Beberapa pengotoran ini, untuk masing-masing air permukaan akan berbeda-beda, tergantung pada daerah pengaliran air permukaan ini. Jenis pengotorannya adalah merupakan kotoran fisik, kimia dan bakteri. Setelah mengalami suatu pengotoran, pada suatu saat air permukaan itu akan mengalami suatu proses pembersihan sendiri yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

Udara yang mengandung oksigen akan membantu mengalami proses pembusukan yang terjadi pada air permukaan yang telah mengalami pengotoran, karena selama perjalanan oksigen akan meresap kedalam air permukaan.

d. Air tanah

Air tanah adalah air yang mengalir dibawah tanah didalam zona jenuh dimana tekanan hidrostatiknya sama atau lebih besar dari tekanan atmosfer . Air tanah terbagi atas:

1) Air tanah dangkal

Terjadi karena adanya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, demikian pula dengan bakteri, sehingga air tanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia (yang terlarut) karena melalui lapisan tanah yang

mempunyai unsur – unsur kimia tertentu untuk masing – masing lapisan tanah. Lapisan tanah disini berfungsi sebagai saringan. Disamping penyaringan, pengotoran juga masih berlangsung terutama pada permukaan air yang terdapat pada permukaan tanah, setelah menemui lapisan rapat ini, air terkumpul merupakan air tanah dangkal dimana air tanah dimanfaatkan sebagai sumber air minum melalui sumur – sumur dangkal.

2) Air tanah dalam

Air tanah dalam terdapat setelah lapisan rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam ini, tidak semudah pada air tanah dangkal. Dalam hal ini harus digunakan bor dan memasukkan pipa kedalamnya sehingga dalam suatu kedalaman tertentu akan didapat suatu lapisan air. Jika tekanan air tanah ini besar, maka air ini akan dapat menyembur keluar dan dalam keadaan ini sumur ini disebut Artesis. Jika air tidak dapat keluar dengan sendirinya, maka digunakan pompa untuk membantu pengeluaran air tanah dalam ini.

3) Mata air

Mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya kepermukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam, hampir tidak berpengaruh oleh musim dan kualitas atau kuantitas sama dengan keadaan air dalam.

3. Persyaratan Kualitas Air Bersih

Air memiliki fungsi yang penting bagi kehidupan, maka perlu dilakukan pengawasan kualitas air seperti yang tercantum dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum.

Menurut Asmadi (2011) kualitas air yang baik dibedakan menjadi 3 hal, yaitu secara fisik, kimia dan biologis.

a. Persyaratan Fisik

Persyaratan fisik adalah persyaratan air yang dapat di indera, baik dengan indera penglihatan, penciuman maupun indera perasa, meliputi

- 1) Air harus jernih, bersih dan tidak berwarna
- 2) Tidak berbau dan tidak berasa
- 3) Suhu air $\pm 3^{\circ}\text{C}$ dari suhu sekitarnya sehingga air bersih tidak terlalu dingin tetapi memberi rasa segar.

b. Secara Kimia

Kualitas air tergolong baik bila persyaratan kimia sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum.

