



TUGAS AKHIR - ME 184834

**PENGOLAHAN AIR HASIL DESALINASI MENGGUNAKAN
REVERSE OSMOSIS DENGAN VARIASI BEBERAPA MEDIA
FILTER ORGANIK**

Brillyan Dimas Pandu Baskoro
NRP. 0421164000034

Dosen Pembimbing :
Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020



TUGAS AKHIR - ME 184834

**PENGOLAHAN AIR HASIL DESALINASI MENGGUNAKAN
REVERSE OSMOSIS DENGAN VARIASI BEBERAPA MEDIA
FILTER ORGANIK**

**Brillyan Dimas Pandu Baskoro
NRP. 0421164000034**

Dosen Pembimbing :
Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D.

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BACHELOR THESIS - ME 184834

***TREATMENT OF WATER DESALINATION USING
REVERSE OSMOSIS WITH VARIATIONS OF SOME
ORGANIC FILTER MEDIA***

**Brillyan Dimas Pandu Baskoro
NRP. 0421164000034**

**Supervisor :
Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D.**

**DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2020**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

PENGOLAHAN AIR HASIL DESALINASI MENGGUNAKAN *REVERSE OSMOSIS* DENGAN VARIASI BEBERAPA MEDIA FILTER ORGANIK

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Machinery and System* (MMS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Brillyan Dimas Pandu Baskoro
NRP. 0421164000034

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D.

()

SURABAYA
AGUSTUS, 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

PENGOLAHAN AIR HASIL DESALINASI MENGGUNAKAN REVERSE OSMOSIS DENGAN BEBERAPA VARIASI MEDIA FILTER ORGANIK

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada

Bidang Studi *Marine Machinery Fluid and System (MMS)*
Program S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Brillyan Dimas Pandu Baskoro
NRP 0421164000034

Disetujui Oleh,
Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan :



Beny Cahyono, ST, MT, Ph.D.
NIP 197903192008011008

SURABAYA
AGUSTUS 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Pengolahan Air Hasil Desalinasi Menggunakan *Reverse Osmosis* dengan Variasi Beberapa Media Filter Organik.

Nama : Brillyan Dimas Pandu Baskoro
NRP : 0421164000034
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan ITS
Dosen Pembimbing 1 : Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D.

ABSTRAK

Air yang terdapat pada wilayah pesisir memiliki karakteristik sebagai air payau. Air tersebut terjadi karena adanya intrusi dari air laut menuju air tawar. Kebutuhan akan air tawar juga dialami oleh masyarakat pesisir. Oleh sebab itu, dibutuhkan proses pengolahan air payau menjadi air tawar. Proses desalinasi air payau menjadi air tawar pada penelitian ini menggunakan teknologi *reverse osmosis*. Kebutuhan air manusia tidak hanya air tawar, melainkan air yang layak untuk dikonsumsi. Air tawar apabila langsung dikonsumsi akan menyebabkan masalah pencernaan. Pada penelitian ini mengolah air hasil dari desalinasi *reverse osmosis* untuk dijadikan air minum sesuai baku mutu air minum yang diisyaratkan oleh Permenkes 492/2010. Melalui beberapa variasi media filter organik (alam). Diantaranya karbon aktif, manganese zeolit, pasir silika dan kerikil sebagai filter organik. Membran keramik yang dilapisi oleh perak koloid didalamnya dapat berfungsi sebagai desinfektan bakteri dari air yang melalui membran keramik. Variabel yang digunakan yakni F1 (filter organik), F2 (Filter organik + membran keramik) dan F3 (membran keramik). Ditinjau berdasar efisiensi filtrasi TDS, Reaktor F1 12,16%, reaktor F2 8,56% dan reaktor F3 4,5%. Sedangkan nilai pH, keseluruhan variabel reaktor meningkatkan pada angka 7-7,5. Pada penelitian ini merupakan satu rangkaian dengan *solar collector* dan *recirculation reverse osmosis*. Variabel yang digunakan rangkaian adalah suhu 31⁰C, 35⁰C dan 40⁰C. Dilakukan beberapa percobaan yang membandingkan variabel *post treatment* dan variabel rangkaian. Didapatkan filtrasi reaktor F2 pada suhu 31⁰C menunjukkan hasil optimal. Sehingga air hasil filtrasi reaktor tersebut diujikan pada laboratorium. Hasil yang dari pengujian air sampel tersebut masih menunjukkan bahwa air sampel hasil penelitian masih belum diterima baku mutu air minum dikarenakan masih terdapat bakteri E.coli dan bakteri koliform dengan nilai 1×10^3 CFU/100ml. Sedangkan parameter wajib lain diterima baku mutu air minum. Sedangkan kemampuan reaktor *post treatment* dalam filtrasi garam mineral pada percobaan menunjukkan efisiensi hasil rejeksi pada reaktor F1 84%, reaktor F2 sebesar 100% dan reaktor F3 sebesar 100%.

Kata Kunci : air payau, *reverse osmosis*, membran keramik, bakteri, air minum.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Treatment of Water Desalination Using Reverse Osmosis with Variations of Some Organic Filter Media.

Name of Student : Brillyan Dimas Pandu Baskoro
NRP : 0421164000034
Department : Teknik Sistem Perkapalan ITS
Supervisor 1 : Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D.

ABSTRACT

Water contained in coastal areas has characteristics as brackish water. The water occurs because of intrusion from sea water into fresh water. The need for fresh water is also experienced by coastal communities. Therefore, brackish water treatment process is needed to become fresh water. Brackish water desalination process into fresh water in this study uses reverse osmosis technology. Human water needs are not only fresh water, but water that is suitable for consumption. Fresh water if consumed directly will cause digestive problems. In this study, treating water resulting from reverse osmosis desalination to be used as drinking water according to drinking water quality standards as required by Permenkes 492/2010. Through several variations of organic (natural) filter media. Among them activated carbon, manganese zeolite, silica sand and gravel as an organic filter. Ceramic membrane coated by colloid silver inside can function as a bacterial disinfectant from water through a ceramic membrane. The variables used are F1 (organic filter), F2 (organic filter + ceramic membrane) and F3 (ceramic membrane). Based on TDS filtration efficiency, F1 Reactor is 12.16%, F2 reactor is 8.56% and F3 reactor is 4.5%. While the pH value, the overall variable reactor increases in number 7-7,5. In this study is a series with solar collector and reverse osmosis recirculation. The variables used in the circuit are temperature 31⁰C, 35⁰C and 40⁰C. Several experiments were conducted comparing post-treatment variables and series variables. F2 reactor filtration obtained at a temperature of 31⁰C shows optimal results. So that the reactor's filtration water is tested on a laboratory. The results of the sample water test still showed that the sample water from the study results was not yet accepted the drinking water quality standard because there were still E. coli and coliform bacteria with a value of 1×10^3 CFU / 100ml. While other mandatory parameters are accepted drinking water quality standards. While the ability of the post treatment reactor in mineral salt filtration in the experiments showed the efficiency of the rejection results in the F1 reactor at 84%, the F2 reactor at 100% and the F3 reactor at 100%.

Keywords : brackish water, reverse osmosis, ceramic membrane, bacteria, drinking water

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa penulis haturkan atas kehadiran ALLAH SWT yang telah memberikan rahmat, berkah dan hidayah-Nya kepada penulis. Sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian tugas akhir dengan judul “Pengolahan Air Hasil Desalinasi Menggunakan *Reverse Osmosis* dengan Variasi Beberapa Media Filter Organik” dengan baik dan tepat pada waktunya. Penelitian tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat kelulusan program studi sarjana (S1) di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama proses pengerjaan penelitian tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa keberhasilan atas penyelesaian yang dicapai tidak terlepas dari dukungan beberapa pihak. Oleh sebab itu, penulis ucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Moh. Makruf dan Ibu Novi Indriyani yang selalu memberikan doa, restu dan dukungan moral serta materi kepada penulis selama menjalani masa perkuliahan dan pengerjaan tugas akhir.
2. Bapak Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing penulis yang senantiasa dan sabar dalam memberikan pandangan, gagasan, dan motivasi selama proses penelitian ini berlangsung.
3. Bapak Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph. D. selaku Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS, sekaligus menjadi dosen wali bagi penulis yang telah membimbing, mendampingi serta memberikan pelajaran hidup kepada penulis selama menjalani masa perkuliahan.
4. Seluruh bapak/ibu dosen, tenaga kependidikan serta manajemen Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS dengan tulus memberikan ilmu yang bermanfaat dan membantu perihal administratif penulis.
5. Rekan tim kelompok tugas akhir Bangun Djiwandono dan Yudhi Satrio S. yang setia bersama penulis dalam pengerjaan, perakitan dan pengambilan data tugas akhir terkait rangkaian (apparatus).
6. Keluarga UKM PLH SIKLUS ITS yang telah memberikan tempat bagi penulis untuk berkembang dan belajar mengenai konservasi lingkungan hidup serta mengisi kehidupan perkuliahan penulis dengan berbagai rintangan dan tantangan dalam program kerjanya. Khususnya Tim Orad dan D29 yang bersama dengan penulis menjalani kehidupan organisasi dari titik awal.
7. BEM FTK-ITS kabinet cakrawala yang telah memberikan tempat bagi penulis melatih softskill sekaligus penghibur pada masa perkuliahan penulis. Khususnya dagri SLJJ selama satu kepengurusan penuh bersama dalam mengurus program kerja.
8. Departemen kesejahteraan mahasiswa HIMASISKAL FTK-ITS kabinet bersama yang telah mengajarkan penulis dalam komunikasi resmi terkait urusan dengan birokrasi dan membantu mahasiswa dalam pemenuhan kebutuhan perkuliahan dengan birokrasi.
9. Rekan-rekan laboratorium Marine Machinery and Fluid System (MMS) selalu saling mengingatkan dan memberikan semangat tiada henti dalam pengerjaan tugas akhir masing-masing.

10. Rekan-rekan voyage'16 yang telah merasakan suka dan duka bersama dengan penulis mulai dari titik awal nol kehidupan kampus hingga terselesaikannya perkuliahan penulis.
11. Penghuni kontrakan KASITRO, FRESH.ID, dan tim NAHLHOCare yang telah memberikan penulis banyak sekali pengalaman hidup selama menjalani masa perkuliahan. Mulai dari kebersamaan, kekeluargaan, saling berbagi, berwirausaha, bersyukur atas nikmat yang telah didapatkan dan selalu tidak cepat merasa puas dengan apa yang telah didapat.
12. Dania Shofi Maziyah S.H. yang telah setia membantu dan memberi dukungan penuh serta doa baik kepada penulis.
13. Pihak-pihak yang terlibat dalam penelitian tugas akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Dengan terselesaikannya penelitian tugas akhir ini, penulis juga menyadari bahwa hasil yang didapatkan jauh dari kata sempurna. Dikarenakan adanya keterbatasan ilmu dan wawasan dari penulis. Oleh sebab itu, penulis berharap adanya kritik dan saran yang membangun pada hasil penelitian tugas akhir ini. Besar harapan penulis bahwasannya tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis secara khusus, pembaca, serta nusa dan bangsa. Terima kasih.

Surabaya, Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II.....	5
KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Air Payau.....	5
2.1.1. Karakteristik Air Payau.....	5
2.2 Air Siap Minum.....	6
2.3 Pengolahan Air Dengan Kandungan Garam Mineral.....	9
2.4.1 Teknologi Desalinasi Termal.....	10
2.4.2 Teknologi Desalinasi Membran.....	12
2.4.3 Perbandingan Teknologi Desalinasi.....	13
2.4 Desalinasi Air dengan Reverse Osmosis.....	15
2.5.1. Prinsip Kerja <i>Reverse Osmosis</i> (RO).....	15
2.5.2. Membran <i>Reverse Osmosis</i> (RO).....	17
2.5 Pengolahan Awal (<i>Pretreatment</i>).....	20
2.6.1. Koagulasi dan Flokulasi.....	20
2.6.2. Filter Pasir cepat (<i>Rapid Sand Filter</i>).....	21
2.6.3. Filter Karbon Aktif (<i>Activated Carbon Filter</i>).....	21
2.6.4. Cartridge Filter.....	21
2.6 Pengolahan Lanjutan Desalinasi (<i>Post-treatment</i>).....	22
2.7.1. Filter Mangan Zeolit (<i>Manganese Zeolite Filter</i>).....	23
2.7.2. Media Filter Karbon Aktif (Arang).....	23
2.7.3. Media Filter Membran Keramik.....	24
2.7.4. Filtrat TDS.....	26
2.7.5. Efisiensi TDS.....	26
BAB III.....	27
METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1. <i>Flow Chart</i> Metodologi.....	27
3.2. Identifikasi Masalah.....	28
3.3. Studi Pustaka.....	28
3.4. Perakitan <i>apparatus</i> Studi Eksperimen <i>Reverse Osmosis System</i>	28
3.5. Perancangan Variasi Media Filter.....	32
3.5.1. Bahan yang akan digunakan.....	32

3.5.2. Peralatan yang akan digunakan.....	32
3.5.3. Pembuatan media filter organik:.....	33
3.5.4. Media Filter Membran Keramik.....	34
3.5.5. Prosedur Percobaan (Eksperimen) pada apparatus:.....	34
3.5.6. Prosedur Percobaan <i>Post Treatment</i>	35
3.5.7. Prosedur Percobaan Filtrasi Terhadap Salinitas air.....	36
3.6. Pengujian Hasil Filtrasi.....	36
3.7. Analisa Pengaruh Variasi Media Filter terhadap Hasil Pengujian.....	37
3.8. Kesimpulan dan Saran.....	37
BAB IV.....	38
ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1. Komponen <i>Post Treatment</i>	38
4.1.1. Media Filter Organik.....	38
4.1.2. Filter Membran Keramik.....	39
4.2. <i>Running</i> Filter (Reaktor).....	40
4.3. Analisa Reaktor Terhadap TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>).....	49
4.4.1. Analisa Reaktor F1 Terhadap TDS.....	49
4.4.2. Analisa Reaktor F2 Terhadap TDS.....	51
4.4.3. Analisa Reaktor F3 Terhadap TDS.....	53
4.4. Analisa Reaktor Terhadap PH (Tingkat Keasaman).....	55
4.5.1. Analisa Reaktor F1 Terhadap PH.....	56
4.5.2. Analisa Reaktor F2 Terhadap PH.....	58
4.5.3. Analisa Reaktor F3 Terhadap PH.....	59
4.5. Analisa Reaktor Terhadap Salinitas air.....	61
4.6. Analisa Reaktor Terhadap Rangkaian (<i>apparatus</i>) eksperimen.....	63
4.6.1. Analisa Reaktor Terhadap Suhu 31 ⁰ C.....	63
4.6.2. Analisa Reaktor Terhadap Suhu 35 ⁰ C.....	69
4.6.3. Analisa Reaktor Terhadap Suhu 40 ⁰ C.....	74
4.6.4. Pemilihan Variasi Filtrasi Reaktor Untuk Uji Laboratorium.....	80
4.6.5. Pemilihan Variasi Suhu Reaktor F2 Untuk Uji Laboratorium.....	84
4.6.6. Pengujian Air sampel pada Laboratorium.....	87
4.7. Analisa Pengaruh Reaktor Terhadap Reduksi Garam Mineral (Salinitas).....	91
4.7.1. Pembuatan Air Payau.....	91
4.7.2. Analisa Pengaruh Reaktor F1 Terhadap Reduksi Salinitas.....	93
4.7.3. Analisa Pengaruh Reaktor F2 Terhadap Reduksi Salinitas.....	95
4.7.4. Analisa Pengaruh Reaktor F3 Terhadap Reduksi Salinitas.....	98
BAB V.....	101
KESIMPULAN DAN SARAN.....	101
5.1. Kesimpulan.....	101
5.2. Saran.....	101
DAFTAR PUSTAKA.....	102
LAMPIRAN.....	107
BIODATA PENULIS.....	117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Teknologi Desalinasi Utama	10
Gambar 2. 2. Diagram unit MSF.....	11
Gambar 2. 3. Diagram proses MED.....	11
Gambar 2. 4. Diagram Proses VC.....	12
Gambar 2. 5. Diagram Proses Electrodialisis.....	13
Gambar 2. 6. Skema proses dari Osmosis (a) dan Skema proses Reverse osmosis (b)..	16
Gambar 2. 7. Modul membran konfigurasi spiral wound.....	19
Gambar 2. 8. Ilustrasi proses koagulasi dan flokulasi.....	21
Gambar 2. 9. Skema filtrasi.....	25
Gambar 2. 10. Membran filter keramik berbentuk pot.....	25
Gambar 3. 1. Flowchart metodologi Penelitian.....	27
Gambar 3. 2. Parameter kandungan air payau rangkaian sistem.....	29
Gambar 3. 3. Diagram alur perencanaan susunan desalinasi air payau.....	31
Gambar 3. 4. Susunan variasi dari Media Filter post treatment.....	32
Gambar 4. 1. Media Filter Organik.....	38
Gambar 4. 2. Filter Membran Keramik.....	40
Gambar 4. 3. Reaktor F1 (Filter Organik).....	41
Gambar 4. 4. Reaktor F2 (Filter Membran Keramik).....	41
Gambar 4. 5. Visual 3 Dimensi Post Treatment Sistem.....	42
Gambar 4. 6. Pompa post treatment system.....	48
Gambar 4. 7. Grafik Pengamatan Reaktor F1 Terhadap TDS.....	50
Gambar 4. 8. Grafik Pengamatan Reaktor F2 Terhadap TDS.....	52
Gambar 4. 9. Grafik Pengamatan Reaktor F3 Terhadap TDS.....	54
Gambar 4. 10. Grafik Pengamatan Reaktor F1 Terhadap PH.....	57
Gambar 4. 11. Grafik Pengamatan Reaktor F2 Terhadap PH.....	59
Gambar 4. 12. Grafik Pengamatan Reaktor F3 Terhadap PH.....	60
Gambar 4. 13. Grafik Pengamatan TDS Reaktor F1 Terhadap Suhu 31 ⁰ C.....	64
Gambar 4. 14. Grafik Pengamatan PH Reaktor F1 pada Suhu 31 ⁰ C.....	65
Gambar 4. 15. Grafik Pengamatan TDS Reaktor F2 Pada Suhu 31 ⁰ C.....	66
Gambar 4. 16. Grafik Pengamatan PH Reaktor F2 Pada Suhu 31 ⁰ C.....	66
Gambar 4. 17. Grafik Pengamatan TDS Reaktor F3 Pada Suhu 31 ⁰ C.....	68
Gambar 4. 18. Grafik Pengamatan PH Reaktor F3 Pada Suhu 31 ⁰ C.....	68
Gambar 4. 19. Grafik Pengamatan TDS Reaktor F1 Pada Suhu 35 ⁰ C.....	70
Gambar 4. 20. Grafik Pengamatan PH Reaktor F1 Pada Suhu 35 ⁰ C.....	70
Gambar 4. 21. Grafik Pengamatan TDS Reaktor F2 Pada Suhu 35 ⁰ C.....	72
Gambar 4. 22. Grafik Pengamatan PH Reaktor F2 Pada Suhu 35 ⁰ C.....	72
Gambar 4. 23. Grafik Pengamatan TDS Reaktor F3 Pada Suhu 35 ⁰ C.....	73

