

RANCANGAN SISTEM PENYEDIA AIR BEBAS MINERAL MENGUNAKAN MEMBRAN UNTUK IRRADIATOR GAMMA 2X 250 Kci

Tri Harjanto, Ari Satmoko
Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir (PRPN) – BATAN
E-mail : Thr_59@yahoo.co.id

ABSTRAK

RANCANGAN SISTEM PENYEDIA AIR BEBAS MINERAL MENGGUNAKAN MEMBRAN UNTUK IRRADIATOR GAMMA 2X 250 KCI. Telah dilakukan rancangan instalasi irradiator gamma 2 x 250 K.Ci untuk pengawetan produk pertanian, yang menggunakan air bebas mineral pada kolam penyimpan isotop sumber radiasi dengan volume kolam 80.000 liter. Untuk memenuhi kebutuhan air tersebut diperlukan prarancangan sistem yang tepat dan memenuhi standard kualitas yang ditetapkan, yaitu kapasitasnya 1000 liter/jam, menggunakan resin minimal hanya sebagai finishing, kualitas air stabil dan sesuai pula dengan ruangan yang tersedia, maka dipilih sistem pengolahan air bebas mineral dengan membran reverse-osmosis (RO). Prinsip proses ini diawali dari air baku masuk ke multi media filter untuk menyaring larutan kasar, kemudian masuk ke filter catrige berukuran 0,5 micron dan 0,1 micron selanjutnya kontaminan seperti bakteri, virus, ion-ion logam dan lain-lain dipisahkan oleh membran reverse-osmosis dengan rejeksi 99 % sehingga Total desolved solid (TDS) menjadi kecil hampir seperseratusnya dan konduktivitas menjadi kecil pula. Sebagai pengendali konduktivitas terakhir digunakan resin untuk menangkap ion-ion yang masih tersisa sehingga menjadi air bebas mineral yang memenuhi kualitas standard. Hasil prarancangan untuk menghasilkan kapasitas 1000 liter/jam diperlukan air baku 1600 liter/jam, daya listrik 4 kW, ruangan yang diperlukan 3 x 3 m²

Kata kunci : rancangan, kolam irradiator, air bebas mineral, membran, RO.

ABSTRACT

A DESIGN OF DEMINERALIZED WATER SUPPLY WITH MEMBRANE SYSTEM PROCESS OF GAMMA IRRADIATOR 2X250 KCI. It has been carried out gamma irradiator installation design 2 x 250 K Ci for the preservation of agricultural products, which use mineral-free water in the storage pool isotope radiation sources with volume 80 000 liter pool. To meet the water requirements needed design right system and meet the specified quality standards, the capacity is 1000 liters per hour, using only a minimal resin finishing, water quality is stable and is also in line with the space available, then the selected mineral-free water treatment system with membrane reverse-osmosis (RO). The principle of this process starts from raw water into the multi-media filter to filter the coarse solution, then enter the size of 0.5 micron filter catrige and then 0.1 micron contaminants like bacteria, virus, metal ions and other separated by a membrane reverse-osmosis by 99% so that the total rejection desolved solid (TDS) becomes small and almost the percent conductivity becomes too small. As controlling the conductivity of the resin used to capture the last of the ions remaining to be mineral-free water-quality standards that meet. Results design to produce 1000 liters per hour capacity required 1600 liters of raw water per hour, 4 kW electric power, space required 3 x 3 m²

Keywords: design, demineralized water, irradiator pool, membrane, RO.

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara agraris yang mempunyai berbagai jenis komoditas produk pertanian seperti padi, kacang-kacangan, buah-buahan, rempah-rempah sampai bahan obat-obatan herbal. Supaya mutu produk tersebut tetap memenuhi standard yang ditentukan maka dilakukan upaya peningkatan kualitas, dengan cara sterilisasi supaya tidak mudah busuk atau rusak. Sterilisasi dirancang dengan menggunakan radiasi teknologi nuklir yang disebut irradiator. Prinsip teknologi ini adalah melakukan radiasi dengan nilai intensitas dan dosis tertentu supaya jasad renik seperti bakteri, jamur, spora dan hama lain mati. Penerapan teknologi irradiator untuk pengawetan produk

pertanian ini telah banyak di terapkan di beberapa negara dan telah menunjukkan konstribusi nilai ekonomi baik bagi petani maupun pengusaha serta negara^[1].

