

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu

| No | Judul | Penulis/ Tahun | Metode Penelitian | Hasil Penelitian |
|----|--|--|-------------------|--|
| 1 | Studi Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Bersih Untuk Kebutuhan Domestik Dan Non Domestik (Studi Kasus Perusahaan Tekstil Bawen Kabupaten Semarang) | Nurandani Hardyanti, dkk/ 2006 | Kualitatif, | Kualitas air baku dan air bersih yang digunakan telah memenuhi standar baku mutu untuk air baku Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 maupun standar baku mutu untuk air bersih Permenkes RI No.907/MENKES/SK/VII/2002, kecuali satu parameter berasal dari air sungai yaitu warna yang belum memenuhi standar baku mutu air bersih |
| 2 | Analisa Kebutuhan Air Bersih Domestik Dan Non Domestik | Rais D. Hi Yusuf,ST, M.Sc / Maret 2020 | Kualitatif, | kebutuhan air bersih kelurahan kalumata pada tahun 2028 sebesar 1175,35 m ³ /orang/hari. Kehilangan air sebesar 243.454,51 Liter/hari. Masyarakat |

| | | | | |
|---|--|---|-------------|--|
| | (Studi Kasus Pengolahan Air Kelurahan Kalumata) | | | Kelurahan Kalumata udah sangat puas dengan layanan yang diberikan oleh PDAM Kota Ternate. |
| 3 | Evaluasi Sistem Pengolahan Air Boiler Terhadap Kualitas Air Pengisi Boiler di Pabrik Gula Jatiroto | Nita Dwi, Aderatri (2022) | Kualitatif, | Pengolahan air pengisi boiler di Pabrik Gula Jatiroto dilakukan dengan penyaringan di rapid filter dan penggunaan softener atau resin. Dari hasil evaluasi ini dapat diketahui bahwa didapatkan hanya parameter T-Hardness, Iron, Silica yang tidak sesuai dengan baku mutu yang ada. Dikarenakan masih mengandung hardness, besi dan silica yang tinggi di dalam proses WTP |
| 4 | Uji Kualitas Air Boiler Pada Proses Pengolahan Kelapa Sawit Di Pt. X | Willa Volara, Reni Silvia Nasution (2021) | kuantitatif | Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa analisis pH, silika (SiO ₂) dan total dissolved Solids(TDS) pada air boiler yang digunakan di PT. X sudah memenuhi persyaratan air yang ditetapkan. Hasil yang |

| | | | | |
|--|--|--|--|---|
| | | | | didapat pada analisis kadar pH yaitu 10,5-10,9, pada silika (SiO ₂) yaitu 20-40 ppm dan pada total dissolved Solids(TDS) yaitu 691 –736 ppm |
|--|--|--|--|---|

2.2. Pengertian Air

Air adalah unsur yang memiliki peran paling penting dalam kehidupan setiap makhluk yang hidup di muka bumi ini. Pernyataan tersebut adalah salah satu pengertian air secara umum. Secara ilmiah, air bisa diartikan sebagai sebuah senyawa kimia yang terdiri dari dua unsur, yaitu unsur H₂ (hidrogen) yang berikatan dengan unsur O₂ (oksigen) yang kemudian menghasilkan senyawa air (H₂O).

Air adalah substansi kimia dengan rumus kimia H₂O: satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar, yaitu pada tekanan 100kPa (1 bar) dan temperatur 273,15 K (0 °C). Zat kimia ini merupakan suatu pelarut yang penting, yang memiliki kemampuan untuk melarutkan banyak zat kimia lainnya, seperti garam-garam, gula, asam, beberapa jenis gas dan banyak macam molekul organik.

Air menurut Peraturan Pemerintah Nomor 121 Tahun 2015 tentang Pengusahaan Sumber Daya Air, menyatakan bahwa “Air adalah semua Air yang terdapat pada, di atas atau di bawah permukaan tanah, termasuk air laut yang berada di darat.”