1) Kimia anorganik

- a) Kandungan kesadahan (CaCO_2) tidak melebihi 500 mg/liter

- b) Kandungan mangan (Mn) tidak melebihi 0,5 mg/liter
 - c) Kandungan besi (Fe) tidak melebihi 1 mg/liter
 - d) Kandungan chlor tidak melebihi 600 mg/liter
 - e) Kandungan timbal (Pb) tidak melebihi 0,05 mg/liter
- 2) Kimia organik
- a) Kandungan DDT tidak melebihi 0,03 mg/liter
 - b) Kandungan detergen tidak melebihi 0,5 mg/liter
 - c) Kandungan pestisida total tidak melebihi 0,10 mg/liter
- c. Secara Biologi
- 1) Tidak mengandung bakteri *pathogen*, misalnya bakteri golongan *coli*, *salmonella typi*, *vibrio cholera* dan lain-lain. kuman – kuman ini sangat mudah tersebar melalui air.
 - 2) Tidak mengandung bakteri non pathogen seperti *actinomycete*, *phytoplankton*, *coliform*, *cladocera*, dan lain-lain.
- d. Syarat Kuantitas
- Penyediaan air bersih harus memenuhi kebutuhan masyarakat karena penyediaan air bersih terbatas memungkinkan untuk timbulnya penyakit di masyarakat. Volume rata-rata kebutuhan air setiap individu perhari berkisar antara 150-200 atau 34-40 galon. Kebutuhan air tersebut bervariasi bergantung pada keadaan iklim, standar kehidupan dan kebiasaan hidup masyarakat (Chandra, 2006).

e. Syarat Kontinuitas

Persyaratan kontinuitas untuk penyediaan air bersih sangat erat hubungannya dengan kuantitas air yang tersedia yaitu air baku yang ada di dalam. Arti kontinuitas disini adalah bahwa air baku untuk air bersih dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik saat musim kemarau ataupun musim hujan. Persyaratan kuantitatif dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan jumlah penduduk yang akan dilayani. Selain itu, jumlah air yang dibutuhkan sangat bergantung pada tingkat kemajuan teknologi dan sosial ekonomi masyarakat setempat.

4. Pengertian Sungai dan Klasifikasi Sungai

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai adalah jalur atau wadah air alami dan / atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air didalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan. Sungai sebagai wadah air mengalir selalu berada di posisi paling rendah dalam lansekap bumi. Mengingat posisinya selalu terletak paling rendah, kondisi sungai sebenarnya tidak dapat dipisahkan dari kondisi daerah aliran sungai.

Sungai memiliki fungsi yang amat penting bagi kehidupan manusia dan alam. Sejarah telah mencatat bahwa sungai adalah tempat berawalnya peradaban. Sejak dahulu kala sungai telah dimanfaatkan untuk berbagai

kepentingan. Sungai memiliki berbagai fungsi bagi kehidupan manusia dan alam. Fungsi sungai bagi kehidupan manusia sangat banyak dan penting, antara lain pemanfaatan sungai untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, sanitasi lingkungan, pertanian, industri, pariwisata, olah raga, pertahanan, perikanan, pembangkit tenaga listrik, transportasi, dll. Demikian pula fungsinya bagi alam sebagai pendukung utama kehidupan flora dan fauna sangat menentukan. Kondisi ini perlu dijaga jangan sampai menurun. Oleh karena itu sungai perlu dipelihara agar dapat menjalankan fungsinya secara baik dan berkelanjutan (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor Tahun 2011 tentang Sungai)

Sungai sebagai salah satu sumber daya air mempunyai manfaat dan peran yang penting dalam kehidupan manusia. Di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta terdapat beberapa sungai besar yaitu: Sungai Progo, Opak, Gajah wong, Code, dan Winongo. Diantara beberapa sungai tersebut, terdapat tiga sungai yang melintas di tengah kota Yogyakarta menjadi pusat perhatian banyak pihak dan memiliki tingkat kemendesakan dalam pengelolaannya. Hal ini disebabkan Sungai yang melintasi Kota Yogyakarta dan berdekatan dengan beberapa tempat strategis, seperti Malioboro, Tugu, Kraton, dan lainnya. Sungai melintas pada kawasan pemukiman yang cukup padat di kiri-kanan sungai serta kondisinya menunjukkan kecenderungan makin memburuk dari tahun ke tahun. Semakin meningkatnya aktivitas pembangunan ekonomi, perubahan tata

guna lahan dan meningkatnya pertumbuhan penduduk telah mengakibatkan tingginya tekanan kawasan sungai terhadap lingkungan.