Gambar 4. 24. Grafik Pengamatan PH Reaktor F3 Pada Suhu 35 ⁰ C.	74
Gambar 4. 25. Grafik Pengamatan TDS Reaktor F1 Pada Suhu 40 ⁰ C.	76
Gambar 4. 26. Grafik Pengamatan PH Reaktor F2 Pada Suhu 40 ⁰ C.	76
Gambar 4. 27. Grafik Pengamatan TDS Reaktor F2 Pada Suhu 40 ⁰ C.	77
Gambar 4. 28. Grafik Pengamatan PH Reaktor F2 Pada Suhu 40 ⁰ C.	78
Gambar 4. 29. Grafik Pengamatan TDS Reaktor F3 Pada Suhu 40 ⁰ C.	79
Gambar 4. 30. Grafik Pengamatan PH Reaktor F3 Pada Suhu 40 ⁰ C.	79
Gambar 4. 31. Grafik Perbandingan Filtrasi TDS Reaktor Pada Suhu 31 ⁰ C.	81
Gambar 4. 32. Grafik Perbandingan Filtrasi TDS Reaktor Pada Suhu 35 ⁰ C.	81
Gambar 4. 33. Grafik Perbandingan Filtrasi TDS Reaktor Pada Suhu 40 ⁰ C.	82
Gambar 4. 34. Grafik Perbandingan Filtrasi PH Reaktor Pada Suhu 31 ⁰ C.	83
Gambar 4. 35. Grafik Perbandingan Filtrasi PH Reaktor Pada Suhu 35 ⁰ C.	83
Gambar 4. 36. Grafik Perbandingan Filtrasi PH Reaktor Pada Suhu 40 ⁰ C.	84
Gambar 4. 37. Grafik Perbandingan Variabel Suhu Pada Filtrasi TDS Reaktor F2.	85
Gambar 4. 38. Grafik Perbandingan Variabel Suhu Pada Filtrasi PH Reaktor F2.	86
Gambar 4. 39. Hasil Pengujian air sampel laboratorium.	88
Gambar 4. 40. Berat garam mineral (laut).	92
Gambar 4. 41. Hasil Pengukuran Awal Air Payau Buatan.	93
Gambar 4. 42. Grafik Pengaruh Reaktor F1 pada TDS Air Payau.	94
Gambar 4. 43. Grafik Pengaruh Reaktor F1 pada PH Air Payau.	94
Gambar 4. 44. Grafik Pengaruh Reaktor F1 pada Salinitas Air Payau.	94
Gambar 4. 45. Grafik Pengaruh Reaktor F2 pada TDS Air Payau.	96
Gambar 4. 46. Grafik Pengaruh Reaktor F2 pada PH Air Payau.	96
Gambar 4. 47 Grafik Pengaruh Reaktor F2 pada Salinitas Air Payau.	97
Gambar 4. 48. Grafik Pengaruh Reaktor F3 pada TDS Air Payau.	98
Gambar 4. 49. Grafik Pengaruh Reaktor F3 pada PH Air Payau.	99
Gambar 4. 50. Grafik Pengaruh Reaktor F2 pada Salinitas Air Payau.	99

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Kriteria Penilaian Salinitas Kandungan Air	5
Tabel 2. 2. Persyaratan wajib baku mutu air minum sesuai Kementrian Kesehatan RI...	8
Tabel 2. 3. Perbandingan pengoperasian dan perawatan teknologi desalinasi.	13
Tabel 2. 4. Perbandingan Umum Teknologi Desalinasi.	14
Tabel 2. 5. Perbandingan ukuran diameter pori dan berat molekulnya.	17
Tabel 2. 6. Perbandingan Selulosa asetat dan komposit.	19
Tabel 2. 7. Standar kualitas air baku reverse osmosis.	22
Tabel 2. 8. Komponen Kimiawi Penyusun Karbon Aktif Tempurung Kelapa	24
Tabel 3. 1. Variabel Apparatus (Rangkaian).	29
Tabel 3. 2. Variabel Post Treatment.	35
Tabel 4. 1. Tabel Spesifikasi Pipa PVC.	44
Tabel 4. 2. Tabel Properties air.	46
Tabel 4. 3. Pengamatan Reaktor F1 Terhadap TDS.	49
Tabel 4. 4. Pengamatan Reaktor F2 Terhadap TDS.	52
Tabel 4. 5. Pengamatan Reaktor F3 Terhadap TDS.	54
Tabel 4. 6. Pengamatan Reaktor F1 Terhadap PH.	56
Tabel 4. 7. Pengamatan Reaktor F2 Terhadap PH.	58
Tabel 4. 8. Pengamatan Reaktor F3 Terhadap PH.	60
Tabel 4. 9. Pengamatan Pengaruh Reaktor Terhadap Salinitas.	62
Tabel 4. 10. Pengamatan Reaktor F1 Terhadap Suhu 31 ⁰ C.	64
Tabel 4. 11. Pengamatan Reaktor F2 Terhadap Suhu 31 ⁰ C.	65
Tabel 4. 12. Pengamatan Reaktor F3 Terhadap Suhu 31 ⁰ C.	67
Tabel 4. 13. Pengamatan Reaktor F1 Terhadap Suhu 35 ⁰ C.	69
Tabel 4. 14. Pengamatan Reaktor F2 Terhadap Suhu 35 ⁰ C.	71
Tabel 4. 15. Pengamatan Reaktor F3 Terhadap Suhu 35 ⁰ C.	73
Tabel 4. 16. Pengamatan Reaktor F1 Terhadap Suhu 40 ⁰ C.	75
Tabel 4. 17. Pengamatan Reaktor F2 Terhadap Suhu 40 ⁰ C.	77
Tabel 4. 18. Pengamatan Reaktor F3 Terhadap Suhu 40 ⁰ C.	78
Tabel 4. 19. Hasil Pengaruh Reaktor F1 Pada Salinitas Air Payau.	93
Tabel 4. 20. Hasil Pengaruh Reaktor F2 Pada Salinitas Air Payau.	95
Tabel 4. 21. Hasil Pengaruh Reaktor F3 Pada Salinitas Air Payau.	98

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.

Dalam melakukan aktifitas sehari-hari, air merupakan kebutuhan primer bagi manusia. Khususnya berkaitan dengan manfaat air sebagai bahan konsumsi, baik diolah dalam bentuk minuman maupun sebagai pelengkap bahan makanan. Selain itu, air juga berperan dalam menunjang kebutuhan hidup manusia antara lain untuk mandi, mencuci, kebutuhan sanitasi serta kegiatan sehari-hari lainnya. Dalam pemenuhan akan kebutuhan tersebut segala jenis air akan diupayakan untuk dapat diolah menjadi air bersih yang siap digunakan. Bagi masyarakat pesisir, air alami yang melimpah dan ada disekitarnya adalah air payau. Dikatakan air payau karena air tersebut masih memiliki campuran garam mineral karena terkontaminasi oleh air laut yang ada disekitarnya. Sehingga, pengelolaan air payau (air asin) menjadi air tawar yang layak untuk dikonsumsi sangat diperlukan. Berdasarkan data yang diterbitkan oleh Badan Standardisasi Nasional SNI 19-6728.1-2002 berkaitan dengan Penyusunan Neraca Sumber Daya menyebutkan bahwa jumlah kebutuhan air tawar domestik untuk kota dengan penduduk ≥ 1 juta mencapai angka 250 l/jiwa/hari, sementara itu kota dengan jumlah penduduk ≤ 1 juta memiliki kebutuhan air tawar domestik sejumlah 150 l/jiwa/hari, lain halnya dengan kebutuhan penduduk di pedesaan yang memiliki kebutuhan air tawar domestik lebih rendah daripada kota, yakni hanya mencapai 100 l/jiwa/hari (Badan Standardisasi Nasional, 2002). Nilai-nilai tersebut menunjukkan perbedaan kebutuhan air masyarakat yang dipengaruhi oleh kegiatan sehari-hari dari penduduk.

Pengolahan terhadap air payau menjadi air tawar, dapat dilakukan melalui berbagai cara baik secara konvensional maupun berbasis teknologi. Teknologi desalinasi banyak digunakan karena pengoperasian dan kebutuhan alat penunjangnya yang terbilang mudah, sehingga biaya operasional yang dibutuhkan juga terjangkau. Diantara banyak teknologi desalinasi, sistem desalinasi menggunakan membran *reverse osmosis* merupakan yang efektif dengan penyaringan ukuran partikel yang mampu difiltrasi sebesar $\leq 0,001 \mu\text{m}$ apabila dibandingkan dengan teknologi lain yang menggunakan aplikasi mikro filtrasi, ultra filtrasi, dan nano filtrasi (Said, 2009). Metode filtrasi yang diterapkan berguna untuk menyaring padatan yang tersuspensi didalam fluida air. Teknologi *reverse osmosis* mampu memisahkan larutan (fluida) yang memiliki tingkat konsentrasi rendah dengan konsentrasi tinggi melalui membran semi-permeable hingga mencapai kesetimbangan konsentrasi. Larutan yang memiliki konsentrasi rendah akan terdifusi ke konsentrasi yang tinggi melalui membran tersebut. Secara prinsip teknologi ini pada proses kerjanya memberikan tekanan tinggi melebihi tekanan osmotik yang terdapat pada membran. Sehingga akan terjadi perpindahan aliran/difusi dari air laut ke air tawar sedangkan garam mineral yang terdapat di air laut tidak turut serta berpindah hanya tinggal dilarutkan yang pekat. Membran semi-permeabel yang digunakan memiliki tingkat sensitifitas yang tinggi. Pengolahan terlebih dahulu (*pre-treatment*) untuk air laut sebelum diproses oleh membran sangat diperlukan. Proses ini dapat dilakukan dengan memasang filtrasi dan

perlakuan kimiawi untuk mengurangi partikel padatan yang tersuspensi di air laut (Said, 2003).

Selain dimanfaatkan sebagai penunjang kebutuhan sehari-hari, air juga berperan penting dalam tubuh manusia, mengingat 55%-60% berat tubuh manusia dewasa adalah air (Santoso *et al.*, 2011). Sehingga, tanpa air manusia tidak akan dapat tumbuh dan berkembang. Pentingnya manfaat air dalam kehidupan manusia tentunya harus dibarengi dengan ketersediaan air yang cukup, khususnya air tawar. Sedangkan, kondisi saat ini menunjukkan tingkat pencemaran terhadap air tawar yang meningkat. Hal ini tentu berpengaruh terhadap kesediaan air tawar sebagai air minum bagi manusia. Padahal, berdasarkan pedoman umum gizi seimbang yang dirilis Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, manusia dewasa disarankan untuk mengonsumsi air minum sebanyak 2 Liter atau 8 gelas per hari. Hal ini bertujuan untuk menjaga kesehatan tubuh demi keberlangsungan metabolisme serta mengoptimalkan kemampuan tubuh manusia dalam beraktivitas (Kementerian Kesehatan RI, 2014). Dalam produksi air minum, pengelolaan dengan memanfaatkan air tawar sebagai air produk ini sering digunakan, hal ini disebabkan sumber air tawar yang mudah didapat, misalkan air sumur, air tanah dan air bor. Namun, penggunaan air tawar secara terus menerus akan menyebabkan menipisnya ketersediaan air tawar sehingga tidak dapat diperbaharui lagi dan hanya menjadi air limbah saja.

Proses pengolahan air tawar menjadi air siap minum harus memenuhi persyaratan kualitas air minum yang mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 (selanjutnya disebut Permenkes 492/2010). Aturan tersebut memberikan batasan kandungan mineral pada air tawar yang setelah diolah menjadi air siap minum yang sehat bagi manusia. Dalam prosesnya, pengolahan air tawar menjadi air minum dapat dilakukan dengan berbagai teknologi. Sterilisasi merupakan teknologi yang sering digunakan untuk pengolahan air minum dikarenakan alat tersebut mampu membunuh semua bakteri dan kuman yang terlarut dalam air tawar (Said, 2003). Alat untuk sterilisator yang marak digunakan oleh masyarakat khususnya dalam Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) yaitu memanfaatkan sinar ultraviolet (UV) (Navratinova, Nurjazuli and Tri Joko, 2019). Pada penelitian Ria ayu dan Lilis, menyebutkan jika pada daerah kelurahan Sememi, Kecamatan Benowo Surabaya, Terdapat 16 buah DAMIU menggunakan pemanfaatan sinar ultraviolet. Sinar tersebut mampu membunuh bakteri dan kuman yang terlarut melewati sinarnya. Radiasi dari sinar UV mampu melakukan penetrasi yang menyebabkan mikroorganisme terlarut hilang kemampuan dalam replikasi. Sehingga sel tersebut akan mengalami kerusakan membran dan kematian sel (Cahyonugroho, 2005). Namun, penggunaan teknologi sterilisasi ini memerlukan biaya yang cukup besar untuk kebutuhan akan daya listrik, pengadaan alat dan perawatannya. Sehingga diperlukan alat konvensional yang mampu menyeimbangi kemampuan dari alat tersebut. Alat konvensional dapat berupa media filtrasi dengan bahan penyusun berasal dari bahan organik. Kemudian masyarakat mudah dalam menemukan bahan-bahan tersebut dikarenakan bahan tersebut tersedia di alam.