BATAN telah melakukan rancang bangun alat irradiator yang terdiri dari sumber radiasi, kolam penyimpan sumber radiasi, *conveyor*, *crane*, sistem ventilasi, sistem kontrol dan air bebas mineral. Air bebas mineral diperlukan untuk mengisi air kolam tempat penyimpanan sumber radiasi. Fungsi air kolam ini adalah sebagai perisai radiasi saat penyimpanan sumber radiasi (isotope), yaitu pada saat sumber tidak digunakan. Kolam juga digunakan saat penggantian sumber baru serta untuk penyimpanan sementara sumber bekas. Volume dan ukuran kedalaman atau ketebalan kolam harus memenuhi standard radiasi permukaan kolam yang diijinkan. Kandungan mineral air isian kolam termasuk kandungan ion logam harus seminimal mungkin. Hal tersebut untuk menghindari terjadinya interaksi antara radiasi gamma dengan materi mineral dan ion-ion logam yang terkandung didalam air. Interaksi tersebut berpotensi mengubah sifatnya sehingga menjadi aktif. Air untuk isian ini disebut air bebas mineral yaitu air murni (H₂O) dengan kandungan mineral yang sangat kecil. Pada makalah ini dibahas rancangan proses produksi air bebas mineral sesuai dengan persyaratan disain^[1].

1.1. DASAR TEORI

Air di alam tercampur maupun terlarut serta tersuspensi dengan berbagai macam zat dan gas diantaranya adalah sebagai berikut^[2] :

1. Berbentuk Gas: O₂, CO₂, H₂S, Ozon Ammoniak .
2. Zat terlarut: logam berat, Na, K, Ca, Mg, NH₄⁺, Fe⁺², Mn⁺², Cl⁻, SO₄⁻², HCO₃⁻, SiO₃⁻², Zat organik terlarut
3. Zat tersuspensi: Kekeruhan, Fe, Mn, logam berat, senyawa organik, mikro organisme, Plankton, bakteri Dll

Secara umum air di alam mengandung mineral dan mikroorganisme seperti tersebut diatas, sehingga mengakibatkan sifat air mempunyai konduktivitas serta sifat lain yang tidak memenuhi kualitas air bebas mineral untuk isian irradiator. Apabila tidak memenuhi kualitas yang disyaratkan maka dapat membahayakan sistem irradiator. Diantaranya dapat menyebabkan komponen berkarat, terjadi endapan dikolam, terjadi radioaktivitas di air dan sebagainya. Ada beberapa teknologi untuk menghilangkan mineral maupun ion-ion logam dari air baku yang berasal dari alam diantaranya adalah *coagulation processes*, *lime softening*, *ion exchange*, *chemical oxidation disinfection*, dan sistem membran. Masing-masing teknologi ini mempunyai kelebihan dan kekurangan, namun menurut Ronald L dan Droste teknologi membran mempunyai banyak keunggulan untuk dapat mengolah air baku menjadi air bebas mineral^[3]. Pada penyedia air bebas mineral untuk irradiator ini dipilih teknologi dengan proses sistem kombinasi yaitu sebagai pretreatment menggunakan multimedia filter, kemudian sebagai pemisahan mineral terlarut dan ion-ion logam dengan sistem membran dan sebagai tahap akhir untuk menjaga kualitas digunakan penukar ion.

2. METODOLOGI

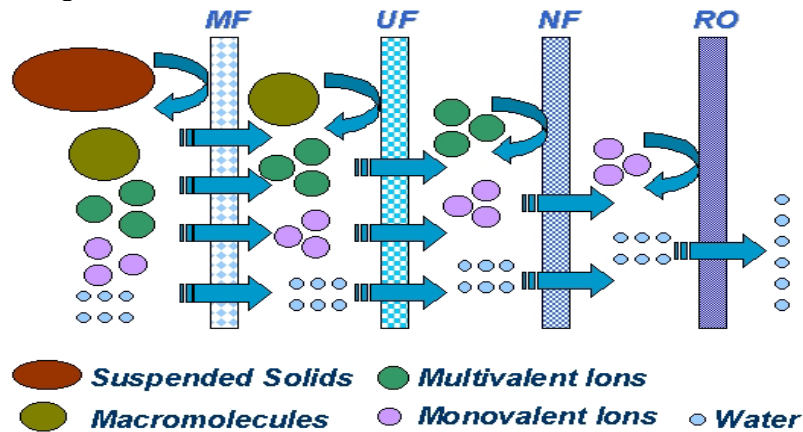
2.1. Teknologi Membran^[4]