Hulu Sungai berasal dari mata air yang berada di Gunung api Merapi. Mata air ini dimanfaatkan untuk pengairan persawahan di Sleman dan Bantul serta dipergunakan juga sebagai sumber air minum, MCK, perikanan, dan lainnya. Seiring dengan meningkatnya laju pertumbuhan penduduk kawasan sungai pun menjadi sasaran untuk dijadikan daerah permukiman. Akibatnya permasalahan di daerah aliran Sungai pun menjadi sangat kompleks. Mulai terjadinya pencemaran air sungai, penyempitan badan sungai, tingginya erosi dan sedimentasi, hingga berujung pada seringnya terjadi banjir di daerah aliran Sungai. Hal tersebut disebabkan padatnya permukiman penduduk di sekitar bantaran Sungai yang seharusnya tidak dimanfaatkan sebagai tempat tinggal. Bila kondisi ini terus dibiarkan, maka dampak yang akan dirasakan adalah berubahnya fungsi sungai menjadi kawasan yang tidak tertata dengan baik serta munculnya persoalan sosial dan ekonomi di masyarakat.

Menurut PP No 38 Tahun 2011 Tentang Sungai, dalam mengelola sungai ada beberapa hal yang harus diperhatikan, salah satunya sempadan sungai. Sempadan sungai adalah ruang di kiri dan kanan palung sungai di antara garis sempadan dan tepi palung atau tanggul sungai dengan jarak 3 m dari tepi luar kaki tanggul. Dalam rangka melindungi sungai dan mencegah pencemaran air sungai, pembatasan pemanfaatan pada sempadan sungai perlu dilakukan. Pemerintah telah mengatur bahwa

sempadan sungai tidak boleh ditanami tanaman selain rumput dan tidak boleh pula didirikan bangunan. Namun begitu, karena keterdesakannya, banyak warga yang mendirikan bangunan sebagai tempat tinggal. Tidak hanya tinggal di sempadan sungai, mereka juga beraktifitas dan melakukan kegiatan usaha seperti industri rumahan dan peternakan babi di kawasan tersebut. Hal tersebut memungkinkan adanya dampak terhadap kualitas air sungainya.

Karakteristik sungai berdasarkan sifat alirannya dapat dibedakan menjadi 3 macam tipe (Mulyanto, 2007 dalam Agustiningih, 2012), yaitu:

- a. Sungai permanen/perennial yaitu sungai yang mengalirkan air sepanjang tahun dengan debit yang relatif tetap. Dengan demikian antara musim penghujan dan musim kemarau tidak terdapat perbedaan aliran yang mencolok.
- b. Sungai musiman/periodik/intermitten yaitu sungai yang alirannya tergantung pada musim. Pada musim penghujan ada alirannya dan musim kemarau sungai kering. Berdasarkan sumber airnya sungai intermitten dibedakan :
 - 1) Spring fed intermiten river yaitu sungai intermitten yang sumber airnya berasal dari air tanah.
 - 2) Surface fed intermitten river yaitu sungai intermitten yang sumber airnya berasal dari curah hujan atau pencairan es.
- c. Sungai tidak permanen/ephemeral yaitu sungai tadah hujan yang mengalirkan airnya sesaat setelah terjadi hujan. Karena sumber airnya

berasal dari curah hujan maka pada waktu tidak hujan sungai tersebut tidak mengalirkan air.

5. Koagulasi dan Flokulasi

Koagulasi yaitu proses pencampuran koagulan (bahan kimia) atau pengendap ke dalam air baku dengan kecepatan perputaran yang tinggi dalam waktu yang singkat. Koagulan adalah bahan kimia yang dibutuhkan pada air baku untuk membantu proses pengendapan partikel-partikel kecil yang tidak dapat mengendap secara gravimetri. Koagulasi merupakan proses pengolahan air dimana zat padat melayang ukuran sangat kecil dan koloid digabungkan dan membentuk flok-flok dengan cara penambahan zat kimia (misalnya PAC dan Tawas). Dari proses ini diharapkan flok-flok yang dihasilkan dapat di saring (Susanto, 2008).