Membran dengan bahan keramik yang dilapisi dengan perak koloid memiliki tingkat efektifitas filter yang baik dalam mengurangi kekeruhan dan menurunkan

kadar Fe (besi), Ca (Kalsium), Mg (Magnesium), Arsen, TTC (*termotolerant coliform*), bakteri *coliform* dan bakteri *E. coli* yang terkandung dalam air (Ciawi, Salain and Tubuh, 2016). Dengan kata lain, membran keramik tersebut memiliki kemampuan untuk deaktivasi bakteri dan kuman yang terkandung didalam air. Penambahan filter karbon aktif dari arang tempurung kelapa yang mampu memberi daya adsorpsi pada proses filtrasi untuk menjernihkan dan menghilangkan rasa pada air produk. Media filter zeolit yang telah diaktivasi memiliki kemampuan yang efektif dalam menurunkan kandungan Mangan (Mn) dan Besi (Fe) (Mugiyantoro *et al.*, 2017). Dengan demikian, penggunaan variasi media filtrasi (penyaringan) berbahan organik dengan bahan menggunakan karbon aktif, manganese zeolit, dan membran keramik yang dilapisi oleh perak koloid akan menyeimbangi kemampuan dari sinar *ultraviolet* dalam mengondisikan kandungan terlarut dan membunuh bakteri dalam air tawar sehingga dapat diubah menjadi air yang siap minum sesuai dengan baku mutu air minum yang diatur dalam Permenkes No 492/2010. Selain itu, tidak ada penggunaan daya listrik yang diperlukan dalam sistem pengoperasian media filter berbahan organik apabila dibandingkan dengan penggunaan sterilisator sinar ultraviolet yang membutuhkan suplai daya listrik dalam pengoperasiannya.

1.2 Rumusan Masalah.

Rumusan permasalahan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut;

1. Bagaimanakah model dari alternatif media filter organik terhadap air hasil olahan *reverse osmosis* menjadi air siap minum sesuai baku mutu air minum?
2. Bagaimana kualitas kandungan dari air setelah melalui proses filtrasi variabel media filter organik?
3. Bagaimanakah kemampuan variasi filter organik dalam mereduksi kandungan garam mineral pada air payau?

1.3 Batasan Masalah.

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian mengenai tugas akhir ini antara lain:

1. Pengolahan air payau menjadi air tawar untuk air baku *post treatment* menggunakan sistem desalinasi dengan teknologi *reverse osmosis*.
2. Media Filter akan divariasikan setelah melalui proses *reverse osmosis* (*Post Treatment*).
3. Pengujian air dilakukan setelah melalui *Post Treatment* filtrasi.

1.4 Tujuan.

Tujuan dari penelitian pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan dan merangkai variasi media filter air alternatif yang mampu menyaring air hasil olahan desalinasi berteknologi *reverse osmosis* menjadi air siap minum sesuai dengan baku mutu air minum dalam Permenkes No 492/2010.
2. Melakukan pengujian laboratorium dan pengamatan secara langsung terhadap hasil filtrasi dari variabel media filter organik.
3. Mengetahui kualitas air hasil dari proses filtrasi (*post-treatment*) dengan air payau sebagai air baku filtrasi.

1.5 Manfaat Penelitian.

Manfaat dari penelitian dari tugas akhir ini, antara lain:

1. Membantu masyarakat khususnya yang tinggal di daerah pesisir yang memiliki suplai daya listriknya minim, agar mudah dalam mendapatkan air siap minum.
2. Memberikan informasi mengenai alternatif media filter organik yang mampu diterapkan untuk air hasil olahan teknologi *reverse osmosis* atau air bersih.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Air Payau.

Air payau (*brackish water*) merupakan campuran antara air tawar dan air laut yang terjadi di muara sungai (Nesbitt, 2007). Air payau dapat ditemukan di daerah pertambakan, *estuary* yaitu pertemuan air laut dan air tawar serta sumber air penduduk di pulau-pulau kecil atau di daerah pesisir yang telah terintrusi air laut (Astuti, Jamali and Amin, 2006). Menurut Soedjono, keberadaan air payau terjadi karena intrusi air asin ke air tawar. Hal tersebut disebabkan oleh degradasi lingkungan. Pencemaran oleh air laut kedalam air tawar dikarenakan air pasang dan surut air laut. Kemudian dari air laut tersebut akan masuk ke tengah sungai hingga terjadi pendangkalan di sekitarnya. Sehingga air laut akan masuk ke air tawar dan menjadi air payau (Agustina, 2016).

2.1.1. Karakteristik Air Payau.

Untuk mengenali karakteristik air payau, maka terdapat ciri khusus baik secara fisika, kimia maupun biologis. Apabila dilihat dari karakteristik fisiknya, air payau memiliki warna coklat kehitaman, sementara itu dari segi kimia, air payau mengandung kadar garam lebih dibanding air tawar dan terdapatnya ikan-ikan air payau merupakan ciri biologis utama dari air ini. Air payau memiliki karakteristik dengan penilaian sebagai berikut:

- Derajat keasaman PH 7-9,
- Salinitas 0,5 – 30 ppm,
- Tingkat kesadahan air mencapai lebih dari 500 mg/l,
- Kandungan TDS (zat terlarut) 1500 – 6000 ppm,
- Logam Fe 2 – 5 ppm,
- Kandungan logam Mn 2 – 3 ppm (Agustina, 2016).

Air payau merupakan larutan yang terdiri dari beberapa jenis zat terlarut, seperti garam yang jumlahnya rata-rata 0,05 – 3 % salinitas. *Salinity* atau salinitas diukur berdasarkan jumlah garam yang terlarut dalam cairan dan biasanya diukur dalam *parts per thousand* (ppt) atau *part per million* (ppm) (Fatoni, Muryani and Nugraha, 2018). Hal ini berarti dari jumlah air payau misalkan satu liter maka terdapat garam mineral dengan jumlah 3% nya. Atau dengan kata lain 97-99,5% nya merupakan penyusun air. Berikut merupakan penjelasan lebih detail terkait dengan tingkat salinitas dari beberapa air yang memiliki kandungan garam mineral terlarut didalamnya termasuk air payau.

Tabel 2. 1. Kriteria Penilaian Salinitas Kandungan Air
Sumber: (Fatoni, Muryani and Nugraha, 2018)

No	Salinitas (%)	Klasifikasi
1	<0,05	Air tawar
2	0,05 - 3,00	Air payau

3	3,00 - 5,00	Air asin
4	≥ 5	Brine

Salah satu garam yang terdapat dalam air adalah klorida, (Cl), natrium (Na), sulfat (So₄), magnesium (Mg), dan kalsium (Ca) (Yusuf, Rachmanto and Rudi, 2009). Karena air payau merupakan campuran antara air tawar dan air laut, maka kandungan garam yang terdapat dalam satu liter air payau adalah antara 0,5 sampai 30 gram. Apabila kandungan garam dalam air lebih dari 30 gram, maka dapat dikatakan sebagai air asin (Agustina, 2016).

Menurut Soedjono (2002) dalam (Yusuf, Rachmanto and Rudi, 2009), air payau memiliki kadar klorida (Cl) sebesar 1.000 – 35.000 mg/L dengan perbedaan tiap kandungan air adalah sebagai berikut:

- Air tawar (< 1.000 mg/l)
- Air payau (*brackish* = 1.000 – 35.000 mg/l)
- Air asin (*saline* = \pm 35.000 mg/l)
- *Brine* (berkadar garam tinggi : Laut Mati)

Selain itu, air payau juga mengandung bahan organik alami yang pada umumnya disebut *Natural Organi Matter* (NOM) dalam kadar yang tinggi. NOM diidentikkan dengan senyawa humat yang merupakan golongan senyawa organik alami yang paling banyak terdapat di lingkungan, baik tanah maupun air (Napitupulu, 2008).

Pada umumnya, untuk melakukan pengolahan pada air payau yang perlu diperhatikan adalah kandungan Cl, Ca, Mg dan Na. Air payau dengan Na yang melebihi batas (lebih besar dari 200 ppm) akan dapat memberikan dampak yang tidak baik bagi kesehatan manusia khususnya terkait dengan organ pencernaan manusia. (Astuti, Jamali and Amin, 2007). Dapat menimbulkan berbagai penyakit.

2.2 Air Siap Minum.

Air merupakan nutrisi yang penting bagi kehidupan manusia baik untuk mendukung pencernaan makanan, adsorpsi, maupun penghilangan racun. Kualitas air yang dikonsumsi berpengaruh besar terhadap kesehatan tubuh manusia (Howard and Bartram, 2003). Meskipun air merupakan sumber daya alam yang dapat diperbarui, namun tidak semua air yang terdapat di alam layak untuk dikonsumsi. Berdasarkan Permenkes No 492/2010 Pasal 1 menyatakan bahwa: “Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum”. Sehingga, tidak semua air dapat secara langsung dikonsumsi manusia, beberapa memerlukan pengolahan terlebih dahulu. Misalnya air laut yang memiliki kadar garam sekitar 33.000 mg/l, dan kadar garam air payau berkisar 1000-3000 mg/l, sedangkan untuk dapat dikonsumsi, air tidak boleh mengandung garam lebih dari 400 m/l (Hidayat, 2011). Sehingga, perlu adanya proses pengolahan terlebih dahulu. Pada dasarnya, proses pengolahan air minum adalah menurunkan kadar garam dengan konsentrasi kurang dari 400 mg/l. Selain kadar garam dalam air, syarat-syarat air minum menurut Departemen Kesehatan antara lain tidak berasa, tidak berbau, tidak berwarna, tidak

mengandung mikroorganisme yang berbahaya, dan tidak mengandung logam berat (Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 907 Tahun 2002).

Berdasarkan Permenkes No 492/2010, air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, kimiawi, mikrobiologis dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan. Untuk dapat meninjau persyaratan air minum, dapat digunakan beberapa parameter seperti:

1. Parameter fisik (*Acceptability aspects: taste, odour and appearance*)

Menurut Permenkes No 492/2010 parameter fisik umumnya dapat diidentifikasi dari kondisi fisik air yang meliputi bau, tingkat kekeruhan, rasa, suhu, warna dan jumlah zat pada terlarut. “*Water should be free of tastes and odours that would be objectionable to the majority*” (WHO, 2017). Idealnya air yang baik tidak berbau, tidak berwarna, tidak memiliki rasa/tawar dan memiliki suhu berkisar ± 30 C. Padatan terlarut total (TDS) dengan bahan terlarut diameter $< 10^{-6}$ dan koloid (diameter $10^{-6} - 10^{-3}$ mm) yang berupa senyawa kimia dan bahan-bahan lain (Yulianti, 2015). Berikut merupakan karakteristik air berdasarkan parameter fisik:

 - a. Suhu

Suhu air dipengaruhi oleh musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, waktu, sirkulasi udara, penutupan awan aliran, serta kedalaman. Perubahan suhu pada air akan berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air. Peningkatan suhu dapat mengakibatkan peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi, volatilisasi, serta penurunan kelarutan gas dalam air. Peningkatan suhu juga menyebabkan terjadinya peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba (Destrina, 2015).
 - b. Warna

Warna air terdiri dari warna asli dan warna tampak. Intensitas warna pada air dapat diukur dengan satuan unit standar yang dihasilkan oleh dua m/l platina. Standar yang ditetapkan di Indonesia besarnya maksimal lima unit (Destrina, 2015).
 - c. Bau dan Rasa

Pengukuran rasa dan bau tidak terdapat parameter yang mutlak, karena tergantung pada reaksi individual. Namun, standar persyaratan air minum menyebutkan bahwa air minum tidak boleh memiliki bau dan rasa yang tidak diinginkan (Destrina, 2015).
 - d. Kekeruhan

Kekeruhan merupakan sifat optik dari suatu larutan. Air akan dikatakan keruh apabila mengandung partikel bahan yang tersuspensi, sehingga memberikan warna yang kotor (Destrina, 2015).
2. Parameter Kimia (*Chemical Aspects*)

Parameter kimia dapat dikelompokkan menjadi kimia anorganik dan kimia organik. Dalam standar air minum di Indonesia zat kimia anorganik dapat berupa logam, zat reaktif, zat-zat berbahaya serta beracun dan derajat keasaman (pH). Sedangkan zat kimia organik dapat berupa insektisida dan herbisida (Yulianti, 2015).

 - a. Derajat Keasaman (pH)

Untuk menentukan intensitas keadaan asam atau basa suatu larutan maka digunakan istilah pH. Standar kualitas air minum dalam pH yaitu pH yang lebih kecil dari 6,5 dan lebih besar dari 9,2 (Destrina, 2015).

b. *Calcium*

Calcium merupakan komponen yang menyebabkan kesadahan. Departemen Kesehatan RI telah menyatakan bahwa konsentrasi Ca dalam air minum sebesar 75-200 mg/l. Konsentrasi Ca yang lebih rendah dari 75 mg/l dapat menyebabkan tulang rapuh sedangkan konsentrasi yang mencapai angka diatas 200 mg/l akan menyebabkan korosi pada pipa air.

c. Zat Organik

Standar kandungan bahan organik dalam air sesuai Departemen Kesehatan RI tidak boleh melebihi 10 mg. Apabila melebihi standar yang telah ditetapkan maka akan menimbulkan akibat berbahaya bagi tubuh.

d. Tembaga (Cu)

Departemen Kesehatan RI menetapkan standar minimum Cu sebesar 0,05 mg/l yang dianjurkan dan 1,5 mg/l sebagai batas maksimal yang diperbolehkan.

3. *Biological Hazard*

Termasuk didalamnya bakteri, virus, protozoa dan organisme non-patogen lainnya, termasuk Asellus dan Cyclops. Keberadaan mikroorganisme ini tidak praktis untuk sepenuhnya dihilangkan dalam air siap minum, namun perlu untuk menjaga jumlah patogen di bawah level yang telah ditentukan (Davison *et al.*, 2005).

4. *Radiological Aspects*

Kontaminasi radiologis dalam air umumnya terjadi akibat kontaminasi dari sumber radiasi buatan manusia yang dapat timbul dari:

- a. Spesies radioaktif yang muncul secara alami di sumber air minum
- b. Kontaminasi air dari industri pertambangan; dan
- c. Radionuklida dari penggunaan bahan radioaktif untuk keperluan medis atau industri.

Keseluruhan parameter tersebut telah dituangkan dalam Lampiran Permenkes No 492/2010 mengenai Persyaratan Kualitas Air Minum.

Tabel 2. 2. Persyaratan wajib baku mutu air minum sesuai Kementerian Kesehatan RI
Sumber: Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010

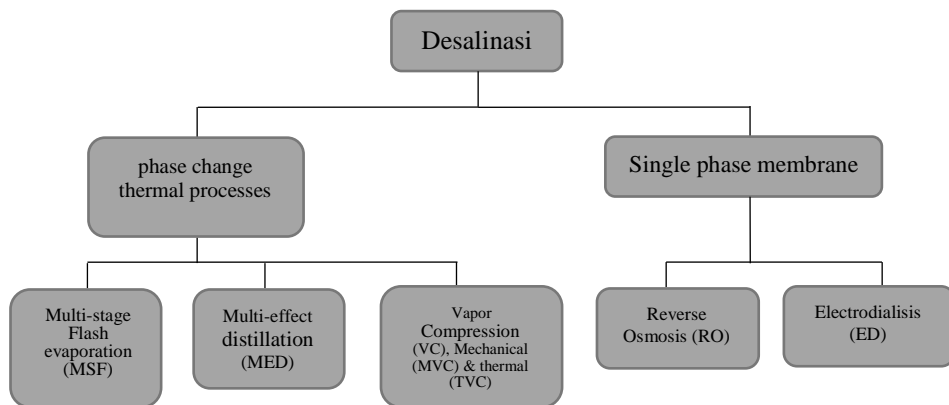
No.	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0

	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Flourida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO ₂)	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO ₃)	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	°C	Suhu udara ± 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Kesadahan	mg/l	500
	4) Khlorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5
	7) Seng	mg/l	3
	8) Sulfat	mg/l	250
	9) Tembaga	mg/l	2
	10) Amonia	mg/l	1,5

2.3 Pengolahan Air Dengan Kandungan Garam Mineral.

Air payau yang terdapat didaerah masyarakat pesisir dapat dimanfaatkan dan digunakan secara layak untuk kepentingan manusia, dengan ketentuan air tersebut harus diolah terlebih dahulu. Kebanyakan aktifitas manusia yang berhubungan dengan air mayoritas menggunakan air tawar sebagai air bakunya. Karena

kandungan didalam air tawar tidak terlalu membahayakan, baik untuk tubuh atau lingkungan disekelilingnya. Contohnya, jika air payau digunakan untuk mencuci kendaraan, maka akan mengakibatkan kerangka motor bahkan mesin motor akan mengalami korosi karena kandungan garam mineral. Pengolahan air payau menjadi air tawar dapat dilakukan dengan menggunakan desalinasi. Desalinasi adalah istilah umum untuk proses penghapusan garam mineral dari air untuk menghasilkan air tawar. Air tawar didefinisikan mengandung kurang dari 1000 mg / L garam atau total larut padatan (TDS) (Redjeki, 2011). Teknologi desalinasi terdiri dari bermacam cara, ada yang menggunakan cara konvensional dan berbasis teknologi. Adapun untuk desalinasi air yang memiliki kandungan garam adalah sebagai berikut (Abdulloh, 2015):



Gambar 2. 1. Teknologi Desalinasi Utama
Sumber: (Abdulloh, 2015).