Berdasarkan *spectrum* ukuran pori membran, ada 5 pengelompokan yaitu:

1. *Particle filtration* (penyaringan partikel), dengan ukuran pori-pori membran yang digunakan paling kecil mendekati 1 micron, partikel ini terbagi dua, yaitu makro partikel dengan ukuran sampai 20 micron yang masih bisa dilihat dengan mata telanjang, dan mikro partikel dengan ukuran mendekati 1 micron, yang harus menggunakan alat bantu mikroskop untuk melihatnya.
2. *Microfiltration*, membran yang dapat memisahkan partikel dengan diameter dari (3 – 0.05) micron, yang hanya bisa dilihat menggunakan SEM (Scanning Electron Microscope).
3. *Ultrafiltration*, dimana range diameter yang bisa disaring oleh membran berkisar dari (0.15 – 0.0014) micron, yang hanya bisa dilihat menggunakan SEM.

4. *Nanofiltration*, sesuai dengan namanya, nano (10^{-9}) meter, bisa menyaring molekul atau atom dengan range dari (0.0015 – 0.0008) micron, juga hanya bisa diamati dengan menggunakan SEM.

5 Yang terakhir inilah teknologi yang disebut dengan RO (*Reverse Osmosis membrane*), dikenal juga dengan *hyperfiltration*, proses ini yang banyak digunakan untuk menyaring air untuk kebutuhan air minum, range dari *membrane* ini berkisar dari (0.001- 0) micron. Sedang material dari membran sendiri berkembang sangat cepat mengikut keperluan dan sumber daya masing-masing negara yang memproduksinya, ada yang berasal dari polymer, keramik, carbon, zeolit, dan logam. Sebagai ilustrasi macam-macam membran dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Ilustrasi kriteria membran

Dengan mengetahui jenis dan ukuran partikel yang terdapat dalam cairan, maka diameter partikel membran dapat dipilih, apakah digunakan jenis membran mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, nanofiltrasi atau RO. Semakin kecil pori membran semakin tinggi tekanan yang diperlukan sehingga energi yang diperlukan juga semakin besar. Sebagai gambaran untuk membran micro dan ultra cukup diperlukan tekanan 1 sampai 2 bar, untuk nano tekanan pompa yang diperlukan 5 sampai 10 bar, sedangkan untuk membran RO tekanan bisa 10 sampai 80 bar.

2.2. Cara Rancangan

Rancangan dimulai dari menetapkan batasan syarat rancangan air baku yang akan diolah, kemudian kondisi lingkungan dan ruangan hasil rancangan irradiator yang telah dibuat, kemudian persyaratan hasil yang harus dipenuhi pada sistem yang akan dibuat.

2.3. Syarat Rancangan

a. Syarat air baku

- Syarat minimal kualitas air baku untuk umpan sesuai standard air minum SNI-01-0220- 1987, Air minum,
- Permenkes tentang standard kualitas air bersih dan air minum NOMOR: 416/MENKES/PER/IX/1990 TANGGAL : 3 SEPTEMBER 1990
- Jumlah padat terlarut TDS maksimum 100 mg/L
- Kekeruhan 5 skala NTU
- Warna 15 skala TCU

b. Kondisi rancangan sistem yang terkait:

- a) Ruang yang tersedia 4 x 10 m
- b) Lingkungan radiasi
- c) Kapasitas kolam 80 m³

c. Persyaratan hasil rancangan yang harus dipenuhi :

1. Mampu menghasilkan air bebas mineraleral dengan pH : 5,8 –6,5
2. Conductivity : 1 μ S/cm (max),

3. Kandungan silica: 0,01 ppm (max).
4. Kapasitas 1000 liter perjam
5. Sistem dapat menstabilkan kualitas air kolam secara otomatis
6. Sistem dapat menstabilkan ketinggian permukaan air secara otomatis.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut dirancang sistem proses produksi air bebas mineral dengan kombinasi sistem membran dan dilanjutkan dengan sistem penukar ion. Dengan sistem ini penggunaan resin jauh lebih sedikit dibandingkan dengan sistem yang hanya menggunakan resin saja, demikian juga penggunaan chemical lainnya seperti garam, karena proses pemisahan larutan mineral dan ion-ion logam telah dilakukan secara mekanis oleh *membrane Rivers Osmosis* atau yang dikenal dengan RO.