Tujuan dari koagulasi adalah mengubah partikel padatan dalam air baku yang tidak bisa mengendap menjadi mudah mengendap. Hal ini karena adanya proses pencampuran koagulan kedalam air baku sehingga menyebabkan partikel padatan yang mempunyai padatan ringan dan ukurannya kecil menjadi lebih berat dan ukurannya besar (flok) yang mudah mengendap (Susanto, 2008).

Proses Koagulasi dapat dilakukan melalui tahap pengadukan antara koagulan dengan air baku dan netralisasi muatan. Prinsip dari koagulasi yaitu di dalam air baku terdapat partikel-partikel padatan yang sebagian besar bermuatan listrik negatif. Partikel-partikel ini cenderung untuk saling tolak-menolak satu sama lainnya sehingga tetap setabil dalam bentuk

tersuspensi atau koloid dalam air. Netralisasi muatan negatif partikel-partikel padatan dilakukan dengan pembubuhan koagulan bermuatan positif ke dalam air diikuti dengan pengadukan secara cepat (Susanto, 2008).

Fokulasi adalah penyisihan kekeruhan air dengan cara pengumpulan partikel kecil menjadi partikel yang lebih besar. Gaya antar molekul yang diperoleh dari agitasi merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap laju terbentuknya partikel flok. Salah satu faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan proses flokulasi adalah pengadukan secara lambat, keadaan ini memberi kesempatan partikel melakukan kontak atau hubungan agar membentuk penggabungan (agglomeration). Pengadukan lambat ini dilakukan secara hati-hati karena flok-flok yang besar akan mudah pecah melalui pengadukan dengan kecepatan tinggi (Susanto, 2008).

Proses koagulasi-flokulasi berlangsung dalam dua tahap yaitu :

a. Proses pengadukan cepat

Proses pengadukan cepat dimaksudkan untuk meratakan campuran antara koagulan dengan air buangan sehingga diperoleh suatu kondisi campuran yang homogen. Molekul-molekul serta partikel-partikel yang bermuatan negatif dalam air seperti koloid akan terlihat oleh molekul-molekul serta ion-ion yang bermuatan positif dari koagulan. Dalam proses pengadukan cepat diperlukan tenaga yang kuat dan waktu pengadukan yang cepat karena hidrolisa koagulasi terjadi sangat cepat

dan destabilisasi partikel dalam waktu yang cepat. Waktu yang diperlukan untuk pengadukan cepat antara 1-5 menit, sedangkan gradien kecepatan $> 300 \text{ det-1}$ (AWWA, 1964 dalam Elykurniati, 2010).

b. Proses pengadukan lambat

Proses pengadukan lambat bertujuan untuk mendapatkan partikel-partikel flokulan yang lebih besar dan lebih berat sehingga dapat mempercepat proses pengendapan. Waktu yang diperlukan untuk pengadukan lambat antara 10-30 menit, sedangkan gradien kecepatan 5-100 det-1 (AWWA, 1964 dalam Elykurniati, 2010).

Dalam pengolahan air, untuk mencapai proses koagulasi-flokulasi yang optimum diperlukan pengaturan semua kondisi yang saling berkaitan dan mempengaruhi proses tersebut. Koodisi-kondisi yang mempengaruhi antara lain adalah :

1) Pengaruh pH

Suatu proses koagulasi dapat berlangsung secara sempurna jika pH yang digunakan pada jarak tertentu sesuai dengan pH optimum koagulan dan flokulan yang digunakan (Susanto, 2008).

2) Pengaruh Suhu/Temperatur

Proses koagulasi dapat berkurang pada suhu rendah karena peningkatan viskositas dan perubahan setruktur agregat menjadi lebih kecil sehingga dapat lolos dari saringan, sedangkan pada suhu

tinggi yang mempunyai kerapatan lebih kecil akan mengalir ke dasar kolam dan merusak timbunan lumpur (Susanto, 2008).