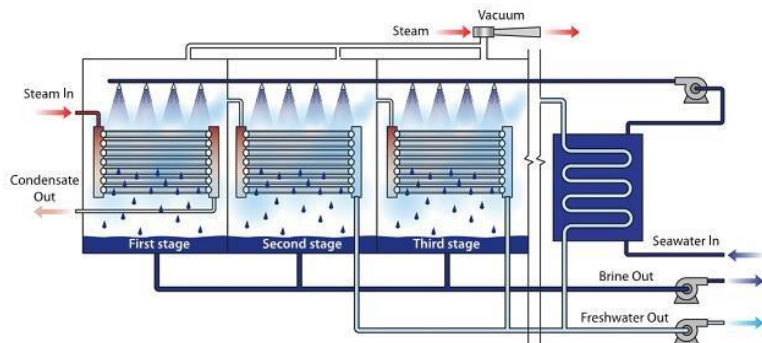
2.4.1 Teknologi Desalinasi Termal.

Proses desalinasi termal menggunakan prinsip siklus alami, yakni larutan yang memiliki kandungan garam dengan konsentrasi tinggi akan dipanaskan sehingga menghasilkan uap air, selanjutnya uap air tersebut akan dikondensasikan sehingga hasilnya akan menjadi air tawar. Teknologi yang berkembang dan masuk dalam kategori ini adalah MSF (Multi Stage Flash evaporation), MED (Multi-Effect Distillation), dan VC (Vapor Compression). Seluruh proses tersebut membutuhkan energi panas untuk pengolahannya sebagai penguap air bakunya. Teknologi ini memiliki keuntungan ketika energi panas mudah didapatkan.

2.4.1.1 *Multi Stage Flash evaporation (MSF).*

Melalui teknologi MSF, air baku akan ditekan kemudian diberi termal hingga temperatur maksimum yang dapat dicapai saat pengoperasian. Suatu ketika larutan akan dilepaskan ke udara bebas (ruang) dipertahankan sedikit dibawah tekanan uap jenuh airnya. Molekul air akan menguap menjadi uap air. Uap tersebut kemudian akan dikondensasikan melalui eliminators kabut sehingga akan mengembun pada permukaan tabung perpindahan massa. Kemudian

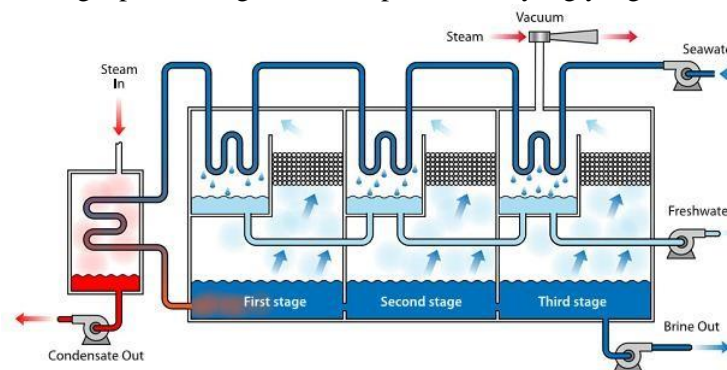
tetesan embun akan ditampung sebagai air tawar yang memiliki termal.



Gambar 2. 2. Diagram unit MSF.
Sumber: (Abdulloh, 2015).

2.4.1.2 *Multi-Effect Distillation (MED)*.

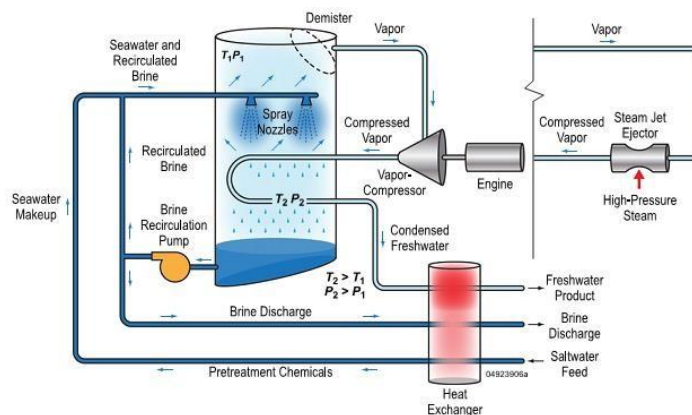
Prinsip kerja dari alat Multi-effect distillation ini adalah dengan mengurangi tekanan udara bebas pada setiap tahapannya, sehingga memungkinkan air baku untuk melalui proses penguapan tanpa harus memberikan termal tambahan setelah mela fase pertama. Dalam alat ini uap hasil dari pendidihan oleh sumber panas lain yang tersedia (seperti sumber terbarukan atau energi limbah) dimasukkan ke dalam serangkaian tabung, di mana uap tersebut akan melalui proses mengembun dan memanaskan permukaan tabung sehingga tabung dapat bertindak sebagai permukaan transfer panas untuk menguapkan air baku di sisi lainnya. Sumber panas yang akan digunakan untuk menguapkan air garam berasal dari panas kondensasi uap dari dalam tabung. Larutan garam (air baku) yang telah mengalami penguapan selanjutnya akan bebas dari salinitas dan sedikit lebih dingin kemudian diproses pada tahap operasi bertekanan rendah. Sehingga uap air tersebut akan mengalami proses pengembunan menjadi air tawar, dalam satu waktu yang sama penukaran panas yang digunakan dalam menguapkan sebagian dari umpan air laut yang yang tersisa.



Gambar 2. 3. Diagram proses MED.
Sumber: (Abdulloh, 2015).

2.4.1.3 Vapor Compression (VC).

Destilasi yang menggunakan proses *Vapor Compression (VC)* biasanya digunakan untuk unit pengolahan air laut menjadi air tawar pada skala yang tidak besar hingga menengah. Panas yang digunakan pada proses ini berasal dari pertukaran panas oleh uap yang ada di dalam *boiler*. Bertujuan sebagai penekan air sehingga menjadi uap air. Air umpan (baku) akan mengalami tekanan atau kompresi yang tinggi menyebabkan air tersebut memiliki energi termal. Energi tersebut lama-lama kan memiliki termal tinggi yang mampu mencapai temperatur yang dibutuhkan untuk air baku untuk menguap. Kemudian uap air akan mengalami proses kondensasi. Selanjutnya proses uap air akan menjadi air tawar murni yang akan ditampung.



Gambar 2. 4. Diagram Proses VC.
Sumber: (Abdulloh, 2015).

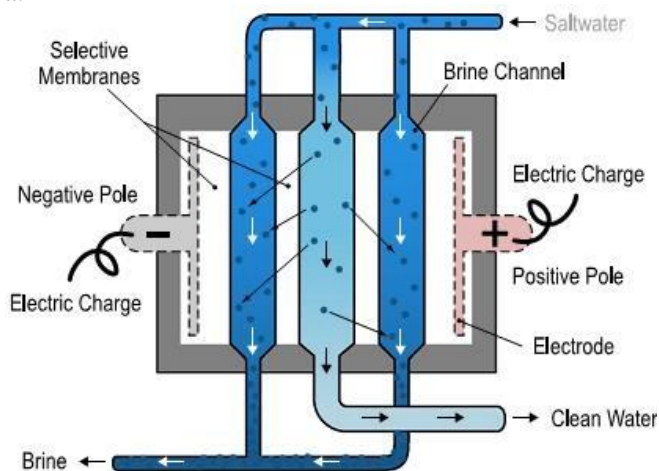
2.4.2 Teknologi Desalinasi Membran.

Membran memiliki kemampuan pemilih untuk meloloskan atau merejeksi kandungan ion tertentu dalam air baku. Peranan yang dapat diterapkan menggunakan membran yakni memisahkan garam mineral dari air laut dalam proses dialisis dan osmosis. Prinsip kerja tersebut telah diaplikasikan dan dikomersialkan melalui proses *Electrodialisis (ED)* dan teknologi membran *Reverse Osmosis (RO)*.

2.4.2.1 Electrodialisis (ED).

Proses Elektrodialisis merupakan proses pemisahan elektrokimia dengan menggunakan arus listrik yang digunakan untuk memindahkan ion-ion garam mineral melalui sebuah membran, sehingga pada akhirnya akan tertinggal air tawar sebagai hasil produk. Teknologi ini dapat dikatakan memiliki tingkat biaya yang cukup rendah. Dikarenakan konsumsi dari energi yang dibutuhkan bergantung pada konsentrasi garam yang terlarut dalam air umpan (baku). Dalam prosesnya, medan listrik akan melewati ion melalui membran. Komponen penunjang sistem teknologi ini antara lain,

proses *pre-treatment* sebagai proses penyaringan awal sebelum air baku dilanjutkan melalui membran oleh medan listrik dan berfungsi untuk menjaga agar usia membran dapat lebih lama, membran, pompa bertekanan rendah, suplai listrik dengan spesifikasi DC (*Direct Current*) dan proses *post-treatment* bergantung pada air hasil olahan Elektrodialisis dimanfaatkan untuk aktifitas manusia apa saja. Terlihat ekonomis teknologi ED, ditinjau dari komponen penunjang sistemnya.



Gambar 2. 5. Diagram Proses *Electrodialisis*

Sumber: (Abdulloh, 2015).

2.4.3 Perbandingan Teknologi Desalinasi.

Beragam teknologi pengolahan desalinasi, tentunya memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Parameter utama yang biasanya dibandingkan adalah terkait harga, kemudahan dalam pengoperasian, dan proses perawatannya. Selain itu ada beberapa parameter yang tidak boleh terlewatkan dalam memilih teknologi desalinasi yang tepat berdasarkan tempat akan dipasang sistem desalinasi seperti sumber energi, kajian teknis dan ekonomis, kegunaan komponen penunjang, dan lain-lainnya. Berikut terdapat contoh tabel perbandingan diantara beberapa teknologi desalinasi.

Tabel 2. 3. Perbandingan pengoperasian dan perawatan teknologi desalinasi.

Sumber: Ari Nugroho, 2004

No.	Uraian	MSF	MED	RO
1	Chemical treatment	Ya	Ya	Ya
2	Ball Cleaning	Ya	Tidak	Tidak
3	Ganti suku cadang	Ya	Ya	Tidak
4	Chemical cleaning	Ya	Sedikit	Tidak
5	Ganti membran	Tidak	Tidak	Ya

6	Bersihkan membran	Tidak	Tidak	Ya
7	Ganti Elemen Filter	Tidak	Tidak	Ya

Pada Tabel 2.1 Menunjukkan 3 jenis teknologi desalinasi yang berjenis MSF, MED, dan *reverse osmosis*. Meninjau teknologi MSF, hampir semua perawatan diperlukan ketika sistem teknologi tersebut beroperasi, sedangkan teknologi ini tidak memerlukan perawatan khusus untuk membrannya. Teknologi MED berdasarkan hasil table menunjukkan perawatan yang lebih mudah dibandingkan dengan MSF karena tidak membutuhkan *ball cleaning* dan sedikit membutuhkan pembersihan secara *chemical cleaning*. Pada teknologi *reverse osmosis*, karena pada prosesnya menggunakan membran maka suatu saat diperlukan penggantian membran dan elemen filternya.

Tabel 2. 4. Perbandingan Umum Teknologi Desalinasi.
Sumber: Ari Nugroho, 2004

No.	Uraian	MSF	MED	RO
1	Kapasitas (Ton/hari)	500-600000	40-9000	5-24000
2	Hanya perlu tenaga listrik	Tidak	Tidak	Ya
3	Uap sebagai sumber panas	Ya	Ya	Tidak
4	Air panas sebagai sumber panas	Tidak	Ya	Tidak
5	Kemurnian produk air (TDS-ppm)	5	25	500
6	Konsumsi tenaga listrik Kwh/T	3-5	1,5-2,5	5-10
7	Tekanan uap pemanas kg/cm ²	2	8	-
8	Tekanan uap penjalan ejector kg/cm ²	6-10	6-8	-
9	Gained output ratio (GOR) air/uap	5-8	6-8	-
10	Kondisi air baku kotor/keruh	Dapat	Dapat	Tidak
11	Kondisi air baku berubah-ubah	Dapat	Dapat	Sulit
12	Memerlukan chemical cleaning	Jarang	Sedang	Ya
13	Instalasi didalam/diluar ruangan	Diluar	Diluar	Didalam
14	Untuk hotel dan kawasan wisata	Tidak	Dapat	Cocok
15	Untuk pelayanan umum skala kecil	Dapat	Cocok	Cocok
16	Untuk pelayanan umum skala besar	Dapat	Tidak	Cocok
17	Untuk kilang minyak, petrokimia, dan pembangkit tenaga listrik	Cocok	Dapat	Tidak

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa kapasitas air tawar terbesar mampu dihasilkan oleh desalinasi dengan teknologi MSF kemudian MED, dan selanjutnya *reverse osmosis*. Ditinjau dari pengoperasiannya, teknologi MSF membutuhkan uap panas sebagai sumber panas untuk penguapan, MED membutuhkan air panas sebagai sumber *thermalnya*. Sedangkan *reverse osmosis* membutuhkan tenaga listrik yang cukup dan mampu untuk

menggerakkan pompa dengan tekanan yang besar untuk melawan tekanan osmotiknya. Sehingga teknologi *reverse osmosis* membutuhkan konsumsi listrik yang cukup tinggi kemudian diikuti oleh MSF dan MED. Dalam praktek penggunaannya, teknologi RO cocok untuk diaplikasikan pada industri pariwisata serta pelayanan umum skala kecil dan besar (Nugroho, 2004).

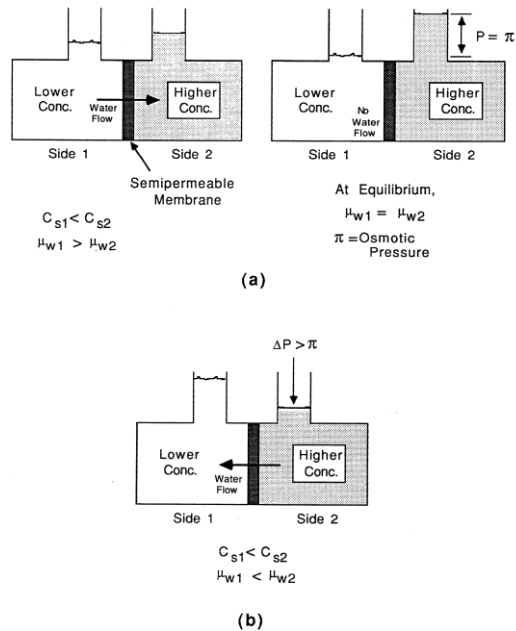
2.4 Desalinasi Air dengan Reverse Osmosis.