Menurut Muhamad Erwin, bahwa : Air merupakan sumber daya alam yang mempunyai arti dan fungsi sangat penting bagi manusia. Air dibutuhkan oleh manusia, dan makhluk hidup lainnya seperti tumbuhan, berada di permukaan dan di dalam tanah, di danau dan laut, menguap naik ke atmosfer, lalu terbentuk awan, turun dalam bentuk hujan, infiltrasi ke bumi/tubuh bumi, membentuk air bawah tanah, mengisi danau dan sungai serta laut, dan seterusnya.

2.3. Manfaat Air

70% permukaan bumi terdiri dari air. Namun, air yang layak kita konsumsi hanya 1% saja, sisanya merupakan air asin dari laut, dan 2% dalam bentuk es atau gletser. Secara garis besar air digunakan untuk keperluan rumah tangga, industry, dan pertanian. Menurut FAO, badan PBB untuk masalah pertanian, konsumen terbesar air adalah bidang pertanian, sekitar 70%, industry 19%, dan rumah tangga 11%.

Air juga dapat dimanfaatkan untuk keperluan industry, scontoh yang seriuang kita jumpai yaitu produk berupa kertas, tissue, pakaian, perhiasan, minuman bersoda, bahkan sampai mobil yang kita kendarai semua diproduksi dengan menggunakan air.

Beberapa manfaat air dalam dunia industry diantaranya:

- Pencucian

Air dapat digunakan untuk membersihkan kotoran beberapa barang industry. Contohnya Laundry, pencucian mobil, karpet dsb, selain untuk industry kecil, air juga digunakan dalam industry skala besar seperti pada pabrik. Air dalam pabrik dapat digunakan untuk menguji suatu produk dengan memurnikannya terlebih dahulu.

- Pendinginan

Air dimanfaatkan untuk pendinginan pabrik yang berukuran besar. Pendingin pabrik atau perkantoran dalam skala besar, tidak menggunakan air conditioner seperti pada ruangan kecil, tetapi menggunakan AC sentral dengan pendingin air. Air juga dipakai sebagai pendingin untuk peralatan industry, contohnya pada kilang-kilang.

- Bahan baku industri

Air juga dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk membuat produk dalam suatu industry, contohnya adalah industry minuman kemasan. Bahan baku berupa air yang dicampur dengan perasa dan kemudian dikemas untuk didistribusikan.

- Energi listrik.

Selain untuk bahan baku industri makanan dan minuman air juga bisa di manfaatkan untuk energi. Sebagai contoh tenaga air yang memanfaatkan

aliran atau gerakan air bisa didapat dari sungai yang dibendung. Pada bagian bawah dam tersebut terdapat lubang-lubang saluran air. Pada lubang-lubang tersebut terdapat turbin yang berfungsi mengubah energy kinetic dari air menjadi energy mekanik yang menggerakkan generator listrik. Energi listrik yang berasal dari energy kinetik air tersebut, disebut dengan Hidroelektrik. Sistem ini yang sering kita dengar dengan PLTA, Pembangkit Listrik Tenaga Air. Hidroelektrik ini menyumbang sekitar 19% listrik dunia, besar sekali ya energy yang dihasilkan. Disamping Hidropower, peran air lainnya dalam menghasilkan energy adalah dengan memanfaatkan uap air. Dalam manfaatnya sebagai steam, atau penguapan, air diubah menjadi uap yang memiliki energy panas dan tekanan tinggi, yang biasa digunakan untuk menggerakkan turbin. Inilah yang sering kita dengar, PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap).

