

TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR SADAH

Oleh : Wahyu Widayat *)

Abstrak

Air merupakan merupakan kebutuhan yang sangat vital bagi kehidupan. Jika kebutuhan air belum terpenuhi baik secara kuantitas maupun kualitas, maka akan menimbulkan dampak yang besar terhadap kerawanan kesehatan maupun sosial. Kualitas air meliputi persyaratan fisik, kimia dan bakteriologis yang merupakan suatu kesatuan, sehingga apabila ada satu parameter yang tidak memenuhi syarat, maka air tersebut tidak layak untuk digunakan. Salah satu parameter kimia dalam persyaratan kualitas air adalah jumlah kandungan unsur Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam air yang keberadaannya biasa disebut kesadahan air. Kesadahan dalam air sangat tidak dikehendaki baik untuk penggunaan rumah tangga maupun untuk penggunaan industri. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satu alternatif adalah mengolah air tanah atau air sumur setempat sehingga didapatkan air siap minum yang dengan kualitas yang memenuhi persyaratan.

Katakunci : Teknologi Pengolahan Air Sadah, air tanah/sumur, air minum.

1. PENDAHULUAN

Air merupakan materi esensial, merupakan kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia, sehingga jika kebutuhan air tersebut baik dalam segi kuantitas maupun kualitas belum tercukupi dapat memberikan dampak yang besar terhadap kerawanan kesehatan maupun sosial.

Di Indonesia Pelayanan air bersih, untuk skala yang besar masih terpusat di daerah perkotaan, dan dikelola oleh Perusahaan Air Minum (PAM) kota yang bersangkutan. Namun demikian secara nasional jumlahnya masih belum mencukupi dan dapat dikatakan relatif kecil yakni 16,08 % (1995). Untuk daerah yang belum mendapatkan pelayanan air bersih dari PAM umumnya mereka menggunakan air tanah (sumur), air sungai, air hujan, air sumber (mata air) dan lainnya.

Berdasarkan data statistik 1995, prosentasi banyaknya rumah tangga dan sumber air minum yang digunakan di berbagai daerah di Indonesia sangat bervariasi tergantung dari kondisi geografisnya. Secara nasional yakni sebagai berikut : Yang menggunakan air leding 16,08 %, air tanah dengan memakai pompa 11,61 %, air sumur (perigi) 49,92 %, mata air (air sumber) 13,92 %, air sungai 4,91 %, air hujan 2,62 % dan lainnya 0,80 %.

Permasalahan yang timbul yakni sering dijumpai bahwa kualitas air tanah maupun air sungai yang digunakan masyarakat kurang memenuhi syarat sebagai air minum yang sehat bahkan di beberapa tempat bahkan tidak layak untuk diminum. Air yang layak diminum, mempunyai standar persyaratan tertentu yakni persyaratan fisik, kimiawi dan bakteriologis, dan syarat tersebut merupakan satu kesatuan, sehingga apabila ada satu saja parameter yang tidak memenuhi syarat maka air tersebut tidak layak untuk diminum. Pemakaian air minum yang tidak memenuhi standar kualitas tersebut dapat menimbulkan gangguan kesehatan, baik secara langsung dan cepat maupun tidak langsung dan secara perlahan. Salah satu parameter kimia dalam persyaratan kualitas air adalah jumlah kandungan unsur Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam air yang keberadaannya biasa disebut kesadahan air. Kesadahan dalam air sangat tidak dikehendaki baik untuk penggunaan rumah tangga maupun untuk penggunaan industri

Kesadahan merupakan istilah yang digunakan pada air yang mengandung kation penyebab kesadahan dalam jumlah yang tinggi. Pada umumnya kesadahan disebabkan oleh adanya logam-logam atau kation-kation yang bervalensi 2, seperti Fe, Sr, Mn, Ca dan Mg, tetapi penyebab utama dari kesadahan adalah kalsium (Ca) dan magnesium (Mg).

*) *Peneliti Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair, P3TL, BPPT.*

Tabel berikut menunjukkan Kation dan Anion yang menyebabkan kesadahan :

Tabel 1 Anion dan kation penyebab kesadahan

Kation	Anion
Ca ²⁺	HCO ₃ ⁻
Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻
Sr ²⁺	Cl ⁻
Fe ²⁺	NO ₃ ⁻
Mn ²⁺	SO ₃ ²⁻

Kalsium dalam air mempunyai kemungkinan bersenyawa dengan bikarbonat, sulfat, khlorida dan nitrat, sementara itu magnesium terdapat dalam air kemungkinan bersenyawa dengan bikarbonat, sulfat dan khlorida. Tingkat kesadahan di berbagai tempat perairan sangat bervariasi. Pada umumnya air tanah mempunyai tingkat kesadahan lebih tinggi dari pada air permukaan. Terbentuknya senyawa penyebab kesadahan dalam air, karena air tanah mengalami kontak dengan batuan kapur yang ada pada lapisan tanah yang dilalui air. Air permukaan lebih lunak dari pada air tanah, kesadahan non karbonat dalam air permukaan bersumber dari kalsium sulfat yang terdapat dalam tanah liat dan endapan lainnya. Tingkat kesadahan air biasanya digolongkan seperti ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 2 : Klasifikasi tingkat kesadahan