Teknologi desalinasi air laut dengan teknologi *reverse osmosis* (RO) merupakan suatu teknik perjenihan air yang memanfaatkan membran sebagai filtrasi (penyaringan) garam terlarut dalam air laut sebesar 0.0001 mikron, kemudian membran tersebut mampu menurunkan *Total Dissolved Solids* (TDS) dalam air baku (Firmansyah, 2015). Osmosis merupakan kejadian natural yang dimiliki oleh fluida cair. Peristiwa Osmosis merupakan peristiwa difusi (perpindahan) air melalui selaput semipermeabel. Air akan bergerak dari daerah yang mempunyai konsentrasi larutan rendah ke daerah yang mempunyai konsentrasi tinggi. Dengan kata lain, air akan bergerak dari keadaan air yang memiliki tekanan osmosis rendah ke keadaan air dengan tekanan osmosis yang tinggi. Dikarenakan membran akan dalam posisi mengerut ketika berada di larutan dengan konsentrasi lebih tinggi (Roza, Gusnedi and Ratnawulan, 2013). Sehingga kesetimbangan dapat terjadi akibat perpindahan dari larutan. Saat kesetimbangan konsentrasi dalam larutan dicapai, maka terdapat perbedaan tinggi larutan yang dapat didefinisikan sebagai tekanan osmosis. *Reverse osmosis* merupakan kebalikan dari peristiwa osmosis. Dalam osmosis terbalik ini, larutan dengan konsentrasi lebih tinggi akan berpindah melalui membran menuju larutan yang berkonsentrasi lebih rendah. Dikarenakan tekanan yang diberikan lebih besar daripada tekanan osmosisnya. Ditinjau dalam segi aplikasi, reverse osmosis secara umum diaplikasikan untuk proses penghilangan garam dari air laut dan air payau yang memiliki kapabilitas untuk menghilangkan hingga 99% garam terlarut (ion), partikel, koloid, bahan organik, bakteri, dan pyrogens dari air (meskipun tidak bisa 100% menghilangkan bakteri dan virus) (Dewi, 2015).

2.5.1. Prinsip Kerja *Reverse Osmosis* (RO).

Proses pengolahan air menggunakan osmosis terbalik memiliki prinsip kerja membalikkan fenomena osmosis yang terjadi secara natural didalam fluida. Memanfaatkan adanya membran semipermeabel sebagai pemisah tiap-tiap konsentrasi. Pada sistem kerjanya, membran *reverse osmosis* akan diberikan tekanan yang besar sehingga jauh melebihi dari tekanan osmosis nominalnya. Difusi air yang awalnya dimulai dari air dengan konsentrasi rendah ke air berkonsentrasi tinggi. Setelah diberi tekanan yang cukup tinggi akan mengalami kebalikan dari proses normalnya sehingga difusi air berbalik dari air dengan konsentrasi tinggi menuju ke berkonsentrasi rendah (Williams, 2003). Pada kasus air laut, maka air baku (air laut) memiliki konsentrasi tinggi diakibatkan adanya konsentrasi tambahan dari garam-garam mineral yang terlarut, sedangkan air tawar memiliki konsentrasi yang rendah. Kemudian terjadi proses osmosis terbalik pada sistem karena adanya tekanan melebihi tekanan osmosis yang diberikan sehingga air laut akan berpindah menuju ke air tawar melalui membran semipermeabel (Greenlee *et*

al., 2009). Membran tersebutlah yang memiliki peran sebagai penghambat garam mineral untuk turut serta larut kedalam air tawar. Aliran pada sistem *reverse osmosis* bergantung pada membran porositas yang meloloskan partikel hingga 0,0001 mikron (Firmansyah, 2015). Mekanisme perpindahan pada RO adalah dengan pelarutan dan difusi. Oleh karena itu, garam akan tetap berada dan tertinggal pada fase larutan yang memiliki konsentrasi tinggi. Untuk selanjutnya kumpulan garam tersebut akan *direject* melalui output *brine water*.



Gambar 2. 6. Skema proses dari Osmosis (a) dan Skema proses *Reverse osmosis* (b)
Sumber: (Williams, 2003)

Tenaga yang digunakan untuk memberikan tekanan kepada membran *reverse osmosis* sama dengan mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, dan diafiltrasi, yaitu tekanan hidrostatis dengan besaran tekanan berkisar 1 – 10 Mpa atau 10 – 100 Bar (Dewi, 2015). Secara empiris, untuk perhitungan laju perpindahan air melalui membran semipermeabel dalam proses *reverse osmosis* dapat dilakukan perhitungan dengan hubungan berikut:

$$J_{\text{air}} = W (P - \pi) \quad (2.1)$$

Dengan keterangan sebagai berikut, J_{air} merupakan fluks air yang melalui membran RO. Fluks adalah jumlah volume permeat yang melewati satuan luas membran dalam waktu tertentu, W merupakan permeabilitas dari membran *reverse osmosis*, P adalah tekanan hidrostatis yang diberikan, dan π merupakan tekanan osmosis. Secara teori, besarnya π (tekanan osmosis) memiliki nilai yang sama dan berbanding lurus dengan konsentrasi garamnya.

Selain itu, laju perpindahan zat terlarut (garam) akan berbanding lurus dengan gradient konsentrasi yang melalui membran (perbedaan konsentrasi antara sisi sebelum atau umpan dan sisi sesudah atau permeat):

$$J_{\text{solut}} = K (C_f - C_p) \quad (2.2)$$

Dengan keterangan, J_{solut} merupakan fluks dari zat terlarut (garam) yang melintasi membran RO, K merupakan konstanta yang ditentukan berdasarkan bahan material dan ketebalan dari membran. Pada persamaan (2.1) dan (2.2) menunjukkan bahwa laju perpindahan air merupakan sebuah fungsi dari tekanan operasi, melainkan laju perpindahan garam berbeda. Dengan demikian kemurnian dari air hasil proses *reverse osmosis* (permeat) dapat berhubungan dengan penurunan konsentrasi garam pada konsentrat atau air baku sebelum proses dan peningkatan tekanan operasi yang diberikan pada sistem (Ariyanti and Widiasa, 2011).

2.5.2. Membran *Reverse Osmosis* (RO).

Teknologi membran pada masa kini telah berkembang pesat dan memberikan dampak positif bagi kebutuhan manusia, khususnya dalam bidang pengolahan air laut dan air limbah. Definisi dari Membran, merupakan lapisan pembatas tipis yang memiliki sifat selektif permeabel yang berarti bahwa hanya dapat dilalui oleh molekul-molekul tertentu yang diperuntukkan sesuai jenis dan tipenya. Membran dapat dikarakterisasi menjadi tiga jenis, yaitu membran berpori, membran tak berpori, serta membran penukar ion (Winata, 1997). Membran berpori memiliki pori dengan ukuran tertentu, distribusi melalui ukuran pori, ketebalan lapisan, dan porositas permukaan. Supaya dapat digunakan dalam mencapai tingkat selektifitas yang tinggi, pori yang terdapat di membran harus relatif lebih kecil dari pada partikel yang akan disaring. Sehingga tidak meloloskan partikel tersebut ke langkah selanjutnya. Membran berpori sering diaplikasikan pada mikrofiltrasi (MF), ultrafiltrasi (UF), nanofiltrasi (NF) dan *reverse osmosis* (RO) (Said, 2009).

Tabel 2. 5. Perbandingan ukuran diameter pori dan berat molekulnya.
Sumber: (Said. N, 2009)

Tipe Filtrasi	Ukuran Partikel	Berat Molekul (Dalton)
Mikro Filtrasi	$\geq 0,1 \mu\text{m}$	≥ 500.000
Ultra Filtrasi	$0,01 - 0,1 \mu\text{m}$	$1000 - 500.000$
Nano Filtrasi	$0,001 - 0,01 \mu\text{m}$	$100 - 1000$
Reverse Osmosis	$\leq 0,001 \mu\text{m}$	≤ 100

Berdasarkan tabel berikut, untuk tipe filtrasi Nanofiltrasi dan *reverse osmosis* hanya mampu menyaring partikel dengan berat molekul yang rendah.

Pemisahan dengan tipe-tipe filtrasi tersebut didasarkan pada ukuran partikel yang akan menjadi targetnya. Salah satu kekurangan pada membran berpori adalah dapat terjadinya fouling (deposisi irreversibel dari partikel yang tertahan dalam dinding pori membran atau pada permukaan membran). Membran tak berpori penyusunnya terdiri dari lapisan yang rapat, dimana permeat dibawa melalui proses difusi. Proses pemisahan terjadi karena adanya perbedaan kelarutan dan difusifitas. Kekurangan dari membran tak berpori ini adalah rendahnya fluks atau laju perpindahan aliran. Oleh karena itu, lapisan membran tak berpori ini dibuat setipis mungkin. Membran penukar ion terdiri atas dua jenis, yaitu membran penukar kation dan membran penukar anion. Anion akan ditolak oleh muatan negatif dan tidak bisa melewati membran penukar kation. Membran penukar kation hanya dapat dilewati oleh kation, dan sebaliknya (Winata, 1997).

Membran *reverse osmosis* melibatkan proses antara dua fluida terpisah oleh lapisan membran semipermeabel, dimana terdapat fluida dengan konsentrasi yang lebih rendah akan bergerak menuju fluida berkonsentrasi lebih tinggi. Akan tetapi seiring berjalannya proses, fluida (air) akan terdorong masuk kembali dari kolom yang mengandung padatan terlarut banyak menuju kolom dengan padatan terlarut sedikit dimana padatan terlarutnya tetap dan tidak berpindah. Melalui teknik ini, bagian garam dari air baku dapat dipisahkan. *Reverse Osmosis* menggunakan penerapan aplikasi dari teori solubilitas diffusivitas serta menggunakan tekanan tinggi untuk melalui membran *dense* yang dipasang pada sistem desalinasi. Permeabilitas sendiri dapat dirumuskan sebagai hasil kali antar solubilitas dengan diffusivitas seperti yang tertulis pada rumus dibawah ini.

$$P = S \times D \quad (2.3)$$

Keterangannya adalah sebagai berikut, solubilitas (S) merupakan jumlah dari penetrasi yang terserap oleh membran (tergantung dari sifat kimia membran dan penetrasi), sedangkan diffusivitas merupakan parameter yang menunjukkan kecepatan penetrasi dipindahkan (tergantung pada kondisi operasi dan ukuran molekul) (Winten, Khoiruddin and Hakim, 2014).

Membran semipermeabel yang digunakan pada pengaplikasian proses *reverse osmosis* terdiri dari lapisan tipis polimer pada penyangga berpori (fabric support). Membran yang digunakan akan diperankan dalam penunjang komersial, sehingga membran harus memiliki sifat permeabilitas yang tinggi terhadap air. Membran *reverse osmosis* harus memiliki derajat semipermeabilitas yang tinggi. Dengan artian bahwa laju transportasi air yang melewati membran RO harus memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan laju transportasi ion-ion yang terlarut dalam air laut.

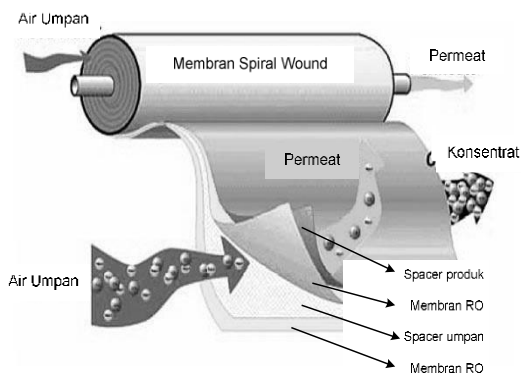
Membran juga harus memiliki kestabilan yang tinggi (ketahanan) terhadap variasi dari pH dan suhu lingkungan. Kestabilan dari membran tersebut dalam skala waktu dan kondisi tertentu dapat didefinisikan sebagai umur membran yang biasanya hanya berkisar antara 3 sampai 5 tahun.

Material polimer yang dapat digunakan untuk membran *reverse osmosis* memiliki dua jenis, antara lain: selulosa asetat (CAB) dan komposit poliamida (CPA). Dari kedua jenis material polimer tersebut tentunya memiliki beberapa perbedaan yang cukup signifikan dalam segi pembuatannya, kondisi saat dioperasikan, dan kinerja polimernya. Adapun perbedaannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. 6. Perbandingan Selulosa asetat dan komposit.
Sumber: (G.M Mustafa, 2007).

Batasan	Membran selulosa asetat	Lapisan tipis membran komposit
pH	pH 2-8	pH 2-11
Temperatur	5°C-30°C	5°C-50°C
Ketahanan terhadap serangan bakteri	Lemah	Sangat kuat
Ketahanan terhadap klorin	0-1 ppm	0-0.1 ppm
Rejeksi terhadap garam saat 60 psi	85-92%	94-98%
Rejeksi terhadap nitrat saat 60 psi	30-50%	70-90%
Cost relatif	Rendah	Tinggi

Konfigurasi membran yang digunakan dalam *reverse osmosis* yaitu *spiral wound*. Jenis konfigurasi lain yang ada antara lain, *hollow fiber*, *tubular*, dan *plate and frame*. Akan tetapi jenis-jenis konfigurasi tersebut sangat jarang digunakan untuk aplikasi pada membran *reverse osmosis*. Hanya diaplikasikan pada industri makanan serta sistem yang membutuhkan kekhususan tersendiri. Pada konfigurasi *spiral wound*, terdiri dari dua buah lembar membran yang dipisahkan oleh saluran kolektor permeat yang membentuk daun (*leaf*).



Gambar 2. 7. Modul membran konfigurasi spiral wound.
(Sumber: D. Ariyanti *et al*, 2011)

Perakitan konfigurasinya adalah dengan cara dilem pada tiga sisi dan sisi yang keempat (dekat pipa berlubang) dibiarkan tetap terbuka sebagai saluran permeat keluar dari konfigurasi. Kemudian, material yang digunakan sebagai *feed/brine spacer* dijadikan satu dengan *leaf*. Beberapa lembaran *leaf* kemudian digulung mengelilingi tabung permeat plastik. Tabung inilah yang merupakan tabung berlubang memiliki fungsi untuk mengumpulkan permeat dari *leaf*. Elemen membran *spiral wound* yang digunakan dalam kebanyakan industri adalah dengan memiliki panjang $\pm 100-150$ cm (40-60 in) dan diameter $\pm 10-20$ cm (4-8 in). sedangkan pengaplikasian pada rumah tangga memiliki panjang 25-100 cm dengan diameter 5-10 cm. Air baku atau air *brine* akan mengalir pada elemen secara aksial masuk melalui *feed spacer* kemudian keluar melalui outlet *brine* secara paralel menuju ke permukaan dari membran.

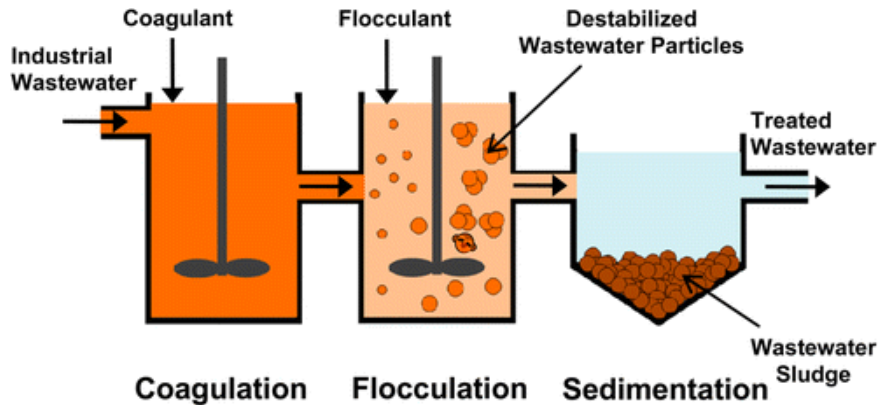
2.5 Pengolahan Awal (*Pretreatment*).