2.4. Kebutuhan Air.

Air menjadi satu kebutuhan penting yang digunakan pada setiap pembangkit tenaga listrik yang memakai uap air sebagai media kerjanya. Pengadaan dan kualitasnya menjadi satu hal yang sangat dijaga di setiap PLTU. Air digunakan di banyak hal termasuk kebutuhan pendinginan, perawatan kebersihan, mengontrol polutan, dan yang pasti sebagai media kerja untuk siklus uap air. Treatment air yang baik mencegah terbentuknya kerak dan korosi pada sistem pembangkit listrik -yang bekerja pada siklus uap-air tekanan tinggi- demi untuk menghindari kerugian ekonomi karena penurunan kemampuan produksi dan kenaikan biaya produksi.

Kuantitas air yang dibutuhkan oleh sebuah PLTU tergantung dari kualitas sumber air, lokasi PLTU berdiri, karakteristik bahan bakar, desain tekanan dari boiler, serta regulasi mengenai penanganan air di daerah setempat. Sedangkan untuk kualitasnya, ada beberapa jenis air dengan spesifikasi yang berbeda-beda digunakan di PLTU.

Secara umum kebutuhan air di PLTU di bagi menjadi 2 yaitu:

1. Kebutuhan domestik

Kebutuhan air domestik pada PLTU meliputi: Air pendingin (*cooling water*), Cooling water adalah air yang dibutuhkan sebagai media pendingin berbagai peralatan di PLTU seperti lub oil system, pendingin kompresor, pendingin pompa, dan sebagainya. Air pendingin ini bersirkulasi secara close loop / siklus tertutup, dengan menggunakan pompa untuk membangkitkan tekanan. Selain pompa digunakan pula sistem heat exchanger untuk mendinginkan auxiliary cooling water yang bersirkulasi, dan menggunakan cooling water sebagai media pendingin. Auxiliary cooling water yang bersirkulasi disyaratkan harus tidak bersifat korosif dan bersih dari kandungan zat-zat yang dapat menimbulkan kerak. Untuk itu air yang digunakan harus ditreatment terlebih dahulu sebelum digunakan. Selain itu diperlukan injeksi zat kimia tertentu selama sistem auxiliary cooling water beroperasi agar kualitasnya tetap terjaga anti korosif. Selain untuk cooling waterer juga digunakan untuk memenuhi kebutuhan sistem penanggulangan kebakaran, sanitasi, kebutuhan kebersihan PLTU, serta kebutuhan-kebutuhan tambahan lainnya.

1. Kebutuhan Non Domestik.

Kebutuhan non domestik adalah sebagai air yang di gunakan sebagai supply air demineralisasi, air demineralisasi harus telah bersih dari zat-zat padat terlarut (suspended solids), tidak keruh, dan tidak berwarna. pH service water dijaga di kisaran 6,0 sampai 8,5 dan total dari dissolved solids dibatasi kurang dari 1.000 mg/L. Air ini biasa di sebut Air Umpan Boiler.

Pada PLTU biasanya juga disediakan potable water atau air dengan kualitas dapat dikonsumsi oleh manusia. Jika ada sebagian service water yang digunakan untuk potable water maka ia harus terklorinasi dan sesuai dengan standard kualitas air minum yang telah ditetapkan oleh peraturan pemerintah setempat. Untuk itu biasanya supaya dapat dihemat dalam instalasi pipa, sistem pemrosesan airnya, serta lebih efisien, maka PLTU menggunakan satu proses untuk memproduksi service water dan potable water sekaligus.

2.5. Sumber Air

Supply kebutuhan air secara umum dibagi menjadi dua: air permukaan dan air tanah. Air permukaan dapat berupa air dari sungai, danau, dan juga laut. Air tanah terdapat di bawah permukaan tanah, berada di lapisan air tanah, dan dapat diambil melalui mata air atau sumur.