Mg/l Ca CO ₃	Tingkat Kesadahan
0 - 75	Lunak (<i>soft</i>)
75 - 150	Sedang (<i>moderately hard</i>)
150 - 300	Tinggi (<i>hard</i>)
>300	Tinggi sekali (<i>very hard</i>)

Sifat kesadahan air berkaitan dengan adanya ion Kalsium (Ca⁺²) dan Magnesium (Mg⁺²) dalam air. Air yang mempunyai kesadahan tinggi sangat merugikan (Fardiaz, 1992)

Bagi air rumah tangga tingkat kesadahan yang tinggi apabila dikonsumsi sebagai air minum akan mengganggu kesehatan dan menimbulkan endapan atau pengerakan dalam perangkat pengolahan (seperti ketel dan peralatan lain yang berhubungan dengan pemasakan air), sedangkan untuk keperluan kebersihan dan pencucian akan mengakibatkan konsumsi sabun lebih banyak karena sabun jadi kurang efektif akibat salah satu bagian dari molekul sabun diikat oleh unsur Ca/Mg. Bagi air

industri unsur Ca dapat menyebabkan kerak (*scaling*) pada dinding peralatan sistem peralatan penukar panas (*heat exchanger*) sehingga dapat menyebabkan efisiensi alat penukar panas berkurang atau over heat yang mengakibatkan kerusakan pada peralatan industri. Akibat adanya masalah ini, persyaratan kesadahan pada air industri sangat diperhatikan. Pada umumnya jumlah kesadahan dalam air industri harus nol, berarti unsur Ca dan Mg dihilangkan sama sekali. Sebagai rujukan, nilai ambang batas kesadahan CaCO₃ dapat dilihat dalam lampiran pada Daftar Kriteria Kualitas Air Golongan A (Lampiran Peraturan Pemerintah RI No.20 tahun 1990

Air tanah juga sering mengandung zat besi (Fe) dan Mangan (Mn) cukup besar. Adanya kandungan Fe dan Mn dalam air menyebabkan warna air tersebut berubah menjadi kuning-coklat setelah beberapa saat kontak dengan udara. Disamping dapat mengganggu kesehatan juga menimbulkan bau yang kurang enak serta menyebabkan warna kuning pada dinding bak serta bercak-bercak kuning pada pakaian. Oleh karena itu menurut PP No.20 Tahun 1990 tersebut, kadar (Fe) dalam air minum maksimum yang dibolehkan adalah 0,3 mg/l, dan kadar Mangan (Mn) dalam air minum yang dibolehkan adalah 0,1 mg/l dan total kesadahan 170 mg/l.

Kesadahan air dapat dibedakan atas 2 macam (Fardiaz, 1992) , yaitu kesadahan sementara (*temporer*) dan kesadahan tetap (*permanen*). Kesadahan sementara disebabkan oleh garam-garam karbonat (CO₃²⁻) dan bikarbonat (HCO₃⁻) dari kalsium dan magnesium. Kesadahan karbonat merupakan bagian dari kesadahan total yang ekuivalent dengan alkalinitas yang disebabkan oleh (CO₃²⁻) dan (HCO₃⁻). Kesadahan ini dapat dihilangkan dengan cara pemanasan atau dengan pembubuhan kapur tohor. Kesadahan tetap disebabkan oleh adanya garam-garam khlorida (Cl⁻) dan sulfat (SO₄²⁻) dari kalsium dan magnesium. Kesadahan ini disebut juga kesadahan non karbonat yang tidak dapat dihilangkan dengan cara pemanasan, tetapi dapat dihilangkan dengan cara pertukaran ion.

2. RUANG LINGKUP

Kegiatan ini diawali dengan Survey lokasi dan kualitas air yang akan digunakan sebagai air baku, selanjutnya membuat disain proses dan unit pengolahan, pembangunan

unit pengolahan air siap minum lengkap dengan bangunan pelindung, uji coba dilanjutkan dengan paket pelatihan.

2.1. Penentuan Lokasi

Lokasi penempatan unit alat pengolah air sadah menjadi air siap minum harus ditentukan sedemikian rupa agar didapatkan hasil yang memuaskan, baik ditinjau dari segi teknis maupun estetika. Sedapat mungkin lokasi ditentukan agar tidak terlalu jauh dari pemukiman masyarakat setempat.

2.2. Pemilihan Bahan dan Peralatan

Bahan dan peralatan yang dibutuhkan untuk pembangunan unit pengolahan air sadah menjadi air siap minum diharapkan dapat dengan mudah didapat di pasaran, sehingga dapat memberikan kemudahan dalam pengerjaan pembangunan dan biaya konstruksi dapat ditekan serendah mungkin.

2.3. Rancangan dan Konstruksi

Rancangan unit alat pengolah air sadah menjadi air siap minum didasari jumlah kebutuhan masyarakat, kualitas air baku dan sesuai dengan ketersediaan lahan yang ada. Prototipe alat pengolah air siap minum tersebut tersebut akan dirancang dalam bentuk yang kompak agar pemasangan/pembangunan serta operasinya mudah, serta diusahakan menggunakan energi sekecil mungkin.