3) Konsentrasi Koagulan

Konsentrasi koagulan sangat berpengaruh terhadap tumbukan partikel, sehingga penambahan koagulan harus sesuai dengan kebutuhan untuk membentuk flok-flok. Jika konsentrasi koagulan kurang mengakibatkan tumbukan antar partikel berkurang sehingga mempersulit pembentukan flok. Begitu juga sebaliknya jika konsentrasi koagulan terlalu banyak maka flok tidak terbentuk dengan baik dan dapat menimbulkan kekeruhan kembali (Susanto, 2008).

4) Pengadukan

Pengadukan yang baik diperlukan untuk memperoleh koagulasi dan flokulasi yang optimum. Pengadukan terlalu lambat mengakibatkan waktu pertumbuhan flok menjadi lama, sedangkan jika terlalu cepat mengakibatkan flok-flok yang terbentuk menjadi pecah kembali (Susanto, 2008).

6. PAC (*Poly Aluminium Chloride*).

Poly Aluminium Chlorida merupakan salah satu koagulan penjernihan air. Kelebihan koagulan PAC yaitu tingkat adsorpsi yang kuat, mempunyai kekuatan lekat, pembentukan flok-flok yang besar meski dengan penggunaan dosis yang kecil, memiliki tingkat sedimentasi yang cepat,

cakupan penggunaannya luas dan pemakaiannya cukup pada konsentrasi yang rendah (Hutomo, 2015: 3).

Poly Aluminium Chlorida adalah suatu persenyawaan anorganik kompleks, ion hidrosil serta ion aluminium bertarap klorinasi yang berlainan sebagai pembentuk *polynuclear* dan mempunyai rumus umum $Al_m(OH)_nCl_{(3m-n)}$. PAC telah digunakan secara luas sebagai flokulan untuk air, limbah industri dan beberapa aplikasi koagulasi-flokulasi lainnya. Hal ini karena PAC memiliki karakteristik muatan positif yang tinggi dan dapat mengikat agregat dengan kuat. Beberapa keunggulan PAC adalah sangat baik untuk menghilangkan kekeruhan dan warna, memadatkan dan menghentikan penguraian flok, membutuhkan kebasaaan rendah untuk hidrolisis, tidak menjadi keruh bila pemakaiannya berlebihan, serta sedikit mempengaruhi pH (Rinaldi, 2009: 2).

Menurut Patimah (2009: 20-22), beberapa sifat-sifat PAC sebagai koagulan yang lainnya yaitu:

a. Kekuatan koagulasi-flokulasi

PAC benar- benar mengumpulkan zat-zat tersuspensi dalam koloid dalam air untuk menghasilkan flok yang lebih baik yang kemudian mempercepat pengendapan sehingga mudah dalam penyaringan, jadi pengolahan air dengan koagulan PAC dapat lebih mudah dibandingkan dengan pengolahan yang pempergunakan aluminium sulfat pada umumnya.

b. Kesederhanaan dalam penggunaan

PAC mudah dalam perlakuan, penyimpanan dan pemberian dosis. Tangki pencampuran yang lebih kecil bisa digunakan untuk PAC bila dibandingkan dengan memakai koagulan aluminium sulfat, karena PAC memiliki lebih banyak Al_2O_3 aktif dari pada aluminium sulfat.

c. Tidak membutuhkan zat tambahan lain

Variasi zat kimia, baik organik maupun anorganik pada umumnya digunakan sebagai zat pembantu koagulan, tapi pada umumnya PAC tidak membutuhkan penambahan tersebut. Dalam hal yang khusus seperti penambahan zat kaolin digunakan untuk meningkatkan efisiensi pengolahan.

d. Efektif pada range pH yang tinggi

PAC bekerja pada range pH yang lebih tinggi dibandingkan aluminium sulfat dan koagulan lain. PAC pada umumnya digunakan pada range pH 6-9, tetapi dalam sebagian kasus dapat juga digunakan pH 5-10.

e. Tidak dipengaruhi temperatur

Koagulan PAC tidak dipengaruhi oleh temperatur air. Tetapi keefektifannya akan semakin tinggi pada daerah yang dingin atau cuaca dingin.

f. Kecepatan pembentukan flok

Pembentukan flok dari PAC lebih cepat dibandingkan aluminium sulfat dan waktu pengadukan yang lebih singkat untuk membentuk flok.