2.5.1. Air permukaan.

Air permukaan merupakan air yang terkumpul di atas tanah atau di mata air, sungai danau, lahan basah, atau laut. Air permukaan merupakan air yang berada di atas permukaan tanah, dalam kondisi mengalir atau diam. Air permukaan tidak mampu terserap, karena lapisan tanah sangat keras. Nantinya aliran yang terkumpul akan mengalir menuju suatu titik, seperti sungai, danau maupun laut. Air permukaan dibagi dalam dua jenis, yakni perairan darat dan perairan laut. Berikut Ini Merupakan Pengertian Air Permukaan Menurut Para Ahli.

Soegianto (2005) Air permukaan adalah air yang berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan tanah, sebagian menguap dan sebagian lainnya mengalir ke sungai, saluran air lalu disimpan di dalam danau, waduk dan rawa.

Limbong (2008) Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Jadi, Air permukaan adalah air yang terkumpul di atas tanah yang dapat dengan mudah dilihat oleh mata. Pada umumnya sumber air yang berasal dari permukaan, merupakan air yang kurang baik untuk langsung dikonsumsi manusia. Oleh karena itu sumber air yang berasal dari air permukaan perlu adanya pengolahan terlebih dahulu sebelum dimanfaatkan.

2.5.2. Air tanah.

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 mengenai Sumber Daya Air yang mendefinisikan air tanah sebagai air yang terdapat di lapisan batuan di bawah permukaan tanah.

Menurut para ahli, definisi air tanah diantaranya sebagai berikut:

- Menurut Bouwer pada 1978, Air tanah merupakan sejumlah air di bawah permukaan bumi yang kemudian dapat dikumpulkan dengan sumur-sumur,

terowongan, atau sistem drainase dengan pemompaan. Dapat juga disebut aliran yang secara alami akan mengalir ke permukaan tanah melalui rembesan atau suatu pancaran.

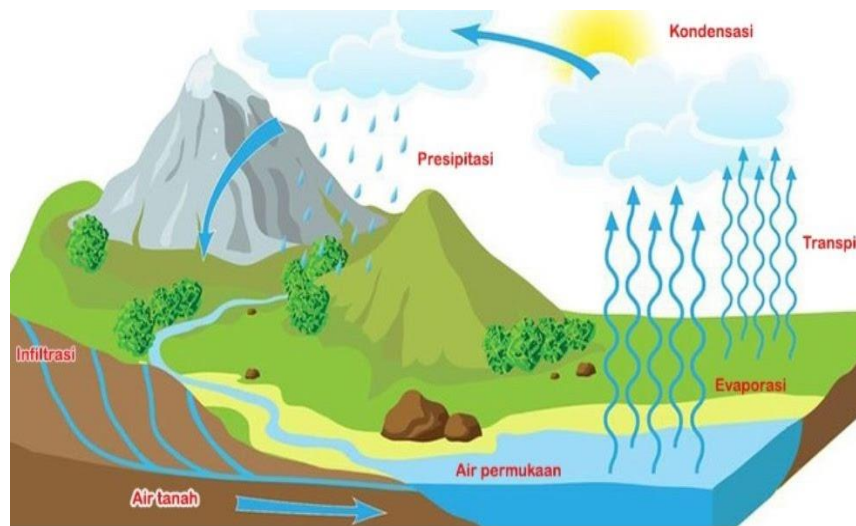
- Menurut Fetter pada 1994, Air tanah merupakan air yang tersimpan pada lajur jenuh hingga kemudian bergerak ke berbagai lapisan dan batuan tanah di bumi sampai air tersebut keluar sebagai mata air, atau terkumpul dalam satu danau, kolam, sungai, dan laut (Fetter, 1994). Batas atas lajur jenuh air disebut dengan muka air tanah (water table).
- Menurut Soemarto, 1989 Air tanah merupakan air yang menempati rongga-rongga dalam lapisan geologi. Lapisan tanah yang terletak di bawah permukaan tanah dinamakan juga sebagai lajur jenuh (saturated zone), dengan lajur tidak jenuh yang berada di atas lajur jenuh sampai ke permukaan tanah, dengan rongga-rongganya yang berisi udara dan air

Air tanah dapat digolongkan menjadi 2 jenis, yaitu air tanah yang berdasarkan kepada letaknya di permukaan tanah dan berdasarkan kepada darimana ia berasal. Air tanah berdasarkan letaknya sendiri kemudian dibagi kembali menjadi 2 jenis, yaitu Air Tanah Freatik dan Air Tanah Dalam (Artesis).