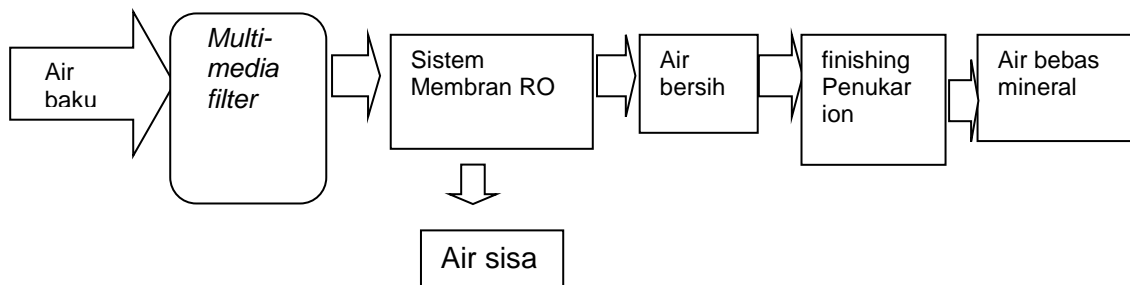
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pemilihan sistem

Pemilihan sistem dan perhitungan didasarkan data hasil perancangan komponen sistem yang terkait diantaranya yaitu: Volume air kolam, kualitas air bebas mineral, alur proses produksi serta, proses pengisian. Volume air kolam yang dibutuhkan adalah sebesar 80.000 liter atau 80 m³. Kolam berukuran panjang 7000 mm, lebar 2000 mm dan tinggi 7000 mm. Kualitas air sesuai persyaratan tersebut diatas. Proses produksi dimulai dengan pengadaan air dengan volume tersebut yaitu dengan memproses air dari air baku menjadi air bebas mineral. Sistem produksi air bebas mineral ini kapasitasnya 1000 liter per jam sehingga untuk memproduksi air sejumlah 80.000 liter diperlukan waktu selama 80 jam atau 10 hari kerja. Sistem dilengkapi dengan tanki tampungan 2000 liter yang digunakan untuk pengisian air *make up* secara otomatis, dimana kolam dibuat batas level maksimal dan minimal. Pada level minimal air bebas mineral mengisi kolam, dan pada batas level atas pengisian mati^[1]. Air *make up* ini diperlukan untuk penambahan akibat adanya pengurangan oleh adanya penguapan. Selain untuk penambahan tersebut sistem ini sesuai rancangan mampu menstabilkan kualitas air bebas mineral dengan memonitor konduktivitasnya. Pada kondisi konduktivitas naik melebihi batas yang disyaratkan maka proses air bebas mineral beroperasi.

Pada waktu proses irradiasi dilakukan, volume barang keluar masuk melewati di atas kolam sampai 50 ton lebih perhari, sehingga dimungkinkan adanya debu atau partikel sejenis akan mengotori air kolam maka diperlukan sirkulasi air agar supaya air selalu bersih dan jernih dengan konduktivitas memenuhi syarat yang ditentukan yaitu 1 μ Siemen. Air baku diambil dari air bersih dengan TDS maksimum 500 ppm. Alur proses dirancang dengan menggunakan kombinasi teknologi *multimedia filter*, membran dan *ion exchange*.

Secara skematik dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Skema sistem proses air demineraliser

3.2. Pemilihan Multi Media Filter

Multi media pada sistem ini dibutuhkan sebagai pretreatment supaya membran RO tidak mudah mampat.

Multi media filter terdiri dari

a. Tangki media, yaitu tabung yang biasanya terbuat dari bahan stainless steel atau FRP (*fiber Reforcment Plastic*) sebagai wadah media filter.

b. Isi media, yaitu material yang berisi bahan multi media filter yang dapat dipilih sesuai dengan fungsi penggunaannya, diantaranya adalah :

- *Sand filter* media berfungsi untuk menghilangkan kekeruhan
- *Birm Filters* berfungsi untuk mereduksi kandungan Fe and Mn
- Selanjutnya untuk menstabilkan PH digunakan *calsite filter* .

c. Sistem katup untuk *input*, *output* dan *backwash*

Katup dapat dibagi menjadi dua yaitu manual dan otomatis, pada sistem ini dipilih katup otomatis. Kontrol otomatis dilakukan oleh perbedaan tekanan, dimana saat tekanan naik tertentu maka otomatis akan menggerakkan posisi katup *back wash*/pencucian.