Perlakuan atau pengolahan awal yang ditargetkan pada air baku (air umpan) memiliki fungsi yang sangat penting. Adapun fungsi dari pengolahan awal desalinasi dengan menggunakan membran *reverse osmosis* yaitu mampu menjaga dan mempertahankan usia dari membran RO agar tidak cepat mengalami degradasi akibat berhubungan dengan air umpan dan mengurangi *fouling* (komponen penyumbat) yang menempel pada membran akibat adanya partikel yang tidak lolos selektif oleh membran dan karakteristik dari kandungan yang terdapat di air umpan desalinasi. Pengolahan awal dapat dilakukan dengan teknologi dan konvensional. Meninjau secara konvensional, air baku akan diproses melalui beberapa penyaringan dengan media filter. Selain itu fungsi dari pengolahan awal adalah untuk memenuhi standar kualitas air baku yang akan diolah pada unit osmosis balik. Padatan dapat diatur dengan mudah dihilangkan dari air melalui pengendapan gravitasi. tetapi sebagian besar padatan juga tidak dapat diendapkan, seperti bahan organik, cairan kental dan sedikit garam terlarut sehingga perlu dikurangi perawatan kimia. Perawatan kimia dapat melibatkan salah satu dari berikut: koagulasi baik dengan atau tanpa klarifikasi, penyesuaian pH yang dapat mempengaruhi penghilangan *fluoride*, dan inhibitor (*antiscalant*) (Prihasto, Liu and Kim, 2009).

2.6.1. Koagulasi dan Flokulasi.

Koagulasi dan flokulasi merupakan rangkaian dua proses yang tak terpisahkan dalam mengolah partikel koloid secara kimiawi. Koagulasi merupakan proses penggabungan koloid yang berbentuk zat kecil dan akan membentuk flok-flok akibat penambahan zat kimia misalnya PAC. Dari flok-flok yang dihasilkan kemudian flok tersebut dapat diendapkan dan disaring. Terjadi proses destabilisasi pada koloid dan partikel akibat dari pengadukan cepat dengan zat kimia. Dengan demikian, tujuan dari proses koagulasi yaitu mengubah partikel padatan dalam air umpan yang tidak mudah mengendap menjadi mudah mengendap (Susanto, 2008). Kemudian digabungkan dengan proses flokulasi merupakan rangkaian proses penggabungan inti flok menjadi flok-flok yang berukuran lebih besar akibat dari pengelompokan partikel dengan koagulasi menggunakan proses pengadukan lambat (*slow mixing*).

Sehingga dapat memungkinkan partikel koloid mengalami pengendapan (Risdiyanto, 2007).



Gambar 2. 8. Ilustrasi proses koagulasi dan flokulasi.

Sumber: (Wahyuni, Siswanto and Akbar, 2016)

2.6.2. Filter Pasir cepat (*Rapid Sand Filter*).

Media filter ini memiliki fungsi untuk menyaring partikel-partikel kasar yang berasal dari air baku dan hasil dari oksidasi kalium permanganat atau *chlorin* serta mangan dan besi. Bentuk dari media filter ini dapat bervariasi. Umumnya filter ini berbentuk silinder dan terbuat dari *fiberglass*. Unit filter ini dilengkapi dengan *valve* yang dapat digunakan untuk sistem *backwash* atau pembersihan/pencucian yang sederhana. Media filter pasir cepat ini terdiri dari batu kerikil kasar, kerikil halus, pasir silika kasar berukuran 2 – 1 mm dan pasir silika halus berukuran 1 – 0,5 mm (Widayat, 2005).

2.6.3. Filter Karbon Aktif (*Activated Carbon Filter*).

Pada filter karbon aktif terjadi proses penyerapan (adsorpsi). Adsorpsi merupakan proses penyerapan zat-zat yang akan diadsorpsi oleh permukaan dari karbon aktif. Tetapi permukaan karbon aktif juga memiliki tingkat kejenuhan. Apabila tingkat kejenuhan sudah tinggi, maka karbon aktif akan berhenti melakukan proses adsorpsi. Pada saat itu juga filter karbon aktif harus dilakukan pergantian dengan karbon aktif yang baru. Fungsi dari filtrasi dengan karbon aktif ini adalah untuk menghilangkan polutan mikro misalkan zat organik, deterjen, bau, warna, logam berat, senyawa phenol, dan lain-lainnya (Widayat, 2005).

2.6.4. Cartridge Filter.

Filter ini dapat diartikan sebagai penyempurnaan dari pengolahan awal dengan *cartridge* yang berukuran 0,5 μm . Dapat diartikan juga sebagai penyaring (filter) pelengkap guna menjamin bahwa air yang akan diproses dalam *reverse osmosis* telah memenuhi syarat baku bagi sistem *reverse osmosis*. Berikut merupakan standar kualitas air baku unit *reverse osmosis*.

Tabel 2. 7. Standar kualitas air baku reverse osmosis.
(Sumber: Wahyu W, 2005)

No	Parameter	Satuan	Air baku (max)
1	Warna	Pt. Co Scale	100
2	Bau	-	Relatif
3	Kekeruhan	NTU	20
4	Besi	mg/liter	2,0
5	Mangan	mg/liter	1,3
6	Khlorida	mg/liter	4.000
7	Bahan Organik	mg/liter	40
8	TDS	mg/liter	12.000

2.6 Pengolahan Lanjutan Desalinasi (*Post-treatment*).

Air dari proses desalinasi air payau menggunakan teknologi membran *reverse osmosis* merupakan air tawar yang telah difiltrasi kandungan garam terlarutnya. Berdasarkan latar belakang penelitian untuk tugas akhir ini, target atau keluaran dari penelitian ini adalah mampu memproduksi air siap minum yang layak dan sesuai dengan persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi, dan radioaktif baku mutu air minum yang terdapat dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia tahun 2010. Dengan demikian sangat diperlukan pengolahan lebih lanjut pada permeat (air hasil desalinasi) untuk mengurangi kadar kandungan bakteri, dan kotorannya sehingga dapat memenuhi persyaratan air siap minum. Pada air tawar biasa, jika langsung dikonsumsi akan menyebabkan penyakit diare. Penyakit tersebut dapat disebabkan oleh bakteri *escherichia coli* dan bakteri patogen yang masih terdapat di air tawar. Bakteri pathogen yang mungkin ada dalam air antara lain adalah : Bakteri typhsum, *Vibrio colerae*, Bakteri dysentriae, *Entamoeba hystolotic.*, dan Bakteri enteritis (penyakit perut) (Kasam, Siswoyo and Agustina, 2009). Ada berbagai cara untuk membuat air bersih (tawar) supaya layak untuk dikonsumsi oleh manusia, salah satunya dengan metode penyaringan.

Ada beberapa teknik dalam penyaringan air bersih untuk diolah kembali. Antara lain: pertama yaitu saringan pasir lambat (SPL) yang memiliki susunan lapisan pasir pada bagian atas dan kerikilnya dibagian bawahnya. Kedua adalah Saringan Pasir Cepat (SPC) merupakan kebalikan dari SPL, sehingga susunannya saringan kerikil pada bagian atas sedangkan saringan pasir pada bagian bawah. Ketiga adalah kain katun yang bersih, mampu membersihkan air yang keruh dari kotoran dan organisme kecil tetapi hasilnya bergantung pada kerapatan dan ketebalan kain katun tersebut. Keempat yaitu filter menggunakan karbon aktif, mampu mengadsorpsi partikel dan menghilangkan rasa, bau, serta warna yang ada pada air baku. Kelima adalah konfigurasi filtrasi sederhana/tradisional dengan menggabungkan lapisan pasir, kerikil, batu, karbon aktif, dan ijuk sehingga memiliki kemampuan sekaligus dalam menyaring air. Keenam adalah filter keramik yang dilapisi dengan campuran perak (koloid), campuran dari perak dapat berfungsi sebagai disinfektan pada air yang dimanfaatkan dalam membunuh bakteri (Ciawi, Salain and Tubuh, 2016).

2.7.1. Filter Mangan Zeolit (*Manganese Zeolite Filter*).

Penyaringan menggunakan filter ini memiliki fungsi untuk penyerapan zat besi (Fe) atau mangan (Mn) pada air yang masih terlarut dan belum teroksidasi dalam tangki reaktor dan filter pasir cepat. Biasanya unit ini memiliki bentuk dan ukuran yang relatif sama dengan filter pasir cepat. Hanya media filter yang didalamnya saja yang membedakan. Media filter yang digunakan dalam filter ini adalah mangan zeolit (*manganese Zeolite*). Mangan zeolite berfungsi sebagai katalis sehingga dapat mengoksidasi besi dan mangan. Media filter ini lama kelamaan akan memiliki titik jenuhnya. Sehingga diperlukan penambahan larutan permanganat kalium ke dalam mangan zeolit yang telah jenuh. Kemudian akan terbentuk kembali mangan zeolit. Media filter ini dapat terdiri dari batu kerikil kasar, kerikil halus, pasir silika kasar, pasir silika halus, dan mangan zeolit (Said, 2003).

2.7.2. Media Filter Karbon Aktif (Arang).

Karbon aktif merupakan karbon padat memiliki luas permukaan yang besar berkisar diantara nilai 100 hingga 3000 m²/g. Dikarenakan pori yang dimiliki oleh karbon aktif sangat kompleks dengan ukuran berkisar 20 – 500 Angstrom (IUPAC). Dengan demikian, pemanfaatan karbon aktif sangat cocok dalam pengaplikasian penjernihan air melalui kontak yang besar seperti adsorpsi (penjerapan) dan katalisis. Pada umumnya, karbon aktif dapat dibuat berdasarkan bahan batu bara atau biomassa, ataupun bahan lain yang memiliki kandungan unsur karbon yang besar. Proses pembuatan arang aktif (karbon aktif) dapat dibagi menjadi dua metode yakni secara fisika dan secara kimia. Melalui pengaktifan secara fisika, bahan baku karbon aktif memerlukan proses pemanasan dengan suhu yang cukup tinggi antara 600 – 900 °C pada kondisi hampa udara (tanpa oksigen). Reaksi dari gas yang mengalir pada karbon akan melepas H dan CO sehingga dapat memperluas pori dan menghilangkan senyawa pengotor lainnya kemudian pori-pori arang yang tertutup menjadi terbuka dan akhirnya dapat memperluas permukaan porinya (Yuliusman, 2016). Sedangkan pengaktifan karbon secara kimia tanpa perlu melalui proses pembakaran. Melainkan dapat mencampur karbon dengan bahan kimia tertentu seperti KOH, NaOH, K₂CO₃, HCl, dan lain sebagainya (Ciawi, Salain and Tubuh, 2016). Agen aktivasi kimia akan mengoksidasi karbon dan akan merusak permukaan dalam karbon sehingga akan terbentuk pori dan mampu memberi peningkatan daya adsorpsi.

Karbon aktif yang digunakan dalam penelitian terbuat dari arang tempurung kelapa. Meninjau dari kondisi ketersediaan tempurung kelapa sebagai sumber daya alam yang mudah ditemui dan melimpah. Apalagi jika tidak diolah menjadi arang, tempurung kelapa hanya menjadi limbah organik. Dalam hal ini arang akan digunakan sebagai *adsorben* (Penyerapan). Pengaplikasiannya mampu digunakan untuk menghilangkan *turbidity* (kekeruhan), menghilangkan warna, rasa dan bau, deklorinasi, detoksifikasi, penyaringan, pemisahan dan dapat digunakan sebagai katalis (Hidayah, Muris and Subaer, 2015).

Tabel 2. 8. Komponen Kimiawi Penyusun Karbon Aktif Tempurung Kelapa
Sumber: (Masthura and P, 2018)

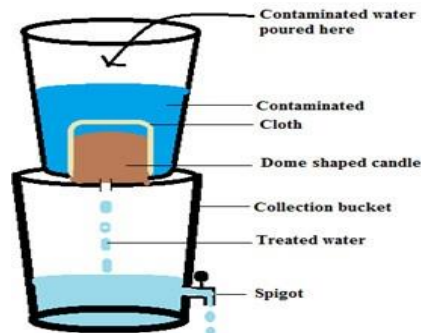
Komponen	Persentase (%)
C	74,3
O	21,9
Si	0,2
K	1,4
S	0,5
P	1,7

2.7.3. Media Filter Membran Keramik.

Keramik merupakan benda yang terbentuk dari tanah liat (*clay*) yang telah mengalami proses sebelumnya yaitu pembakaran. Pada tanah liat zat yang terkandung didalamnya mencakup semua bahan anorganik yang memadat dan bukan logam. Benda keramik dapat menahan panas dan lebih stabil hingga temperatur 1200°C. kebanyakan pada pembuatan keramik, bahan baku yang sering dipakai adalah tanah liat, kuarsa, kaolin, *feldspar*, dan air. Kemudian sifat dan karakteristik kekerasan dari keramik ditentukan oleh struktur Kristal, komposisi kimia dan mineralnya. Terdapat beberapa tahapan dalam pembuatan media filter keramik, antara lain sebagai berikut: Pertama adalah pengolahan bahan, bertujuan untuk mengolah bahan baku menjadi bahan keramik plastis yang siap pakai sehingga dapat dilakukan dengan metode basah ataupun kering secara manual atau menggunakan mesin. Kedua yaitu pembentukan, dapat dilakukan dengan tangan (*handbuilding*), diputar (*throwing*), dan dicetak (*casting*). Ketiga adalah melakukan pembakaran pada hasil olahan tanah liat yang merupakan inti dari pembuatan keramik. Pembakaran akan mengubah massa yang awalnya rapuh menjadi padat, keras dan kuat. Beberapa parameter yang mampu mempengaruhi hasil pembakaran adalah suhu sintering (matang), atmosfer tungku dan mineral yang terkandung. Pembakaran dilakukan pada suhu 700 – 1000 °C (Ciawi, Salain and Tubuh, 2016). Setelah mengalami pembakaran maka membran filter keramik akan terdapat lubang pori kecil yang berukuran 1 µm. Penyaringan menggunakan filter keramik berbahan lempung atau tanah liat efektif dalam menurunkan 97,8% sampai 99,97% bakteri *E.coli* yang merupakan bakteri berbahaya bagi kesehatan. Selain itu filter keramik juga mampu menghilangkan partikulat dan protozoa (3 – 30 µm) (Firmansyah, 2015).

Pada filter keramik, pembuatan keramik dan karbon aktif dapat dilakukan bersamaan. Apabila pengaktifan karbon aktif menggunakan proses fisika. Pori-pori dalam keramik dan karbon aktif akan terbentuk selama proses pembakaran yang berfungsi sebagai filter. Penambahan perak koloid pada saat pembentukan membran filter keramik dapat mendeaktivasi bakteri yang ada dalam air yang disaring. Konsentrasi dari perak (Ag) koloid berbanding

lurus dengan daya antibakterinya. Pada hal ini, perak (silver) koloid berperan sebagai desinfektan penghilang bakteri dan kuman pada air. (Ali, 2010).



Gambar 2. 9. Skema filtrasi

Sumber: (Mwabi, Mamba and Momba, 2012)

Berdasarkan penelitian dari (Mwabi, Mamba and Momba, 2012) yang membandingkan berbagai jenis pemfilteran antara lain filter pasir standar, filter zeolit, filter ember, filter tabung, dan filter keramik yang dilapisi perak koloid. Menunjukkan bahwa membran filter keramik memiliki tingkat filtrasi yang paling bagus dalam menurunkan kadar kekeruhan, kadar *E.coli* dan *coliform* pada air. Selain itu, pot atau membran filter keramik yang dilapisi dengan perak koloid mampu menurunkan kadar besi (Fe), kalsium (Ca), Magnesium (Mg), serta Arsen (Ciawi, Salain and Tubuh, 2016). Sehingga pengolahan air hasil dari desalinasi dengan menerapkan dan mengaplikasikan membran filter keramik mampu mengelola air hasil sehingga dapat memenuhi baku mutu air siap minum yang terdapat dalam peraturan kesehatan RI dan WHO.