- Air Tanah Freatik sebagai air tanah pada permukaan yang dangkal dimana letaknya tidak jauh dari permukaan tanah dan berada diatas lapisan kedap air contohnya ada pada air sumur.
- Air Tanah Dalam atau disebut juga sebagai Artesis merupakan air tanah yang terletak di antara lapisan akuifer dan batuan kedap air, contohnya ada pada pada sumur artesis. Air Artesis juga disebut dengan air tanah dalam, karena dapat ditemukan pada kedalaman 30 -80 meter dari permukaan tanah. Air tanah ini juga dapat diminum atau dikonsumsi secara langsung karena sudah mengalami penyaringan secara sempurna dan terbebas dari kuman ataupun bakteri. Biasanya jenis air tanah artesis sering digunakan untuk mengatasi kekeringan meskipun pada musim kemarau panjang. Hal ini dikarenakan air tanah artesis sebagai kandungan dari beragam air tanah dengan debit air yang stabil, meskipun dalam membangun sumur artesis ini juga membutuhkan biaya yang tidak sedikit sebab diperlukan suatu

pompa air khusus berkapasitas besar, bahkan air tanah ini juga memiliki kemampuan untuk keluar sendiri jika tekanan airnya cukup besar, dan membentuk sumur artesis.

Semua supply air bersih merupakan hasil presipitasi (hujan) dari atmosfer, yang menjadi bagian dari proses evaporasi dan kondensasi kontinyu (siklus hujan / hidrologi). Air hujan atau salju, akan mencapai permukaan tanah dan membentuk aliran, ada yang kembali menguap, dan ada juga yang masuk ke dalam tanah. Semuanya tergantung atas kondisi atmosfer dan topografi, sekitar 25%-nya menjadi air permukaan, kurang dari 10% masuk ke dalam tanah, dan sisanya kembali terevaporasi ke atmosfer. Hanya sedikit sekali bagian yang dapat mencapai ke air tanah. Sebagian besar dari air tanah akan kembali ke permukaan untuk bergabung ke dalam aliran sungai.



Gambar 2.1. Siklus hidrologi

2.6. Kualitas Air

Secara alami air mengandung berbagai jenis zat kimia dan material-material solid lainnya. Material-material tersebut akan mempengaruhi proses yang akan digunakan PLTU untuk mengolah air lebih lanjut sehingga dapat terjaga kualitasnya sesuai dengan kebutuhan yang ada. PLTU yang menggunakan air tanah memiliki treatment air yang berbeda dengan PLTU yang mengambil air dari laut.

Namun demikian secara umum kandungan zat-zat yang ada adalah sama, sekalipun kadarnya sangat berbeda. Berikut adalah zat-zat yang terkandung di dalam air secara umum:

- Kekeruhan (*turbidity*): Faktor kekeruhan pada air mempengaruhi tampilan kejernihan air. Pada suatu sistem proses dapat menyebabkan terbentuknya deposit (kerak), dan sangat mempengaruhi proses tersebut. Cara menghilangkannya dapat dilakukan dengan proses koagulasi, pengendapan, dan filtrasi.
- Hardness: Berupa garam magnesium dan calcium (CaO_3). Material ini akan membentuk kerak di boiler, saluran pipa, heat exchanger, dan lain sebagainya. Material ini dapat dihilangkan dengan proses softening, demineralisasi, treatment air di dalam boiler, dan penggunaan surfactant (surface-active agents). Penggunaan surfactant dapat menurunkan tegangan permukaan air sehingga dapat terpisah antara air dan zat-zat solid yang terkandung.
- Alkalin: Dapat berupa Bikarbonat (HCO_3^-), karbonat (CO_3^{2-}), dan hidrat (OH^-). Senyawa-senyawa tersebut dapat membentuk foam dan membawa material-material padat melalui uap air. Menyebabkan embrittlement pada baja-baja boiler. Bikarbonat dan karbonat dapat menghasilkan CO_2 yang merupakan sumber korosi di saluran sistem kondensat (kondensor, pompa ekstraksi kondensat). Zat-zat ini dapat diminimalisir kandungannya dengan cara softening (lime and lime-soda softening, hydrogen zeolite softening), penambahan zat asam (acid treatment), demineralisasi, serta dealkalisasi melalui proses pertukaran anion (anion exchange).
- Mineral asam bebas: Dapat berupa H_2SO_4 dan HCl yang sangat berbahaya pada baja karena sifatnya yang korosif. Menetralisirnya dengan menggunakan bahan alkali.
- Karbon dioksida (CO_2): Menjadi penyebab korosi di saluran air dan beberapa saluran uap air dan kondensat. Menghilangkannya melalui proses aerasi, deaerasi, dan netralisasi menggunakan zat alkali.

- Konsentrasi ion H^+ yang ditunjukkan dengan bilangan pH: Nilai pH bervariasi pada air tergantung banyaknya zat asam dan bahan alkali yang terkandung di dalamnya. Umumnya air alami memiliki nilai pH 6,0-8,0. Sedangkan air laut di kisaran 7,5-8,4. Nilai pH dapat dinaikkan dengan menggunakan zat-zat alkali dan diturunkan dengan zat-zat asam.
- Sulfat (SO_4^{2-}): Ion ini jika bereaksi dengan ion lain seperti kalsium, akan menimbulkan zat padat dan membentuk kerak. Namun jika berdiri sendiri tidak terlalu memiliki dampak yang signifikan. Sulfat dapat dihilangkan melalui proses demineralisasi.
- Klorida (Cl^-): Menambah material padat serta meningkatkan karakter korosif pada air. Dapat dihilangkan melalui proses demineralisasi.
- Nitrat (NO_3^-): Dapat menimbulkan bahan padat meskipun tidak terlalu besar. Pada kesehatan bayi dapat menyebabkan methemoglobinemia. Sedangkan pada dunia industri dapat kita gunakan keberadaannya untuk mengontrol embrittlement pada logam-logam boiler. Material ini dapat dihilangkan melalui proses demineralisasi.
- Fluorida (F^-): Digunakan pada dunia kesehatan untuk mengontrol kerusakan pada gigi. Sedangkan pada dunia industri tidak terlalu berbahaya. Dapat diserap dengan menggunakan magnesium hidroksida dan kalsium fosfat,
- Natrium (Na^+): Ion ini menambah kandungan solid di dalam air. Dan jika membentuk ikatan dengan OH^- akan menimbulkan korosi di pipa-pipa boiler pada kondisi tertentu. Ion ini dapat dihilangkan melalui demineralisasi.
- Silika (SiO_2): Material ini dapat membentuk kerak di boiler dan sistem air pendingin. Sedangkan di sisi turbin uap dapat melarutkan deposit yang ada karena membentuk uap silika. Silika dapat dihilangkan melalui proses panas dengan menggunakan garam magnesium atau diserap dengan proses pertukaran anion yang dikombinasikan dengan demineralisasi.
- Besi (Fe^{2+} dan Fe^{3+}) dan Mangan (Mn^{2+}): Material ini dapat merubah warna air dan menjadi sumber kerak di saluran pipa dan boiler. Dihilangkan dengan cara aerasi, koagulasi dan filtrasi, line softening, pertukaran kation

(cation exchange), filtrasi kontak, dan penggunaan bahan surface-active (penghilang tegangan permukaan).