3.3. Penerapan dan Pengujian

Setelah selesai penerapan alat pengolah air sadah menjadi air siap minum, dilakukan pengujian karakteristik alat dan pengujian hasil pengolahan terhadap beberapa parameter sesuai dengan standar kesehatan.

3. PROSES PENGOLAHAN DAN SPESIFIKASI TEKNIS ALAT

3.1 Proses Pengolahan

Secara umum kualitas air sumur atau air tanah mempunyai karakteristik tertentu yang berbeda dengan kualitas air permukaan/sungai. Air tanah pada umumnya jernih, namun sering mengandung mineral-mineral atau garam-garam yang cukup tinggi, sebagai akibat dari pengaruh batuan dibawah

tanah yang dilalui oleh air tanah. Pada air tanah dangkal, kualitas dan kuantitasnya dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di permukaannya, dalam hal kuantitas sangat dipengaruhi oleh curah hujan setempat, sementara kualitasnya dipengaruhi oleh kondisi sanitasi disekitarnya.

Untuk mengolah air sumur menjadi air yang siap minum, proses pengolahannya adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 7. Air dari sumur atau air yang berasal dari PAM dipompa dengan menggunakan pompa jet, sambil diinjeksi dengan larutan kaporit atau kalium permanganat, selanjutnya dialirkan ke tangki reaktor untuk menyempurnakan reaksi.

Dari tangki reaktor air dialirkan ke saringan multi media untuk menyaring oksida besi atau oksida mangan yang terbentuk di dalam tangki reaktor serta menghilangkan zat besi atau mangan yang belum sempat teroksidasi oleh khlorine atau kaporit. Dari filter mangan zeolit air selanjutnya dialirkan ke filter karbon aktif untuk menghilangkan polutan mikro misalnya zat organik, deterjen, bau, senyawa phenol, logam berat dan lain-lain. Dan selanjutnya ke filter penukar ion untuk menghilangkan kesadahan. Setelah melalui penukar ion air dialirkan ke filter cartridge ukuran 0,5 mikron untuk menghilangkan sisa partikel padatan yang ada di dalam air, sehingga air menjadi benar-benar jernih.

Untuk menjamin air produk bebas dari bakteri dan mikroorganisme lain air dialirkan ke sterilisator ultra violet dan supaya lebih aman lagi bisa dilengkapi dengan ozon generator yang diinjeksikan setelah filter cartridge

Air yang keluar dari sterilisator ozon dan ultra violet merupakan air hasil olahan yang dapat langsung diminum.

A. Oksidasi Dengan Kaporit

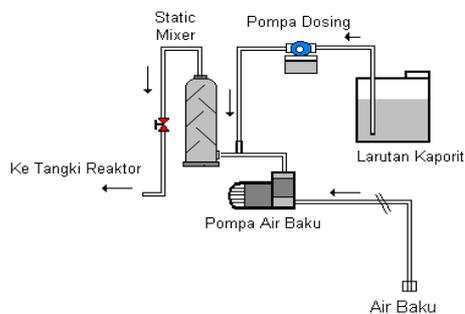
Pembubuhan kaporit berfungsi untuk mengoksidasi zat besi atau mangan yang ada di dalam air, serta untuk membunuh kuman atau bakteri coli. Reaksi oksidasi besi atau mangan oleh khlorine atau kaporit adalah sebagai berikut :



Khlorine, Cl_2 dan ion hipokhlorit, $(\text{OCl})^-$ adalah merupakan bahan oksidator yang kuat sehingga meskipun pada kondisi Ph rendah dan oksigen terlarut sedikit, dapat mengoksidasi dengan cepat. Berdasarkan reaksi tersebut di atas, maka untuk

mengoksidasi setiap 1 mg/l zat besi dibutuhkan 0,64 mg/l khlorine dan setiap 1 mg/l mangan dibutuhkan 1,29 mg/l khlorine. Tetapi pada prakteknya, pemakaian khlorine ini lebih besar dari kebutuhan teoritis karena adanya reaksi-reaksi samping yang mengikutinya.

Injeksi khlorine dilakukan dengan menggunakan pompa dosing kapasitas maksimum sekitar 4,7 liter per jam. Laju injeksi dapat diatur dengan cara mengatur jumlah stroke yang ada pada pompa dosing. Konsentrasi khlorine yang masuk ke static mixer dan tangki reaktor diatur kira-kira 0,1 ppm. Diagram pembubuhan khlorine dapat dilihat seperti pada Gambar 1 .



Gambar 1 : Skema injeksi larutan Kaporit.

Reaksi penghilangan besi dan mangan dengan mangan zeolite tidak sama dengan proses pertukaran ion, tetapi merupakan reaksi dari Fe^{2+} dan Mn^{2+} dengan oksida mangan tinggi (higher mangan oxide). Filtrat yang terjadi mengandung ferri-oksida dan mangan-dioksida yang tak larut dalam air dan dapat dipisahkan dengan pengendapan dan penyaringan. Selama proses berlangsung kemampuan reaksinya makin lama makin berkurang dan akhirnya menjadi jenuh. Untuk regenerasinya dapat dilakukan dengan menambahkan larutan Kaliumpermanganat ke dalam mangan zeolite yang telah jenuh tersebut sehingga akan terbentuk lagi mangan zeolite ($K_2Z.MnO.Mn_2O_7$).