Sebagai hasilnya, tangki pembentukan flok yang lebih kecil dapat digunakan atau volume air yang besar dapat diolah dengan PAC.

Poly Aluminium Chlorida lebih cepat membentuk flok dari pada koagulan lainnya hal ini diakibatkan gugus aktif aluminat yang bekerja efektif dalam mengikat koloid diperkuat dengan rantai polimer gugus polielektrolit sehingga gumpalan floknya menjadi lebih padat. Didalam air PAC akan terdisosiasi melepaskan Al^{3+} yang menurunkan zeta potensial dari partikel. Sehingga gaya tolak menolak antar partikel menjadi berkurang akibatnya terjadi penggabungan partikel-partikel membentuk flok yang berukuran lebih besar (Rumapea, 2009: 5).

Umumnya PAC dapat digunakan dalam segala hal dimana keefektifan dan kekuatan penggumpalan dibutuhkan. PAC juga sesuai dengan proses pengolahan air sungai untuk perkotaan dan untuk kebutuhan industri, pengolahan air permukaan, pengolahan air limbah industri, proses daur ulang. Dalam semua hal PAC dapat digunakan hanya dengan penambahan larutan yang murni atau pengenceran yang sesuai pada air baku dan diikuti dengan pengadukan dalam sebuah unit pengolahan hasil yang memuaskan dapat di peroleh walaupun kondisi agitas tidak berubah. Bagaimanapun PAC memiliki kecepatan pembentukan flok yang besar dibandingkan dengan aluminium sulfat. Oleh karena itu waktu pengadukan yang dibutuhkan dengan menggunakan PAC juga akan lebih singkat. Dosis koagulan yang seharusnya diubah sesuai dengan kualitas air baku dan

sebaliknya dilakukan dosis koagulan yang optimum dengan melakukan percobaan Jart Test atau sejenisnya (Patimah, 2009: 23).

Mutu PAC dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2.1. Mutu PAC

Jenis uji	Persyaratan		
	Satuan	Serbuk	Cair
Bobot jenis	Gram/ml	1,99-1,25	-
Aluminium oksida (Al ₂ O ₃)	%	10,0-11,0	30,0-33,0
Klorida (Cl)	%	08,5-9,5	25,5-28,5
pH (1% larutan b/v)	-	3,5-5,0	3,5-5,0

Sumber: Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3822-1995

Sebagai koagulan PAC juga dapat digunakan untuk menghilangkan warna. Semakin tinggi koagulan akan menghasilkan efisiensi penghilangan warna yang lebih besar dan residu koagulan semakin besar. Koagulan dengan PAC dapat dengan mudah memproduksi flok yang kuat dalam air dengan jangkauan dosis yang lebih kecil rentang pH yang lebih besar tanpa mempertimbangkan alkalinitas yang cukup (Rumapea, 2009: 18).

7. Turbiditas (Kekeruhan)

Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat oleh air. Kekeruhan pada perairan yang tergenang (lentik), misalnya danau, lebih banyak disebabkan oleh bahan tersuspensi yang berupa koloid dan partikel-partikel halus, sedangkan kekeruhan pada

sungai yang sedang banjir lebih banyak disebabkan oleh bahan-bahan tersuspensi yang berukuran lebih besar, berupa lapisan permukaan tanah yang terbawa oleh aliran air pada saat hujan. Kekeruhan yang tinggi dapat mengakibatkan terganggunya sistem osmoregulasi, misalnya pernafasan dan daya liat organisme akuatik. Tingginya nilai kekeruhan juga dapat mempersulit usaha penyaringan dan mengurangi efektivitas desinfeksi pada proses penjernihan air. Padatan tersuspensi berkorelasi positif dengan kekeruhan. Semakin tinggi nilai padatan tersuspensi, nilai kekeruhan juga semakin tinggi (Effendi, 2003).