3.3. Penentuan kapasitas *pretreatment*

Kapasitas *pretreatment* ditentukan berdasarkan kebutuhan kapasitas input membran RO. Pada sistem ini air buangan dari sistem RO direkomendasikan antara 30 % - 66 %, maka kapasitas *multimedia filter* diambil 2 kali lebih besar dari output sistem membran RO sebesar $2 \times 1000 \text{ lt/jam} = 2000 \text{ lt/jam}$.

3.4. Pemilihan tanki multi media filter

Tanki multimedia filter dipilih berdasarkan data vendor ^[4] lampiran 1 maka dapat dipilih tipe yang sesuai dengan kapasitas 2000 liter perjam atau $2 \text{ m}^3/\text{jam}$ maka dipilih yang mendekati kapasitas rata-rata yaitu $2,8 \text{ m}^3/\text{jam}$. Untuk sand filter maka dipilih tipe 50F1220MM.

- Diameter tanki : 12×52 Inchi ($304,8 \times 1320,8$ cm)
- Volume media : 2 Ft^3 (56,5 Liter)
- Flow Rate minimal : 7,8 GPM (1800 L/jam)
- *Backwash* : 11,7 GPM ($2,8 \text{ M}^3/\text{jam}$)
- *Flow rate* rata-rata : 11,7 GPM ($2,8 \text{ M}^3/\text{jam}$)
- Pipa input, output dan backwash: 1 inchi

- Selanjutnya untuk menghilangkan rasa, warna dan bau dengan carbone aktive filter dipilih tipe 50F1325AC dengan ukuran sebagai berikut:
 - Diameter tanki : 13×54 Inchi ($16,25 \times 137,16$ cm)
 - Volume media : $2,5 \text{ Ft}^3$ (56,5 Liter)
 - *Flow Rate* minimal : 7,2 GPM ($1,636 \text{ L/jam}$)
 - *Backwash* : 11 GPM ($2,5 \text{ M}^3/\text{jam}$)
 - *Flow rate* rata-rata : 9,5 GPM ($2,2 \text{ M}^3/\text{jam}$)
 - Pipa input, output dan backwash: 1 inchi

- Selanjutnya untuk menstabilkan PH digunakan calsite filter dipilih tipe 50F1325AC dengan ukuran sebagai berikut:
 - Diameter tanki : 13×54 Inchi ($16,302 \times 137,16$ cm)
 - Volume media : $2,5 \text{ Ft}^3$ (56,5 Liter)
 - *Flow Rate* minimal : 7,2 GPM ($1,636 \text{ L/jam}$)
 - *Backwash* : 11 GPM ($2,5 \text{ M}^3/\text{jam}$)
 - *Flow rate* rata-rata : 9,5 GPM ($2,2 \text{ M}^3/\text{jam}$)
 - Pipa input, output dan backwash: 1 inchi

Spesifikasi tank dan katup:

- Tanki FRP , 115V/1Ph/60H, sistem backwash dengan katup 3 saluran.
- Tekanan katup: 25 - 125 psi (1.3 - 8.6 bars)
- Suhu operasi : $35^0 - 100^0 \text{ F}$ ($2^0 - 38^0 \text{ C}$),

3.5. Pemilihan dan Perhitungan membran

Berdasarkan data vendor industri membran^[5] dari FILMTEC™ MEMBRANES, dipilih membran *Brackish Water Elements* tipe AG4040FF karena tipe ini mempunyai sifat rejeksi tinggi dan dapat digunakan untuk bahan baku dari air baku yang payau. Spesifikasi tipe ini adalah sebagai berikut:

- Model : AG4040FF
- Flow : 2200 GPD (8.3 m3/d)
- Active Area : 85 ft2 (7.9 m3)
- Avg. Rejection : 99.5%
- Part Number : 1206761.