Gambar 2. 10. Membran filter keramik berbentuk pot

Sumber: (Mwabi, Mamba and Momba, 2012)

Dalam pengoperasian membran filter keramik, salah satu parameter penting yang tidak boleh luput dipertimbangkan adalah mengenai tingkat kekuatan filter keramik dalam segi kuat dan tekan. Parameter tersebut sangat berguna apabila filter tersebut diaplikasikan pada tempat terpencil dan rawan

dari bencana alam. Sehingga filter keramik harus cukup kuat bertahan selama mengalami anomali tersebut. Tidak lupa juga pada proses pengangkutan dan pengiriman, akan sangat beresiko apabila pengemasan tidak tepat. Kuat tekan dapat didefinisikan sebagai ketahanan suatu benda terhadap beban hingga benda tersebut pecah. Untuk perhitungan kekuatan terhadap tekanan (pembebanan) secara umum dapat dihitung dengan rumus yang mengaplikasikan hukum newton sebagai berikut (Ciawi, Salain and Tubuh, 2016).

$$F_m = \frac{P}{A} \quad (2.4)$$

Keterangan: F_m = Kuat tekan benda uji (Pa)
 P = Beban maksimum yang diberikan (N)
 A = Luas penampang benda uji (mm^2)

2.7.4. Filtrat TDS.

Filtrat TDS merupakan hasil dari pengamatan langsung. Selisih antara Kandungan terlarut (TDS) air baku awal dengan kandungan terlarut dari hasil filtrasi oleh media filter. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui nilai penurunan akibat dari filtrasi filter. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\text{Filtrat TDS} = \text{TDS}_{\text{awal}} - \text{TDS}_{\text{akhir}} \quad (2.5)$$

2.7.5. Efisiensi TDS.

Formula ini digunakan untuk mengetahui tingkat efisiensi media filter dalam melakukan filtrasi. Menggunakan nilai hasil pengamatan langsung pada *input* dan *output* media filter. Kemudian efisiensi dari penurunan atau kenaikan dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

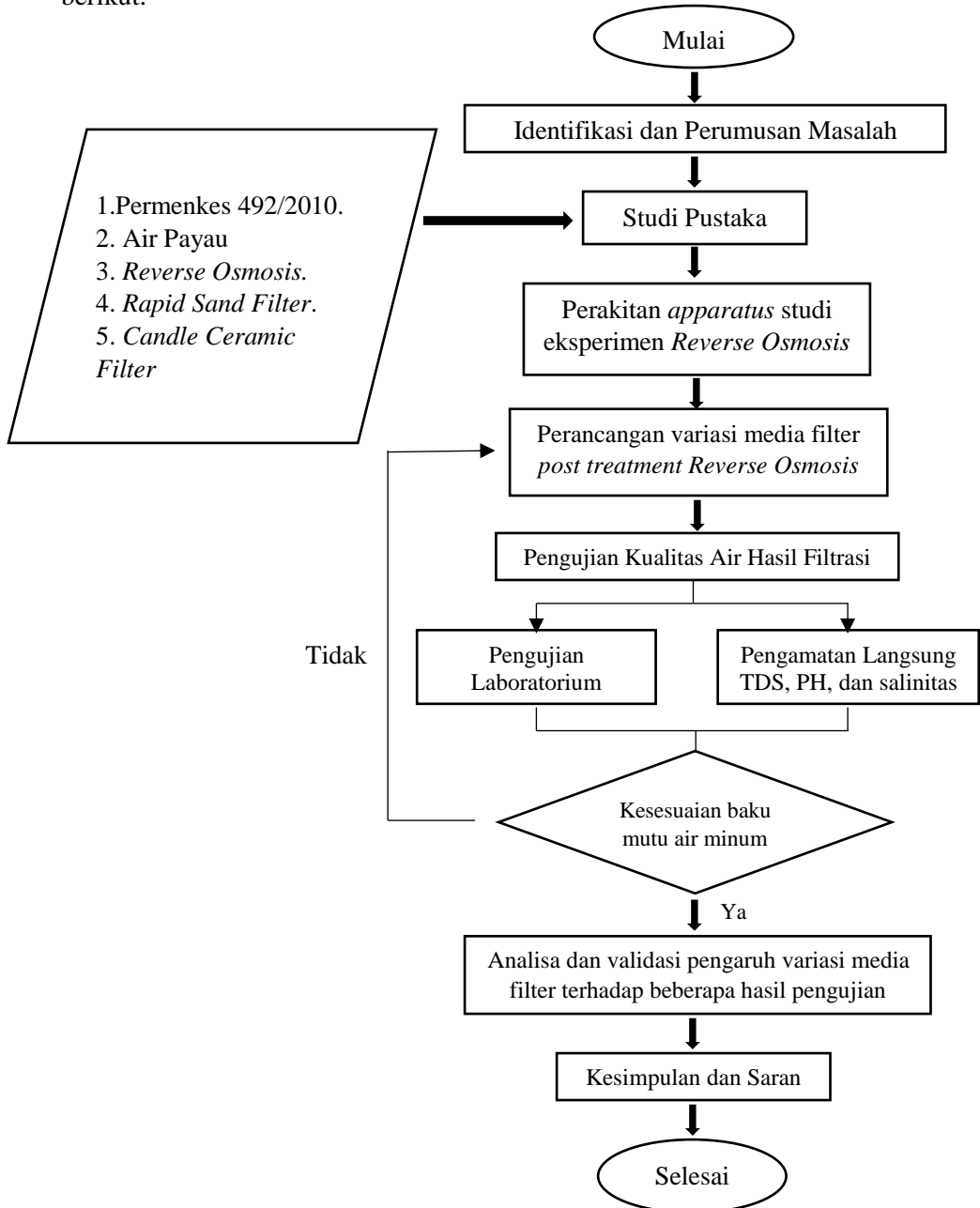
$$\text{Efisiensi TDS} = \frac{(T_a - T_p)}{T_a} \times 100\%. \quad (2.6)$$

Keterangan : T_a = TDS air baku.
 T_p = TDS permeate (hasil Filtrasi).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Flow Chart Metodologi.

Langkah penyusunan laporan tugas akhir menggunakan metode penelitian sebagai berikut:



Gambar 3. 1. Flowchart metodologi Penelitian.

Sumber : Dokumen Pribadi.

3.2. Identifikasi Masalah.

Berdasarkan identifikasi pada latar belakang, Permasalahan yang akan didiskusikan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu penggunaan bahan-bahan organik untuk pemodelan sistem filtrasi. Bahan tersebut akan disusun dan dirakit menjadi media filter dalam proses filtrasi (penyaringan) air hasil dari *treatment* pada desalinasi berteknologi *reverse osmosis*. Bahan-bahan organik yang akan digunakan mudah ditemukan diberbagai tempat oleh seluruh kalangan masyarakat. Selain itu dengan penggunaan bahan organik akan meningkatkan daya jual dan ekonomis dari bahan tersebut. Seperti misalnya, tempurung kelapa. Jika tempurung kelapa tersebut tidak diolah menjadi arang aktif atau karbon aktif. Maka, bahan tersebut akan tetap menjadi limbah organik. Sedangkan jika bahan tersebut diolah, maka akan meningkatkan nilai ekonomis dari limbah tersebut. Bahan-bahan organik yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah pasir silika, kerikil, manganese zeolit, karbon aktif (tempurung kelapa), dan membran keramik. Seluruh bahan tersebut berasal dari bahan-bahan organik. Kemudahan penggunaan peralatan dan kebutuhan komponen penunjang yang tidak terlalu rumit menjadi alasan utama bahan organik tersebut dipilih. Pemilihan beberapa bahan tersebut juga berdasarkan jurnal dan penelitian yang relevan. Dikarenakan bahan organik tersebut mampu menjerap dan menyaring zat kimia, warna, kekeruhan, dan bahkan sebagai desinfektan bakteri *E.Coli* yang terlarut dalam air. Dengan demikian air hasil dari desalinasi menggunakan teknologi *reverse osmosis* dapat menjadi air yang siap dikonsumsi sebagai air minum berdasarkan dari peraturan Menteri Kesehatan RI.

3.3. Studi Pustaka.

Studi pustaka akan dilakukan setelah mengidentifikasi permasalahan yang akan menjadi pokok bahasan pada penelitian tugas akhir ini. Studi pustaka dilakukan dengan membaca berdasarkan literasi yang ada dan sesuai dan berkaitan dengan pembahasan. Adapun literatur yang menjadi pustaka adalah melalui jurnal, buku, *proceeding*, *paper*, peraturan-peraturan yang berlaku serta berbagai informasi yang berhubungan dengan pembahasan tugas akhir. Berdasarkan permasalahan, literatur dikhususkan dan diperdalam mengenai penyaring (filtrasi) yang mampu sebagai desinfektan pembunuhan pada bakteri dan adsorpsi (penyerapan) partikel-partikel yang tidak tersaring pada proses sebelumnya.

3.4. Perakitan *apparatus* Studi Eksperimen *Reverse Osmosis System*.

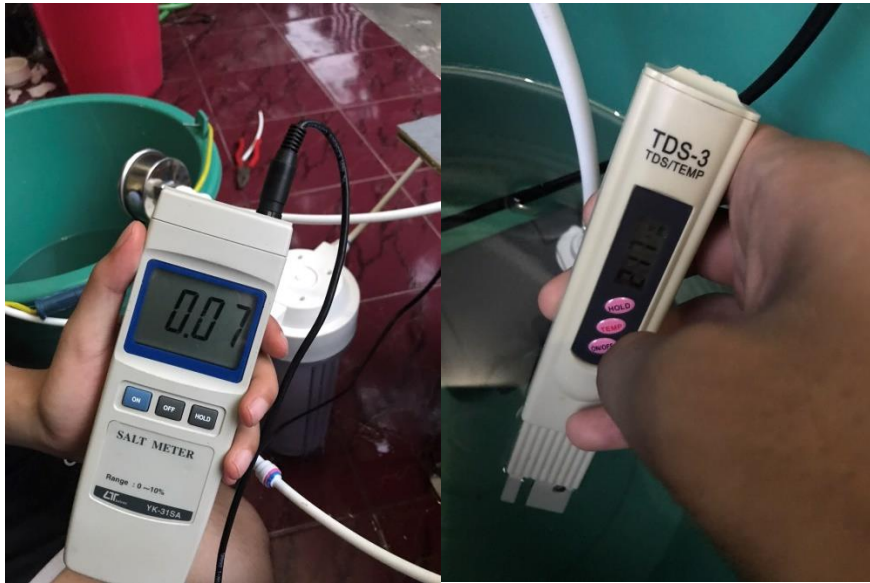
Pada tahap ini, dilakukan perancangan dan perakitan peralatan alat desalinasi skala laboratorium terdiri dari beberapa peralatan utama, yakni :

a. Pembuatan air payau sebagai air baku *reverse osmosis*.

Air baku yang digunakan pada rangkaian (*apparatus*) untuk proses *recirculation reverse osmosis system* yakni air payau. Dengan demikian, sebelum melakukan percobaan untuk pengambilan data penelitian dilakukan pembuatan air payau sintesis (buatan). Air buatan tersebut juga harus memenuhi dari karakteristik air payau yang memiliki nilai kandungan terlarut minimal 2000 ppm dan kadar salinitas minimal 0,05% (Fatoni, Muryani and Nugraha, 2018). Air payau buatan yang digunakan selama penelitian akan dibuat memenuhi parameter air payau tersebut. Berikut merupakan parameter dari air payau buatan yang digunakan.

Kadar kandungan terlarut (TDS) = 2170 ppm.

Kadar salinitas air (garam mineral) = 0,07%.



Gambar 3. 2. Parameter kandungan air payau rangkaian sistem
Sumber : Dokumen Pribadi.

Parameter kandungan terlarut (TDS) dan kadar garam mineral tersebut merupakan tolok ukur dalam pembuatan air payau buatan. ketika akan melakukan proses penelitian maka akan berpatokan untuk membuat air payau dengan rentang nilai tersebut.

b. *Solar Collector Plate.*

Memiliki fungsi untuk memberikan energi panas hasil dari penyerapan energi panas matahari yang kemudian panas tersebut dipindahkan ke air yang mengalir melalui pipa-pipa tembaga yang ada didalam *collector plate* secara konveksi. Melalui proses pemberian energi panas untuk air baku diharapkan dapat menurunkan tekanan operasi pada membran *reverse osmosis*. Dimaksudkan juga untuk mengurangi konsumsi energi listrik yang digunakan oleh pompa tekanan tinggi *reverse osmosis* untuk melawan tekanan osmotik dari air baku. Pengamatan suhu air baku dilakukan dalam proses ini. Adapun nilai suhu yang akan menjadi variabel dalam rangkaian *apparatus* dan digunakan untuk data perbandingan ini adalah sebagai berikut.

Tabel 3. 1. Variabel Apparatus (Rangkaian).

NO.	Variabel Suhu	Keterangan
1.	31°C	Suhu air baku untuk <i>recirculating reverse osmosis system</i>
2.	35°C	
3.	40°C	

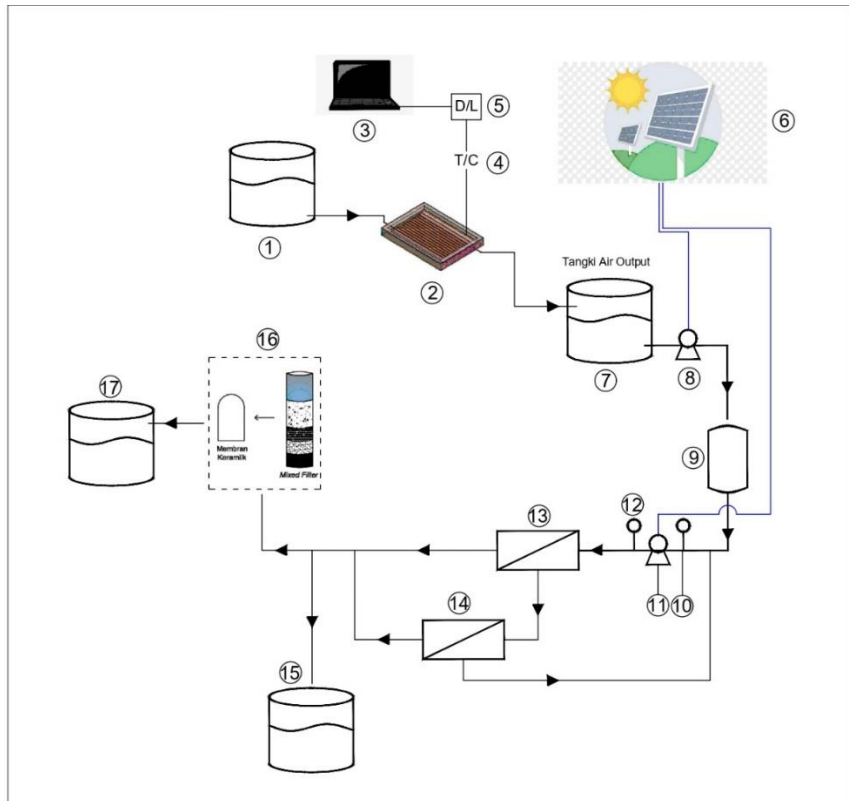
c. *Recirculating Reverse Osmosis System.*

Memiliki peranan yang sama dengan proses *reverse osmosis* secara umum. Tingkat filtrasinya $\leq 0,001 \mu\text{m}$ sehingga apabila air payau melalui membran ini maka akan *reject* kandungan garam terlarut dan sebagian besar padatan terlarut (*Total Dissolved Solid*) yang terkandung. Pada tahap ini menggunakan dua membran semipermeabel *reverse osmosis* dengan tipe *spiral wound*. Penggunaan metode *Recirculating* ini diharapkan akan menambah nilai dari produk air bersih yang dihasilkan melalui proses desalinasi menggunakan *reverse osmosis system*. Dari yang biasanya 60% air bersih yang mampu dihasilkan, maka diharapkan akan melebihi dari angka tersebut produknya. Tetapi dengan konsekuensi nilai TDS dalam satuan ppm dari air bersih akan meningkat. Dikarenakan aliran *brine water (reject water)* dari membran pertama, tidak dibuang seperti pada umumnya. Akan tetapi akan disirkulasikan kembali menuju inlet membran kedua. Sehingga output dari *brine water* hanya satu aliran. Hal tersebut mempengaruhi dari nilai kandungan terlarut pada air produk.

d. *Post Treatment System.*

Pada tahap ini air hasil dari desalinasi air payau dengan menggunakan metode *reverse osmosis* akan dialirkan melalui beberapa media filter. Pertama, air akan dialirkan oleh pompa *post treatment* melalui filter (reaktor) organik yang bahan penyusunnya yakni karbon aktif, *Manganese Zeolite*, Pasir silika, dan kerikil. Seluruh bahan penyusun tersebut adalah bahan organik dari alam yang memiliki fungsi masing-masing dalam me-adsorpsi (menjerap) partikel unsur terlarut dalam air misal Fe (besi) dan Mn (Mangan). Kemudian air hasil dari filter organik akan dialirkan dan diproses melalui membran keramik yang didalam pori-porinya dilapisi perak koloid. Membran keramik terbuat dari tanah liat sehingga memiliki lubang pori-pori yang kecil akibat dari pembakaran ketika pembuatan. Termasuk dalam ultra filtrasi dikarenakan memiliki pori sebesar $0,01 - 0,1 \mu\text{m}$. Sedangkan perak (Ag) koloid yang disisipkan kedalam membran keramik, memiliki fungsi untuk mendeaktivasi bakteri, kuman, dan partikulat yang berbahaya bagi kesehatan ketika air umpan hasil desalinasi memasuki atau melewati membran.