- Aluminium (Al^{3+}): Zat ini dapat menimbulkan kerak di sistem air pendingin serta di pipa boiler. Material ini dapat dihilangkan dengan menggunakan sistem filter dan clarifier yang berkualitas.
- Oksigen (O_2): Oksigen menjadi sumber korosi pada saluran pipa, boiler, heat exchanger, dan sebagainya. Dapat dihilangkan melalui proses deaerasi, penggunaan sodium sulfit, serta penggunaan corrosion inhibitor (zat yang menurunkan kecepatan logam untuk korosi).
- Hidrogen sulfida (H_2S): Senyawa ini selain bersifat korosif dan beracun, juga menimbulkan bau yang tak sedap seperti telur busuk. Dapat dihilangkan melalui proses aerasi, klorinasi dan anion exchange.
- Amonia (NH_3): Menimbulkan korosi pada logam tembaga dan seng dengan membentuk larutan ion kompleks. Dihilangkan melalui cation exchange dengan hidrogen zeolit, klorinasi, dan deaerasi.
- Larutan padat (desolved solids): Desolved solids menjadi satuan yang menunjukkan banyaknya zat-zat padat terlarut di dalam air. Konsentrasi tinggi dari desolved solid dapat mengganggu karena menyebabkan proses foaming di boiler.
- *Suspended solids*: Adalah kandungan padatan total yang tidak terlarut di dalam air dan dapat mengendap akibat gravitasi. *Suspended solid* menimbulkan kerak di *heat exchanger*, boiler, saluran pipa, dan alat-alat lain. Dapat dihilangkan melalui filtrasi dan pengendapan.

Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia yang dapat berupa parameter wajib keperluan higiene sanitasi, kolam renang, solus per aqua, dan pemandian umum sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017, tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan Higiene Sanitasi.

Tabel 2.1. Parameter Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

| No | Parameter Wajib | Unit | Standar Mutu (kadar maksimum) |
|----------------|---|-----------|----------------------------------|
| Fisika | | | |
| 1 | Kekeruhan | NTU | 25 |
| 2 | Warna | TCU | 50 |
| 3 | Zat padat terlarut (Total Dissolved Solid) | Mg/l | 1000 |
| 4 | Suhu | °C | Suhu udara 3 |
| 5 | Rasa | | Tidak berasa |
| 6 | Bau | | Tidak berbau |
| Kimia | | | |
| 7 | Ph | Mg/l | 6,5 – 8,5 |
| 8 | Besi | Mg/l | 1 |
| 9 | Fluorida | Mg/l | 1,5 |
| 10 | Kesadahan (CaCO ₃) | Mg/l | 500 |
| 11 | Mangan | Mg/l | 0,5 |
| 12 | Nitrat, sebagai N | Mg/l | 10 |
| 13 | Nitrit, sebagai N | Mg/l | 1 |
| 14 | Sianida | Mg/l | 0,1 |
| 15 | Detergen | Mg/l | 0,05 |
| 16 | Pestisida total | Mg/l | 0,1 |
| Biologi | | | |
| 17 | Total coliform | CFU/100ml | 50 |
| 18 | E. coli | CFU/100ml | 0 |

2.7. Air Umpan Boiler.

Air umpan adalah air yang disuplai ke boiler untuk dirubah menjadi steam. Sedangkan sistem air umpan adalah sistem penyediaan air secara otomatis untuk boiler sesuai dengan kebutuhan steam. Ada dua sumber air umpan, yaitu:

- Kondensat : steam yang telah berubah fasa menjadi air (mengembun)
- Air make up : air baku yang sudah diolah

Boiler adalah bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau steam. Air panas atau steam pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Air adalah media yang berguna dan murah untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Jika air dididihkan sampai menjadi steam, volumenya akan meningkat sekitar 1.600 kali, menghasilkan tenaga yang menyerupai bubuk mesiu yang mudah meledak, sehingga boiler merupakan peralatan yang harus dikelola dan dijaga dengan sangat baik.