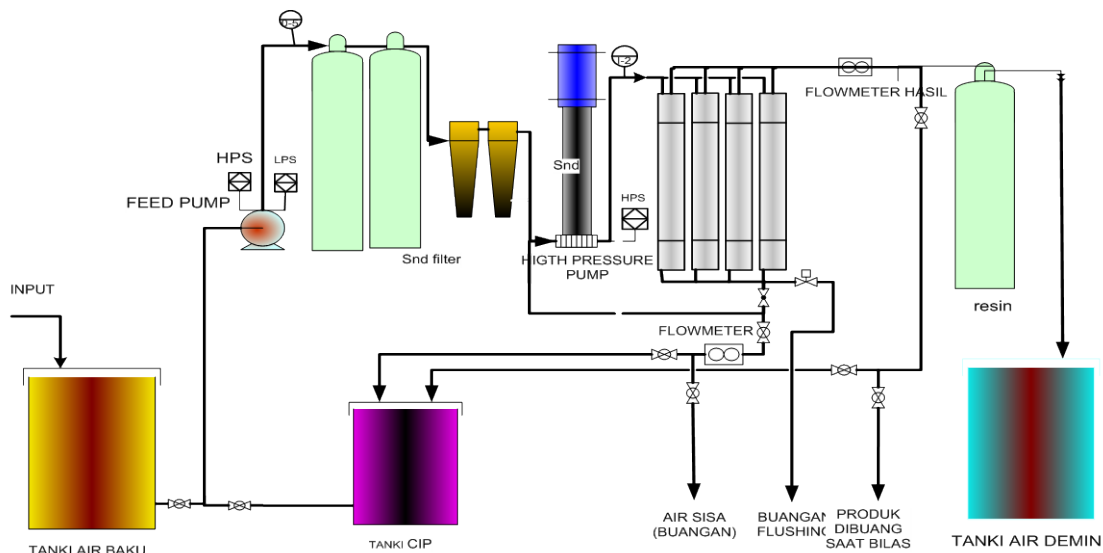
Data tekanan housing membran 300 PSI, bahan FRP, tipe RFP 4040 dan jumlah 4 unit. Kapasitas aliran 8.3 m3/d atau = 0,345 m3/jam, jadi untuk 1000 lt/jam dibutuhkan 4 buah membran sehingga kapasitas maksimum = 0,345 m3/jam x 4 = 1,38 m3/jam, atau 1380 lt/jam. Kelebihan kapasitas sebagai cadangan untuk penggelontoran dan untuk pencucian serta sebagai cadangan penurunan kapasitas akibat penutupan sebagian pori membran.

3.6. Pemilihan pompa tekanan tinggi dan pompa umpan

Untuk menentukan pompa tekanan tinggi, dihitung berdasarkan data rancangan yaitu kapasitas hasil ditargetkan adalah 1000 lt/jam, maka kapasitas pompa dihitung berdasarkan tekanan pompa maksimum membran. Dengan recovery 50 % maka pompa yang dibutuhkan adalah pompa kapasitas 2000 lt/jam, tekanan 15 bar. Berdasarkan data vendor^[6] maka dipilih pompa dari bahan stainless steel 304, Multi Stage Vertical, Lowara : SV 224 F30, 3 Kw, 380VAC; 50Hz. Sebelum memasuki pretreatment diperlukan pompa umpan, kapasitas pompa umpan sesuai kapasitas pompa tekan yaitu 2000 lt/jam pada tekanan yang ditentukan yaitu untuk multimedia filter sekitar 3 bar. Pompa yang sesuai dengan data vendor dari Lowara adalah tipe Multi Stage Horizontal Lowara : CA 70/33/A, 0.75 Kw, 380 VAC; 50 Hz.

Selanjutnya rangkaian sistem Dirancang dirancang sebagai berikut:

SKEMA INSTALASI AIR DEMIN



Gambar 3. Diagram sistem pengolahan air bebas mineral

3.7. Proses kerja sistem membran RO

Sebagaimana ditampilkan pada alur proses, terdapat tanki air baku yang berfungsi sebagai penampung air baik yang berasal dari sumur ataupun dari sungai yang memenuhi syarat air baku dan selalu dijaga isinya. Air baku dipompa oleh Feed dengan tekanan 4 bar untuk melewati pretreatment. Pada pretreatment inilah koloid dan partikel

logam ditangkap, dan partikel yang lolos di saring oleh filter catriage. Selanjutnya air masuk pompa tekanan tinggi, kemudian ditekan dengan tekanan antara 12 sampai 15 bar didalam membran sehinggga air murni lolos sebagai hasil (*Permeate flow*) dan sisanya keluar sebagai air sisa (*Concentrate flow*). Pengaturan unjuk kerja membran diatur dengan katup penekan yang ada pada saluran air sisa dan di pasang pada panel mesin RO. Unjuk kerja dihitung berdasar perbandingan debit aliran air yang dimurnikan dengan debit air buangan.