Bahan media terdiri dari Batu kerikil kasar, kerikil halus, pasir silika kasar, pasir silika halus dan mangan zeolit. Skema susunan media yang ada di dalam filter multi media ditunjukkan seperti pada Gambar 2. Susunan media dari bawah ke atas adalah sebagai berikut :

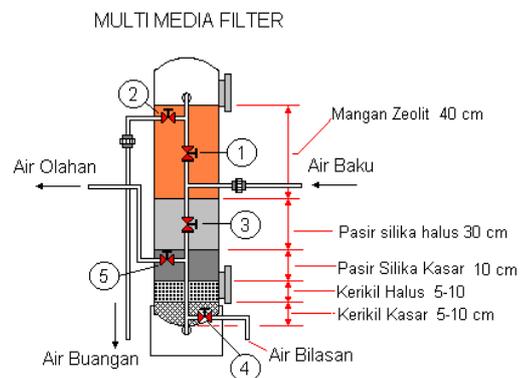
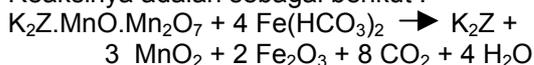
- Lapisan kerikil kasar = 5 – 10 cm
- Lapisan kerikil halus = 5 – 10 cm
- Lapisan pasir silika kasa = 10 cm
- Lapisan pasir silika halus = 30 cm
- Lapisan mangan zeolit = 40 cm

Cara pengoperasian filter multi-media ditunjukkan seperti pada Gambar 3.

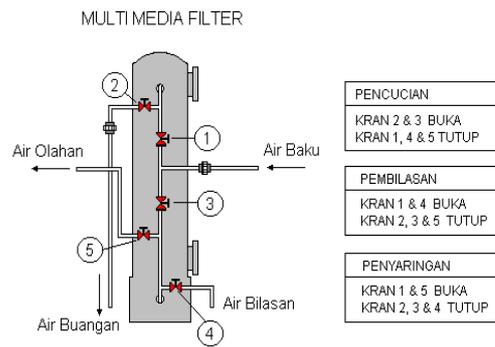
B. Flter Pasir Dan Saringan Mangan Zeolit (Multi Media Filter)

Dari tangki reaktor air dialirkan ke filter multi media yang diisi dengan pasir silika dan mangan zeolit. Pasir silika berfungsi untuk menyaring padatan yang ada di dalam air serta oksida besi atau oksida mangan yang terbentuk di dalam tangki reaktor, sedangkan mangan zeolit berfungsi untuk menghilangkan zat besi atau mangan yang belum sempat teroksidasi oleh khlorine atau kaporit. Mangan Zeolit berfungsi sebagai katalis dan pada waktu yang bersamaan besi dan mangan yang ada dalam air teroksidasi menjadi bentuk ferri-oksida dan mangandioksida yang tak larut dalam air.

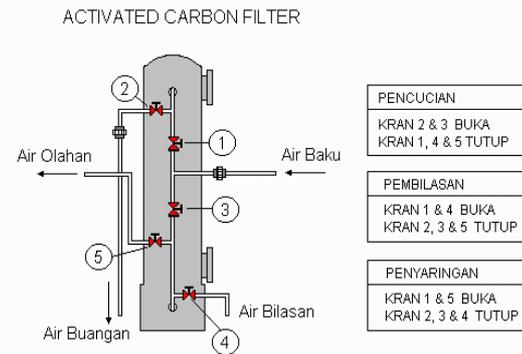
Reaksinya adalah sebagai berikut :



Gambar 2 : Susunan media di dalam filter multi-media.



Gambar 3 : Diagram proses pengoperasian unit filter multi-media.



Gambar 5 : Skema pengoperasian filter karbon aktif.

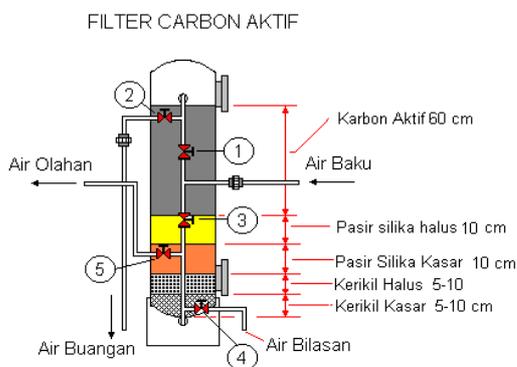
C. Filter Karbon Aktif

Dari filter mangan zeolit air selanjutnya dialirkan ke filter karbon aktif. Filter karbon aktif ini berfungsi untuk menghilangkan polutan mikro misalnya zat organik, deterjen, bau, senyawa phenol serta untuk menyerap logam berat dan lain-lain.

Pada saringan arang aktif ini terjadi proses adsorpsi, yaitu proses penyerapan zat-zat yang akan dihilangkan oleh permukaan arang aktif. Apabila seluruh permukaan arang aktif sudah jenuh, atau sudah tidak mampu lagi menyerap maka proses penyerapan akan berhenti, dan pada saat ini arang aktif harus diganti dengan arang aktif yang baru.