Air dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna atau rupa yang berlumpur atau kotor. Bahan – bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi tanah liat, lumpur, bahan – bahan organik yang tersebar secara baik dan partikel – partikel yang tersuspensi lainnya (Sutrisno, 2004: 30-31).

8. Metode Jar Test

Jar test atau uji jar merupakan metode standar yang digunakan untuk menguji proses koagulasi. Data yang didapat dengan melakukan jar test antara lain dosis optimum penambahan koagulan, lama pengendapan serta volume endapan yang terbentuk. Jar test yang dilakukan adalah untuk membandingkan kinerja koagulan yang digunakan untuk mendapatkan padatan yang tersuspensi yang terdapat pada air sungai (Noviani, 2012: 14).

Jar Test adalah suatu percobaan yang berfungsi untuk menentukan dosis optimum dari koagulan yang digunakan dalam proses pengolahan air minum. Apabila percobaan dilakukan secara tepat, informasi yang berguna akan diperoleh untuk membantu operator instalasi dalam mengoptimalkan proses koagulasi, flokulasi dan penjernihan. Jar Test memberikan data mengenai kondisi optimum untuk parameter-parameter proses seperti :

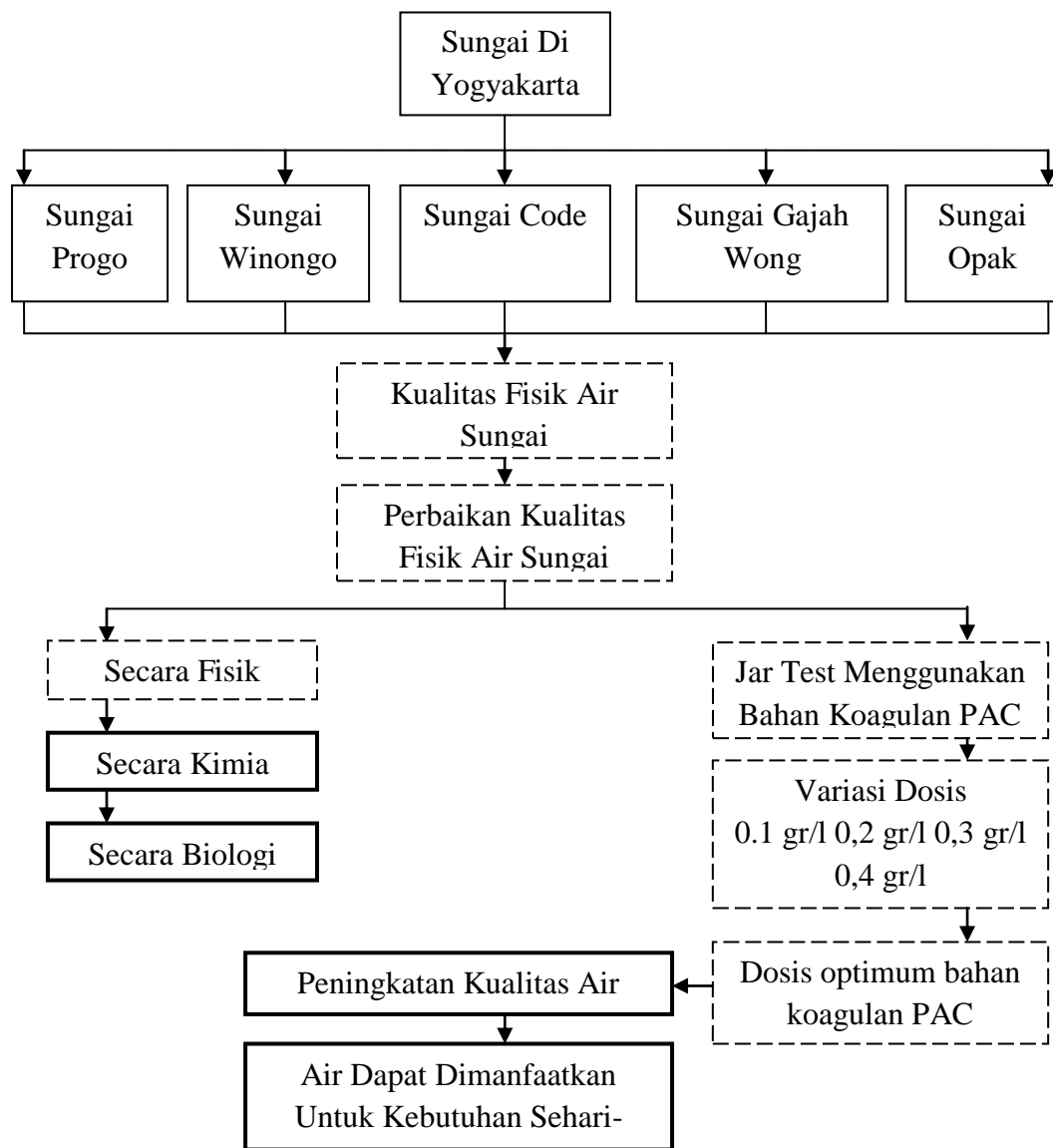
- a. Dosis koagulan dan koagulan pembantu
- b. Metode pembubuhan bahan kimia (pada atau dibawah permukaan air, pembubuhan beberapa bahan kimia secara bersamaan atau berurutan).
- c. Kecepatan larutan kimia. Waktu dan intensitas pengadukan cepat dan pengadukan lambat (flokulasi)
- d. Waktu penjernihan.