$$Feed\ flow = Permeate\ flow + Concentrate\ flow$$

$$\% Recovery = \frac{Permeate\ Flow}{Feed\ Flow} \times 100\% = \frac{Permeate\ Flow}{Permeate + Concentrate} \times 100\%$$

Contoh : Jika air produk 4 LPM, Air buangan 2 LPM

$$Maka : \text{aliran umpan} = 4\ LPM + 2\ LPM = 6\ LPM$$

$$Recovery = 4/6 \times 100\% = 66\%$$

Recovery 66 % artinya yang dipisahkan menjadi air bebas mineral adalah sebesar 66 % sedangkan sisanya dapat digunakan untuk kebutuhan yang lain. Selanjutnya air hasil dari sistem RO di kontrol konduktivitasnya, jika masih belum memenuhi syarat maka dilakukan setting yang pertama pada tekanan membran. Apakah tekanan membran terlalu besar, jika terlalu besar menyebabkan rejeksi menurun tetapi debit naik sehingga hasil akhir konduktivitas tidak memenuhi syarat kualitas air yang telah ditentukan. Demikian juga pada pengkondisian PH yang harus berada pada PH normal maka pengaturan atau setting aliran dapat dilakukan untuk mencapai kondisi yang diinginkan. Hal lain yang harus diperhatikan pada sistem membran tidak boleh menutup sama sekali katup recovery atau buangan karena akan menyebabkan tekanan berlebih pada membran dan terjadi sumbatan dari ion-ion yang menempel

Tabel 1. Spesifikasi komponen utama Hasil rancangan .

Komponen	Type	Kode order	Keterangan
Membrane	TFC	BW30 – 4040	Jumlah 4 pcs
Pressure Vessels	300 PSIg FRP	RFP 4040, 300 psi	Jumlah 4 pcs
High Pres. Pump	Multi Stage Vertical	SV 224F30	3 Kw, 380VAC; 50Hz
Feed Pump	Multi Stage Horisontal	CA 70/33/A	0.75 Kw, 380 VAC; 50 Hz
Housing & Cartridge	Poly Ethylene, Slim	Clear PE 20" X 5 micron,	Max. Operasi 6 bar
Housing & Cartridge Cleaning RO	Poly Ethylene, Slim	Clear PE 10" X 5 micron	Max. Operasi 6 bar
Conductivity	Inline	CM - 240	<i>Conductivity monitor</i>

4. KESIMPULAN

Telah dilakukan rancangan sistem penyedia air bebas mineral menggunakan membran untuk irradiator gamma 2 x 250 Kci, hasil rancangan menunjukkan bahwa untuk instalasi sistem pengolah air bebas mineral kapasitas 1000 liter perjam diperlukan debit air baku minimal 1600 liter perjam, debit air buangan 400 liter perjam, daya listrik 4 KW 3 phase 380 volt, ruangan yang diperlukan 3 x 3 meter persegi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ARI SATMOKO, *Rancang Bangun Dasar Irradiator Gamma Batan 2 x 250 KCi. Untuk Pengawetan Hasil Pertanian*, Teknikal dokumen No. Batan RPN-T-2009-01-036-PO-0001, 2010.
- [2] ARIFIN, *Metode Pengolahan (Hardness) Air Dengan Menggunakan Resin Penukar Ion*, Posted Juni 19, 2008.
- [3] RONALD L, DROSTE, *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*, ISBN 0-471-1244-3, John Wiley & Sons, Inc., New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, 1997.
- [4] M. CLEVER, F. JORD, R. KNAUF, DKK, *Process Water Production from River Water, by Ultrafiltration and Reverse Osmosis*, Axiva GmbH, Geb. G811, Industriepark Höchst, D 65926 Frankfurt, E-Mail: knauf@ axia.com , Universitat Bremen, Stahlwerke Bremen BmbH. 1995
- [5] Anonymouse, CATALOG PRODUCT FILMTEC™ MEMBRANES FILMTEC™ REVERSE OSMOSIS SYSTEM ANALYSIS, FilmTec Traing Vidio, and ILEC™ , 2008
- [6] Anonymouse, *Water Filters Industrial Commercial Media Filters MF-400 Global Leader in Water Treatment Systems*. CATALOG PRODUCT MULTIMEDIA FILTER, 2009
- [7] Anonymouse, *LOWARA*, Catalog Product ITT Industries Pump Swedent, 2001