Skema susunan media yang ada di dalam filter karbon aktif ditunjukkan seperti pada Gambar 4, sedangkan skema proses pengoperasian filter karbon aktif ditunjukkan seperti pada Gambar 5. Susunan media dari bawah ke atas adalah sebagai berikut :

- Lapisan kerikil kasar = 5-10 cm
- Lapisan kerikil halus = 5 - 10 cm
- Lapisan pasir silika kasar = 10 cm
- Lapisan pasir silika halus = 10 cm
- Lapisan karbon aktif = 60 cm



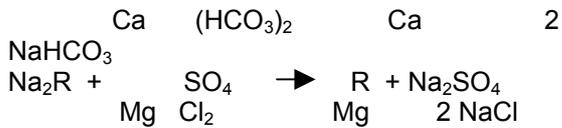
Gambar 4 : Susunan media di dalam filter karbon aktif.

D. Penghilangan Kesadahan Dengan Proses Pertukaran Ion

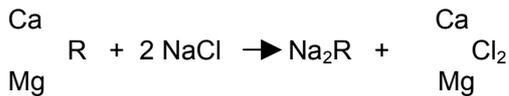
Pada proses pertukaran ion, kalsium dan magnesium ditukar dengan sodium. Pertukaran ini berlangsung dengan cara melewatkan air sadah ke dalam unggun butiran yang terbuat dari bahan yang mempunyai kemampuan menukarkan ion. Bahan penukar ion pada awalnya menggunakan bahan yang berasal dari alam yaitu greensand yang biasa disebut zeolit, Agar lebih efektif Bahan greensand diproses terlebih dahulu. Disamping itu digunakan zeolit sintetis yang terbuat dari sulphonated coals dan condensation polymer. Pada saat ini bahan-bahan tersebut sudah diganti dengan bahan yang lebih efektif yang disebut resin penukar ion. Resin penukar ion umumnya terbuat dari partikel cross-linked polystyrene. Terdapat beberapa resin penukar ion yang diproduksi oleh berbagai pabrik dan dipasaran masing-masing mempunyai nama dagang tersendiri.

Untuk proses penghilangan kesadahan atau pelunakan, resin yang digunakan adalah resin penukar kation yang mengandung sodium, pada proses ini ion Na pada resin ditukar dengan ion Ca dan Mg yang terdapat pada air yang diolah. Selama proses pelunakan, lama kelamaan ion Na akan habis ditukar dengan ion Ca dan Mg, pada saat ini resin tersebut dikatakan telah jenuh, dan sudah tidak berfungsi lagi. Apabila resin telah jenuh maka resin tersebut perlu diregenerasi. Proses regenerasi dilakukan dengan cara melewatkan larutan garam dapur pekat ke dalam unggun resin yang telah jenuh. Pada proses regenerasi terjadi reaksi sebaliknya yaitu kalsium dan magnesium dilepaskan dari resin, digantikan dengan sodium dari larutan garam.

Reaksi pelunakan adalah sebagai berikut :



Reaksi regenerasi adalah sebagai berikut :

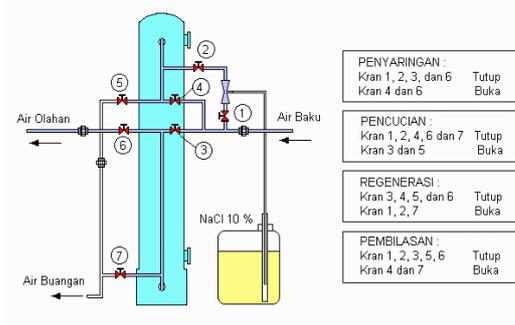


Susunan media di dalam filter penukar ion (softener) adalah sebagai berikut :

Lapisan kerikil kasar	: 5-10 cm
Lapisan kerikil halus	: 5 - 10 cm
Lapisan pasir silika kasar	: 10 cm
Lapisan pasir silika halus	: 10 cm
Lapisan resin penukar ion	: 80-100 cm

Sedangkan skema pengoperasian filter penukar ion ditunjukkan pada Gambar 7.

Regenerasi resin penukar ion dilakukan dengan membubuhkan larutan garam dapur (10 %) ke dalam filter penukar ion. Larutan garam dapur dibuat dengan cara memasukkan 5 kg garam dapur ke dalam tangki garam dan dilarutkan dengan 50 liter air, lalu diaduk sampai larut. Dengan melakukan tahapan proses regenerasi seperti pada Gambar 7, maka injektor akan terjadi vakum dan akan menghisap larutan garam yang ada di dalam tangki garam dan masuk ke dalam filter penukar ion. Proses regenerasi dilakukan kira-kira 10-20 menit.



Gambar 6 : Skema pengoperasian filter penukar ion (softener).

E. Cartridge Filter

Setelah disaring melalui filter penukar ion (Softener), air dialirkan melalui filter cartridge untuk menghilangkan kekeruhan

yang mungkin masih tersisa. Filter cartridge ini dapat menyaring padatan atau kekeruhan sampai ukuran 0,5 mikron. Dengan demikian air yang keluar dari cartridge filter ini sudah sangat jernih.

F. Sterilisator Ultra Violet

Dari cartridge filter, selanjutnya air dialirkan ke sterilisator ultra violet agar seluruh bakteri atau mikroorganisme yang ada di dalam air dapat dibunuh secara sempurna. Air yang keluar dari sterilisator ultra violet merupakan air hasil olahan yang dapat langsung diminum.