Pelaksanaan Jar Tes dapat dilakukan agar diketahui kekeruhan akhir pada penambahan kedua koagulan yang sesuai dengan baku mutu air bersih yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum. Konsentrasi koagulan yang optimum dapat ditentukan berdasarkan hasil jar test, yaitu konsentrasi yang memberikan kekeruhan akhir tepat dibawah 5 NTU, bukan kekeruhan terendah (Noviani, 2012: 15).

Metode pengujian koagulasi dan flokulasi dengan cara jartest ditetapkan dalam SNI 19-6449-2000 termasuk prosedur umum untuk pengolahan

dalam rangka mengurangi bahan terlarut, koloid dan yang tidak mengendap dalam air dengan menggunakan zat kimia pada proses koagulasi flokulasi dan dilanjutkan dengan proses pengendapan (Risdianto, 2007: 50).

B. Kerangka Konsep



Keterangan :

 : Dilakukan penelitian

 : Tidak dilakukan penelitian

Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian

C. Pertanyaan Penelitian

1. Berapakah dosis optimum bahan koagulan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) yang dibubukan untuk air sungai Progo di Yogyakarta pada saat musim kemarau dan musim penghujan
2. Berapakah dosis optimum bahan koagulan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) yang dibubukan untuk air sungai Opak di Yogyakarta pada saat musim kemarau dan musim penghujan
3. Berapakah dosis optimum bahan koagulan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) yang dibubukan untuk air sungai Code di Yogyakarta pada saat musim kemarau dan musim penghujan
4. Berapakah dosis optimum bahan koagulan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) yang dibubukan untuk air sungai Winongo di Yogyakarta pada saat musim kemarau dan musim penghujan
5. Berapakah dosis optimum bahan koagulan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) yang dibubukan untuk air sungai Gajah Wong di Yogyakarta pada saat musim kemarau dan musim penghujan
6. Apakah ada perbedaan dosis bahan koagulan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) yang dibubukan pada 5 sungai di Yogyakarta