LAMPIRAN 1. CATALOG PRODUCT MULTIMEDIA FILTER

Model No.	Flow Rate								Tank (D"xH")	Media Ft3	Pipe Size	Shipping Weight (Lbs)
	Minimum		Average		Peak		Backwsh					
	GPM	M3/hr	GPM	M3/hr	GPM	M3/hr	GPM	M3/hr				
Multi Layer Filters: Anthracite, Sand and Gravel(Turbidity Removal)												
70F910MM	4.4	1	6.6	1.5	8.8	2	6.6	1.5	9X48	1	3/4"	118
56F1015MM	5.4	1.2	8.1	1.8	10.8	2.5	8.1	1.8	10X47	1.5	3/4"	156
70F1015MM	5.4	1.2	8.1	1.8	10.8	2.5	8.1	1.8	10X47	1.5	3/4"	156
50F1220MM	7.8	1.8	11.7	2.7	15.6	3.5	11.7	2.7	12X52	2	1"	204
70F1220MM	7.8	1.8	11.7	2.7	15.6	3.5	11.7	2.7	12X52	2	1"	204
50F1325MM	9.2	2.1	13.8	3.2	18.4	4.2	13.8	3.2	13X54	2.5	1"	267
Activated Carbon Filters: Granular Form with High Degree of Porosity (Taste, odor and Color Removal)												
70F910AC	3.5	0.8	4.4	1	7	1.6	5	1.1	9X48	1	3/4"	62
70F1015AC	4.4	1	5.4	1.2	8.8	2	6.3	1.4	10X47	1.5	3/4"	81
50F1220AC	6.2	1.4	7.8	1.8	12.4	2.8	8.9	2	12X52	2	1"	106
70F1220AC	6.2	1.4	7.8	1.8	12.4	2.8	8.9	2	12X52	2	1"	106
50F1325AC	7.2	1.6	9.5	2.2	14.4	3.3	11	2.5	13X54	2.5	1"	125
70F910CF	3.5	0.8	4.4	1	7	1.6	7	1.6	9X48	1	3/4"	75
56F1015CF	4.4	1	5.4	1.2	8.8	2	8.8	2	10X47	1.5	3/4"	98
70F1015CF	4.4	1	5.4	1.2	8.8	2	8.8	2	10X47	1.5	3/4"	98
50F1220CF	6.2	1.4	7.8	1.8	12.4	2.8	12.4	2.8	12X52	2	1"	130
70F1220CF	6.2	1.4	7.8	1.8	12.4	2.8	12.4	2.8	12X52	2	1"	130
50F1325CF	7.2	1.6	9.5	2.1	14.4	3.2	14.4	3.2	13X54	2.5	1"	150
70F1325CF	7.2	1.6	9.5	2.1	14.4	3.2	14.4	3.2	13X54	2.5	1"	150
70F1325AC	7.2	1.6	9.5	2.2	14.4	3.3	11	2.5	13X54	2.5	1"	125

CATALOG PRODUCT MEMBRANE TAP & BRACKISH WATER ELEMENTS

	<i>Part</i>	<i>Size (inches)</i>	<i>Test</i>	<i>Flow</i>	<i>Stabilized</i>
1	TW30-4014	4.0 x 14	225	525	99.0
2	TW30-4021	4.0 x 21	225	900	99.0
3	XLE-4021	4.0 x 21	100	1025	99.0
4	TW30-4040	4.0 x 40	225	2400	99.5
5	BW30-4040	4.0 x 40	225	2400	99.5
6	BW30-365	8.0 x 40	225	9500	99.5
7	BW30-400	8.0 x 40	225	10500	99.5
8	BW30-400/34i	8.0 x 40	225	10,500	99.5
9	BW30-440i	8.0 x 40	225	11,500	99.5
NEW	BW30HR-440i	8.0 x 40	225	12,650	99.7