F. Ozon Generator

Agar sterilisasi lebih sempurna air yang telah diproses diinjeksi dengan ozon yang dihasilkan oleh generator ozon, setelah itu air hasil olahan ditampung di bak penampung yang terbuat dari stainless-steel, selanjutnya dibagi melalui kran distribusi di tempat pengisian.

G. Spesifikasi Peralatan

1. Pompa air baku

Tipe	: Jet/ Semi Jet
Power	: 250 Watt/220 V
Tekanan	: 4 Bars (max)
Kapasitas	: 30 l/min
Suction H	: 9 m
Discharge H	: 40 m
Jumlah	: 1 unit

2. Pompa dosing

Tipe	: Chemtech 100/030
Power	: 60 watt
Tekanan	: 7 Bars
Kapasitas	: 4.7 lt/ jam
Pump Head	: SAN
Diaphragm	: Hypalon
Jumlah	: 1 unit

3. Tangki Bahan Kimia

Volume	: 25 liter
Ukuran	: 50 cm x 25 cm x 10 cm
Material konstruksi	: FRP
Kapasitas	: 50 liter
Jumlah	: 1 unit

4. Tangki Reaktor

Kapasita	: 0,5 – 1 M3/jam
Ukuran	: 63 cm x 120 cm
Material konstruksi	: FRP
Tekanan	: 4 Bar
Inlet/Outlet	: 1 "
Jumlah	: 1 unit

5. Filter Multi media

Tekanan	:	3 Bars
Kapasitas	:	1.4 – 1.8 m ³ / jam
Ukuran	:	Ø 12 inchi x 120 cm
Material	:	FRP
Inlet/outlet	:	1 "
Sistem	:	Manual
Media	:	Pasir silika, manganese Zeolit
Media penyangga	:	Gravel
Jumlah	:	1 unit

6. Filter karbon aktif

Tekanan	:	3 Bars
Kapasitas	:	1.4 – 1.8 m ³ / jam
Ukuran	:	Ø 12 inchi x 120 cm
Material	:	FRP
Inlet/outlet	:	1 "
Sistem	:	Manual
Media	:	Karbon aktif
Media penyangga	:	Gravel
Jumlah	:	1 unit

7. Filter penukar ion

Tekanan	:	3 Bars
Kapasitas	:	1.4 – 1.8 m ³ / jam
Ukuran	:	Ø 12 inchi x 120 cm
Material	:	FRP
Inlet/outlet	:	1 "
Sistem	:	Manual
Media	:	Resin
Media penyangga	:	Gravel
Jumlah	:	1 unit

8. Filter Cartridge

Tekanan	:	3 Bars
Kapasitas	:	30 Liter/menit
Ukuran	:	Ø 12 cm x 55 cm
Material	:	Plastic
Inlet outlet	:	1 "

9. Sterilisator Ultra Violet

Tekanan	:	3 Bars
Kapasitas	:	30 Liter/menit
Ukuran	:	20cm x 20 cm x 120 cm

10. Ozon Generator

Tipe	:	MOG 20
power	:	105 W, 220V
Ukuran	:	59cm x 16 cm x 10 cm

4. UJI COBA ALAT

Unit pengolahan air sadah menjadi air siap minum mampu memproduksi air siap minum 20.000 liter per hari telah dibangun Druju, Malang Selatan, Jawa Timur, dengan air baku yang akan diolah diambil dari air sedang yang setiap harinya digunakan oleh masyarakat untuk kebutuhan air masak. Sebelum unit dioperasikan, tahap pertama yang dilakukan adalah pencucian filter multi

media, selanjutnya diikuti dengan pencucian filter karbon dan regenerasi filter penukar ion menggunakan larutan garam dapur 10 %. Air pencuci yang digunakan adalah air baku dari bak penampung sambil diinjeksi larutan kaporit dengan konsentrasi diatur sekitar 0,5 mg/l. Hal ini dilakukan agar bakteri yang ada di dalam media penyaring dapat dimatikan. Setelah bersih, injeksi kaporit di kecilkan dan diatur menjadi sekitar 0,2 mg/l. Selanjutnya filter dibilas satu persatu mulai dari filter multi media, filter karbon aktif dan selanjutnya filter penukar ion (softener). Setelah proses pembilasan unit pengolahan air siap dioperasikan.

Air baku dipompa ke filter multi media dengan tekanan opresai sekitar 4 bar sambil diinjeksi dengan larutan khlorine (kaporit) menggunakan pompa dosing dengan tekanan maksimum 7 bar. Larutan khlorine diatur sedemikian rupa agar konsentrasi kaporit di dalam air baku mencapai kira-kira 0,2 mg/l. Setelah diinjeksi dengan larutan kaporit, air masuk ke Static Mixer, Filter Multi Media, Filter Karbon Aktif, Filter Penukar Ion (Softener), filter cartridge, selnjutnya masuk ke strilisator Ultra Violet, dan terakhir masuk ke ejektor vakum yang berhubungan dengan generator ozon, sehingga air akan bercampur dengan udara yang mengandung ozon yang dihasilkan dari generator ozon. Air yang telah bercampur dengan ozon selanjutnya ditampung di dalam bak penampung yang terbuat dari bahan stainless steel. Dari bak penampung air olahan selanjutnya air dialirkan ke ruang pengisian.