2.7.1. Persyaratan Air Umpan Boiler

Air untuk umpan boiler harus memenuhi syarat yaitu kandungan zat zat terlarut zat tersuspensi maupun gas gas terlarut harus dibawah ambang batas. Biasanya ambang batas tergantung pada tekanan operasional boiler. Air umpan boiler yang jelek kualitasnya dapat menimbulkan berbagai kesulitan diantaranya dapat menimbulkan kerak, menyebabkan korosi, menyebabkan *carry over* atau keadaan dimana padatan terlarut (*Silika, Hardnes*) dalam air boiler terbawa ke dalam steam dan dapat menjadi kerak di sepanjang pipa jalur steam ke turbin.

Tabel 2.2. Karakteristik Air Umpan Boiler

| Parameter | Satuan | Pengendalian Batas |
|--------------------|-----------|------------------------------|
| pH | Unit | 10,5 – 11,5 |
| Conductivity | Mhos / cm | 5000, max |
| TDS | Ppm | 3500, max |
| P-Alkalinity | Ppm | - |
| M-Alkalinity | Ppm | 800 max |
| O-Alkalinity | Ppm | 2,5 x SiO ₂ , min |
| T-hardnes | Ppm | - |
| Silika | Ppm | 150, max |
| Besi | Ppm | 2, max |
| Phosphate residual | Ppm | 20 – 50 |
| Sulfite residual | Ppm | 20 – 50 |
| Ph condensate | Unit | 8,0 – 9,0 |

Persyaratan kualitas air boiler menurut American Boiler Manufacturer's Association (ABMA) dan ASME pada tabel berikut

Tabel 2.3. Persyaratan Air Boiler (ABMA)

| Tekanan (psig) | Total Solid Ppm (ppm) | Total Alkalinitas (ppm) | Suspended Solid (ppm) | Silica (ppm) | Konduktivitas (Micro.ohm/cm) |
|---------------------|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| 0 – 300 | 3.500 | 700 | 800 | 150 | 7.000 |
| 301 – 450 | 3.000 | 600 | 250 | 50 | 6.000 |
| 451 – 600 | 2.500 | 500 | 150 | 40 | 5.000 |
| 601 – 750 | 2.000 | 400 | 100 | 30 | 4.000 |
| 751 – 900 | 1.500 | 300 | 60 | 20 | 3.000 |
| 901 – 1.000 | 1.250 | 250 | 40 | 8 | 2.000 |
| 1.001–1.500 | 1.000 | 200 | 21 | 2 | 150 |

Sumber: Pullman Kellogs (1980)

Air kondensat biasanya dikembalikan lagi ke tangki umpan untuk menghemat pemakaian air, tetapi kualitas air kondensat tersebut harus memenuhi persyaratan seperti tabel berikut

Tabel 2.4. Persyaratan Air Kondensat

| No | Parameter | Satuan | Nilai |
|----|-----------------------|--------|-------|
| 1 | Konduktivitas | Mg/l | 10 |
| 2 | Total Disolved Solid | Mg/l | 5 |
| 3 | Total Suspended Solid | Mg/l | 0,5 |
| 4 | Total Silica | Mg/l | 0,05 |
| 5 | Total Besi | Mg/l | 0,1 |
| 6 | Total Copper | Mg/l | 0,02 |
| 7 | CO ₂ | Mg/l | 1 |
| 8 | Chloride | Mg/l | 0,01 |
| 9 | Organic | Mg/l | 0,01 |

Sumber: Pullman Kellogs (1980)

Berbagai macam *ion* mineral maupun dalam bentuk senyawa yang terkandung dalam air, harus dihilangkan melalui proses-proses tertentu sebelum air tersebut dapat digunakan lebih lanjut untuk mencegah terjadinya korosif dan kerak yang dapat terbentuk.