Pada saat awal proses, air olahan dibuang yang dihasilkan dibuang untuk beberapa waktu yakni sekitar 8 jam. Hal ini dilakukan untuk proses pembersihan perpipaan lainnya dan bak penampung dari kotoran terlarut serta untuk meng-hilangkan bau lem yang terdapat pada perpipaan. Setelah proses berjalan stabil air olahan ditampung di dalam bak penampung air olahan, dan selajutnya dilairkan ke kran pengisian.

Setelah proses berjalan lima sampai sepuluh hari, sehingga proses telah berjalan dengan sempurna, air baku dan air hasil pengolahan diambil dan dianalisa di laboratorium untuk diperiksa parameter fisika-kimia dan parameter bakteriologisnya. Pemeriksaan dilakukan di laboratorium. Hasil analisa selengkapnya dapat dilihat seperti pada Tabel 4. Berdasarkan hasil analisa tersebut air olahan yang telah dihasilkan layak digunakan sebagai air siap minum, artinya

telah memenuhi syarat sebagai air yang dapat langsung diminum tanpa dimasak terlebih dahulu.

5. PEMANFAATAN HASIL KEGIATAN

Hasil kegiatan berupa satu unit instalasi pengolahan air sadah menjadi air siap minum dengan kapasitas olah 20.000 liter per hari beserta satu unit bangunan pelindung. Unit alat tersebut di kelola oleh masyarakat setempat melalui kelompok pemakai air. Air hasil olahan di jual ke masyarakat setempat dengan harga sekitar Rp. 2.000,- (dua ribu rupiah) tiap satu galon akua (20 liter) dan diantar sampai ke rumah.

5.1. Biaya Produksi

Biaya Produksi per tahun adalah seperti pada tabel berikut :

Tabel-3 Biaya produksi per tahun

No	Jenis Pengeluaran	Total Pengeluaran (Rp)
1	Biaya Listrik	900.000
2	Bahan Kimia Kaporit/ Kalium Permanganat	200.000
3	Media Filter	3.000.000
4	Cartirdge Filter	300.000
5	Biaya operator (2 orang)	9.600.000
6	Lampu UV	300.000
7	Lampu Ozon	2.500.000
8	Lain-lain	750.000
	Biaya air Baku	25.200.000
	Total biaya produksi per tahun	42.750.000

5.2. Pendapatan :

Total Produksi maksimum per tahun (320 hari kerja) = 10.000 Lt/hari X 320 Hari = 3.200.000 Liter

Biaya produksi air siap minum = Rp. 13,35 per liter

Harga Jual = Rp. 2000,- per 20 Liter.

5.3. Skenario Terjual 50 % Dari Kapasitas Produksi

Asusmsi :Terjual 50 % dari kapasitas produksi.

Pendapatan kotor per tahun = $3.200.000/20 \times 0,5 \times \text{Rp. } 2000,- = \text{Rp. } 160.000.000,-$

Pendapatan per tahun = $\text{Rp. } 160.000.000 - \text{Rp. } 42.750.000 = \text{Rp. } 117.250.000,-$
(Jika tanpa memperhitungkan modal).

5.4. Skenario Terjual 25 % Dari Kapasitas Produksi

Asusmsi :Terjual 25 % dari kapasitas produksi.

Pendapatan kotor per tahun = $3.200.000/20 \times 0,25 \times \text{Rp. } 2000,- = \text{Rp. } 80.000.000,-$

Pendapatan per tahun = $\text{Rp. } 80.000.000 - \text{Rp. } 42.750.000 = \text{Rp. } 37.250.000,-$
(Jika tanpa memperhitungkan modal).

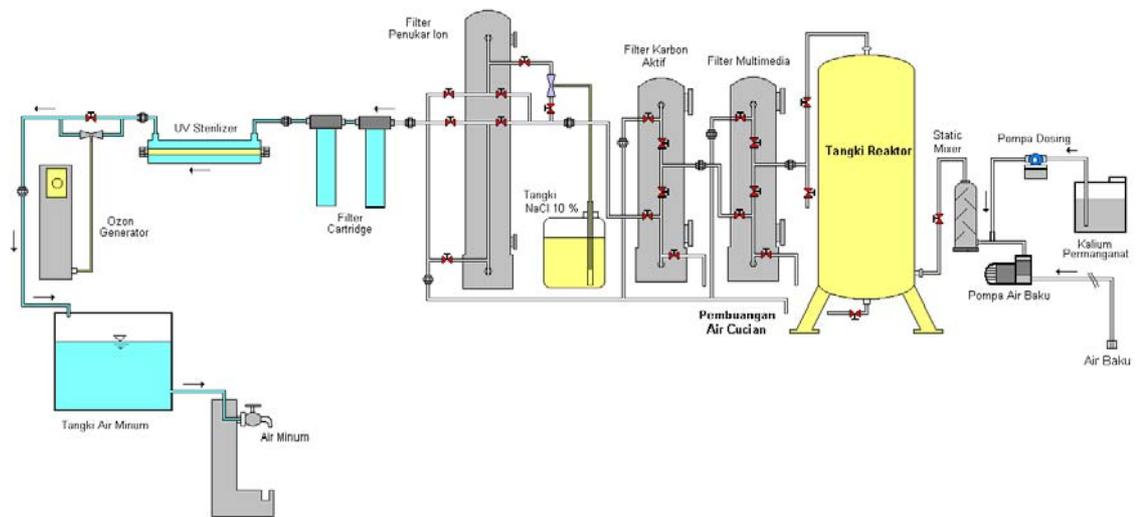
6. KESIMPULAN

Pengolahan air tanah atau sumur dengan kesadahan menjadi air yang siap minum dapat dilakukan dengan proses yang sederhana dengan kombinasi proses oksidasi dengan kalium permanganat atau khlorine, penyaringan dengan filter multi media, filter karbon aktif dan filter penukar ion sebagai penghilang kesadahan, kemudian dilengkapi dengan sistem disinfeksi dengan menggunakan UV sterilisator dan injeksi dengan ozon.

Unit alat pengolahan air sadah menjadi air siap minum tersebut sangat berpotensi sebagai usaha industri kecil pengisian kembali air kemasan galon karena biaya produksinya sangat rendah dan untuk daerah yang sulit air terutama untuk daerah pegunungan berkapur.

DAFTAR PUSTAKA

1. Asaoka Tadatomo, " *Yousui Haisui Shori Gijutsu* ", Tokyo, 1973.
2. Benefield, L.D., Judkins, J.F., and Weand, B.L., " *Process Chemistry For Water And Waste Treatment* ", Prentice-Hall, Inc., Englewood, 1982.
3. Fair, G.M., Geyer, J.C., AND Okun, D.A., " *Element Of Water Supply And Waste Water Disposal* ", Second Edition, John Wiley And Sons, New York, 1971.
4. Hamer, M. J., " *Water And Waste water Technology* ", Second Edition, John Wiley And Sons, New York, 1986.
5. Peavy, H.S., Rowe, D.R, AND Tchobanoglous, S.G., " *Environmental Engineering* ", Mc Graw-Hill Book Company, Singapore, 1986.



Gambar 7 : Diagram proses pengolahan air sadah menjadi air siap mnum.



Gambar-8 Chemical tank, pompa air baku, mixer, dosing pump, reaktor tank dan Instalasi Filter



Gambar-9 Filter Multi Media, Mangane Zeolite, Ion Exchange untuk mengolah air sadah



Gambar-10 Sterilisator ultra violet dan ozon generator



Gambar-11 Kontrol panel



Gambar-12 Tangki penampung air minum



Gambar-13 Tempat pengisian



Gambar-14 Bangunan Pelindung pengolahan air sadah menjadi air siap minum

Tabel 4 : Hasil Analisa Kualitas Air Olahan

Parameter	Unit	Test Results	Requirement SNI 01-3553-1996	Method*) Part Number
1 Organoleptic :				
1.1 Odor	-	Negativ	Odorless	2150 B
1.2 Taste	-	Normal	Tasteless	2160 C
1.3 Color	Pt Co scale	Nil	2.5	2120 B
2 Physical & chemical :				
2.1 PH	-	7.57	6.5 – 8.5	4500-H ⁺ -B
2.2 Turbidity	NTU	Nil	5	2130 B
2.3 Total Hardness as CaCO ₃	mg/1	10.26	170	2340 C
2.4 Dissolved Solid	mg/1	400	500	2540 B
2.5 Organic Meter by KmnO ₄	mg/1	0.96	1.0	Permanganometri c
2.6 Nitrate	mg/1	Below 0.001	45	4500-NO ₃ -B
2.7 Nitrite	mg/1	Below 0.001	0.005	4500-NO ₂ -B
2.8 Ammonium	mg/1	Below 0.04	0.15	4500-NH ₃ -C
2.9 Sulfate	mg/1	7.11	200	4500-SO ₄ ²⁻ -E
2.10 Chloride	mg/1	77.70	250	4500-Cl-B
2.11 Floride	mg/1	0.16	1.0	4500-CF-B
2.12 Cynide	mg/1	Below 0.01	0.05	4500-CN-B
2.13 Iron	mg/1	Below 0.04	0.3	3500-Fe-B
2.14 Manganese	mg/1	Below 0.02	0.05	3500-Mn-B
2.15 Free Chlorine	mg/1	Below 0.02	0.1	4500-Cl ₂
2.16 Heavy Metal:				
2.16.1 Lead	mg/1	Below 0.01	0.05	3500-Pb-B
2.16.2 Copper	mg/1	Below 0.03	0.5	3500-Cu-B
2.16.3 Cadmium	mg/1	Below 0.005	0.01	3500-cd-B
2.16.4 Mercury	mg/1	Below 0.001	0.001	3500-Hg-B
3 Bacteriological :				
3.1 TP (Fabric)	per ml	-	1.0 x 10 ²	9215 B
3.2 TPC (market)	per ml	8.0 x 10 ⁴	10 x 10 ⁵	9215 B
3.3 Coliform	per 100 ml	Nil	< 2	9222 B
3.4 Salmonella sp	per 100 ml	Negative	Negative	9260 D
3.5 Clostridium sp	per ml	Negative	Negative	**)

*) Standar Methode, 19th Edition 1995, APHA-AWWA-WEF

**)"The testing of water" SNI 01-3554-1994