Sehingga harapan dari rangkaian apparatus ini akan membuat air payau melalui serangkaian proses tersebut mampu dimanfaatkan sebagai air yang siap minum (*drinkable water*) dan ditinjau dari penggunaan energi listrik dapat lebih efisien dan efektif penggunaannya. Melalui pengujian laboratorium yang dilakukan terhadap air hasil pengolahan *post treatment*. Pengujian tersebut dilakukan terhadap perbandingan variabel apparatus dan variabel *post treatment*. Kemudian dari perbandingan pengambilan beberapa data yang telah dilakukan tersebut akan dipilih satu data sebagai acuan untuk air sampel yang akan dikirimkan ke laboratorium untuk pengujian sesuai baku mutu air minum. Adapun mekanisme susunan alat desalinasi air payau yang direncanakan adalah sebagai berikut:



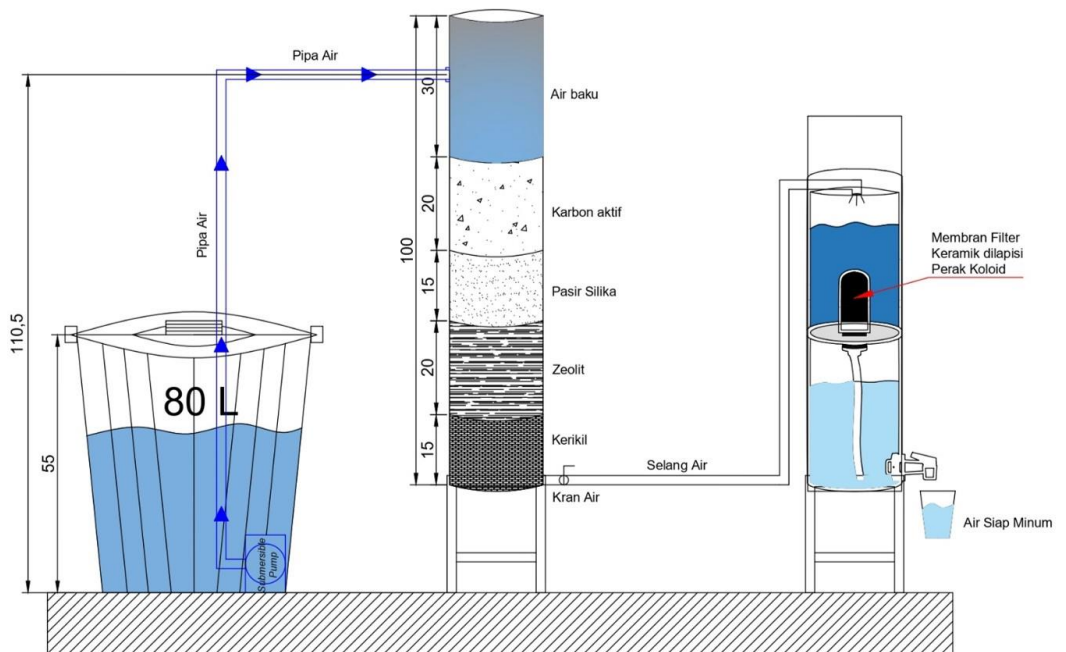
Gambar 3. 3. Diagram alur perencanaan susunan desalinasi air payau.
Sumber : Dokumen Pribadi

Keterangan gambar:

1. Tangki Air Baku
2. *Solar Collector*
3. Laptop
4. Termokopel
5. *Data Logger*
6. *Photovoltaic Cell*
7. Tangki Air Output
8. *Feed Pump*
9. Cartridge Filter
10. *Temperatur Indicator*
11. *Booster Pump*
12. *Pressure Indicator*
13. *Reverse Osmosis 1*
14. *Reverse Osmosis 2*
15. Tangki Air Tawar
16. *Post Treatment*
17. Tangki Air Minum.

3.5. Perancangan Variasi Media Filter.

Pada tahap tersebut, akan dilakukan perancangan beberapa variasi media filter organik. Pembuatan susunan dan bahan media filter mengacu pada beberapa literatur sejenis yang menunjukkan susunan optimal kemampuan filtrasi filter dalam menyaring partikel-partikel kotoran, bakteri, dan zat kimia yang masih terlarut didalam air olahan. Dengan mempertimbangkan hasil dari pengambilan sampel air baku (air payau) yang akan menjadi target filtrasi. Pada batas tiap bahan media, akan diberi sekat berupa kapas aquarium untuk menunjukkan batasan bahan dalam memfiltrasi dan agar bahan tidak bercampur. Kemudian akan dilakukan penyusunan dengan gambaran sebagai berikut:



Gambar 3. 4. Susunan variasi dari Media Filter *post treatment*.

Sumber: Dokumen Pribadi.

3.5.1. Bahan yang akan digunakan.

1. Kerikil sebanyak 1 bungkus plastik.
2. Kapas filter *aquarium* 1 x 1 meter.
3. Karbon Aktif sebanyak $2 \frac{1}{4}$ kg.
4. Pasir silika sebanyak 4 kg.
5. Pasir Manganese Zeolit sebanyak 5 kg.
6. Air hasil desalinasi *reverse osmosis*.

3.5.2. Peralatan yang akan digunakan.

1. Gunting.
2. Gergaji.
3. Pipa PVC diameter 6 inch.
4. Meteran kain atau penggaris.

5. Membran keramik produk NAZAVA.
6. Lem ISARPLAS.
7. LEM G.
8. Kran air.
9. Selang air.
10. Toples air.
11. Sokdrat kran (v-ring tandon $\frac{3}{4}$ ").
12. Penutup/dop pipa PVC 6 inch.
13. Besi siku lubang.
14. Mur dan baut.
15. Kunci pas.
16. Obeng.
17. Bor listrik.
18. Senter/headlamp.

3.5.3. Pembuatan media filter organik:

1. Menyiapkan semua peralatan dan bahan yang diperlukan.
2. Memotong pipa PVC dengan gergaji, dengan ukuran panjang pipa 100cm.
3. Melubangi bagian bawah pipa jarak 7,5 cm dari alas pipa dengan menggunakan bor, dengan ukuran lubang sesuai sokdrat kran (v-ring tandon $\frac{3}{4}$ ").
4. Memasang sokdrat kran (v-ring tandon $\frac{3}{4}$ ") pada pipa PVC yang telah dilubangi.
5. Memasang kran air pada sokdrat kran yang sudah terpasang.
6. Menutup salah satu lubang pipa PVC dengan penutup/Dop pipa dengan menggunakan lem pipa (ISARPLAS) dan ditambahkan lem G sebagai perekat kuatnya.
7. Meletakkan batu kerikil didalam pipa PVC bagian bawah, dengan ukuran ketinggian mencapai 15 cm. menggunakan bantuan dari penggaris atau meteran kain yang turut disertakan kedalam pipa PVC. Serta dengan bantuan pencahayaan dari senter/headlamp untuk melihat ukuran ketinggiannya. Tetapi dalam proses pengukuran ketinggian, penulis sudah menakar bahan organik dengan ukuran diameter pipa sesuai dengan ketinggian yang didesain. Diluar reaktor organik. Sehingga setelah ditakar, baru memasukkan bahan organik kedalam reaktor filter.
8. Memasang kapas akuarium diatas batu kerikil hingga menutupi semua bagian atas batu kerikil, berguna agar bahan filter tidak bercampur dengan yang lain.
9. Meletakkan bahan media filter pasir *manganese zeolite* kedalam pipa PVC dengan ukuran ketinggian 20 cm diatas bahan kerikil yang sudah diletakkan sebelumnya.
10. Melapisi bagian atas pasir *manganese zeolite* dengan menggunakan kapas akuarium.

11. Meletakkan bahan filter pasir silika kedalam pipa PVC, diatas pasir *manganese zeolite* yang telah dimasukkan sebelumnya dengan ukuran ketinggian setinggi 15 cm.
12. Memasang kapas akuarium diatas lapisan bahan filter pasir silika, hingga menutupi seluruh bagian bahan filter.
13. Memasukkan karbon aktif tempurung kelapa kedalam pipa PVC, setelah lapisan pasir silika. Dengan ukuran ketinggian 20 cm.
14. Memasukkan filter kapas akuarium diatas karbon aktif. Sebagai filtrasi pertama yang menyaring kotoran berukuran besar atau makro.
15. Media filter alternatif dengan pipa PVC siap digunakan.
16. Membuat kerangka untuk filter reaktor organik yang terbuat dari pipa PVC dengan menggunakan besi siku lubang dan direkatkan antar besinya menggunakan mur dan baut. Ketinggian kerangka pondasi reaktor ini adalah 30 cm.
17. Memasang selang air pada kran keluaran air media filter dari pipa PVC. Ujung dari selang dimasukkan kedalam toples tempat air baku yang siap diproses oleh membran keramik.

3.5.4. Media Filter Membran Keramik.

Spesifikasi membran keramik : Produk NAZAVA.
 Komponen didalam membran keramik : Karbon aktif dan keramik yang dilapisi

Perak (Ag) koloid.

Langkah-langkah penyusunan filter membran keramik :

- a. Menyiapkan dua toples bening ukuran 6 L untuk air baku dan air produk filter (air minum).
- b. Memasang kran air pada salah satu toples yang terletak dibagian bawah (air produk) serta merapatkan dengan karet dan drat agar lubang lebih kedap dan air tidak bocor.
- c. Pada bagian bawah toples air baku dan bagian atas toples air produk, dipasangkan filter membran keramik dengan memasang drat pada membrannya agar air baku tidak bocor ke bagian bawah (air produk).

3.5.5. Prosedur Percobaan (Eksperimen) pada apparatus:

1. Variasi dari beberapa media filter (filter organik dan filter membran keramik) dipastikan siap untuk di-*running* dengan memastikan langkah proses pembuatan dengan benar dan sesuai.
2. Media Filter akan di-*running* dengan pembagian variabel sebagai berikut:
 - F1 = Reaktor filter organik.
 - F2 = Gabungan dari filter organik dan filter membran keramik .
 - F3 = Reaktor filter membran keramik.
 Tiga variabel ini dimaksudkan untuk mengetahui dan melihat tren dari proses filtrasi serta melakukan perbandingan dari beberapa data hasil filtrasi F1, F2, dan F3 yang paling optimal dalam melakukan proses filtrasi air baku.

3. Dalam rangkaian *apparatus, post treatment system* berada pada tahap akhir prosesnya. Oleh karena itu, *post treatment* juga harus mengikuti variabel suhu air baku yang digunakan yakni 31°C, 35°C, dan 40°C. Suhu air yang dijaga pada perlatan *solar collector plate* akan diteruskan dan diolah menjadi air tawar melalui proses *reverse osmosis system*. Tentunya hasil dari kandungan terlarut akan memiliki nilai yang berbeda. Hal tersebut yang menjadikan variabel perbandingan dalam pemilihan untuk penelitian laboratorium.
4. Air hasil dari pengolahan *reverse osmosis* pada suhu 31°C, 35°C, dan 40°C akan diproses dalam ketiga reaktor (F1, F2, dan F3). Kemudian akan dilakukan pengamatan secara langsung dengan interval waktu 5 menit dan durasi 1 jam. Berguna untuk mengetahui tingkat kejenuhan dan melihat tren filtrasi dari beberapa media filter. Sehingga dapat dilakukan perbandingan diantara beberapa reaktor-reaktor tersebut untuk mendapatkan hasil yang optimal.
5. Pengamatan secara langsung terhadap ketiga reaktor filter yang dilakukan terkait dengan perubahan nilai PH, salinitas, dan TDS.
6. Pengujian langsung terhadap PH menggunakan peralatan PH meter. Air produk dari beberapa reaktor akan diambil beberapa sampel di inlet dan outlet untuk mengetahui perbedaan perubahan PH pada setiap interval waktu 5 menit.
7. Pengujian langsung terhadap TDS menggunakan alat TDS meter. Perlakuan pengujian sama, mengambil air sampel di inlet dan outlet reaktor. Bertujuan mengetahui nilai zat terlarut atau mineral yang mampu difiltrasi.
8. Pengamatan langsung terhadap salinitas dilakukan dengan alat salinometer atau saltmeter. Memiliki fungsi untuk mengetahui kadar garam terlarut yang masih terkandung didalam air.
9. Melakukan pengujian air hasil dari proses filtrasi dengan pengujian di laboratorium. Memberikan air sampel sebanyak 5 Liter ke laboratorium dari pemilihan air hasil filtrasi ketiga reaktor terhadap variabel *apparatus* (suhu) yang paling optimal.
10. Dilakukan analisa data terhadap hasil dari pengujian laboratorium. Analisa dilakukan dengan jurnal-jurnal pendukung penelitian yang memiliki kesamaan metode penelitiannya.

3.5.6. Prosedur Percobaan *Post Treatment*.

1. Media Filter akan dioperasikan dengan pembagian variabel sebagai berikut:

Tabel 3. 2. Variabel *Post Treatment*.

NO.	Variabel	Keterangan
1.	Reaktor F1	Reaktor Filter Organik
2.	Reaktor F2	Filter organik + membran keramik
3.	Reaktor F3	Membran keramik

2. Air baku yang digunakan dalam analisa pengaruh variasi filter organik tetap menggunakan air hasil desalinasi *reverse osmosis*. Akan tetapi, tidak berkaitan dengan pengaruh suhu dari apparatus atau independen.
3. Pengamatan langsung dilakukan untuk mengetahui kandungan kualitas TDS (*Total Dissolved Solid*), derajat keasaman (pH) dan salinitas.
4. Pengukuran pada pengamatan langsung dilakukan pada sisi inlet (sebelum filtrasi) dan sisi outlet filter (setelah filtrasi).
5. Durasi dalam pengamatan dan pengoperasian variabel media filter untuk pengukuran adalah 180 menit atau 3 jam.
6. Pengambilan sampel dilakukan pada durasi tersebut dengan interval waktu 10 menit.
7. Melakukan pengolahan data pada hasil pengukuran dan pengamatan.
8. Analisa terhadap hasil filtrasi beberapa variabel *post treatment* yang diterapkan. Dengan memvalidasi hasil dari pengamatan terhadap jurnal terkait yang relevan dan sejenis.

3.5.7. Prosedur Percobaan Filtrasi Terhadap Salinitas air.

1. Media Filter akan dioperasikan dengan pembagian variabel sebagai berikut:
 - F1 = Reaktor filter organik.
 - F2 = Gabungan dari filter organik dan filter membran keramik .
 - F3 = Reaktor filter membran keramik.
2. Air baku yang digunakan adalah air dengan kadar salinitas sesuai kategori salinitas air payau. Berbeda dengan 2 percobaan sebelumnya yang menggunakan air hasil desalinasi *reverse osmosis*.
3. Pengamatan langsung dilakukan untuk mengetahui kandungan kualitas TDS (*Total Dissolved Solid*), derajat keasaman (pH) dan salinitas. Peralatan penunjangnya sesuai dengan yang telah dijelaskan sebelumnya.
4. Pengukuran pada pengamatan langsung dilakukan pada sisi inlet (sebelum filtrasi) dan sisi outlet filter (setelah filtrasi).
5. Durasi dalam pengamatan dan pengoperasian variabel media filter untuk mengetahui pengaruh reaktor filter terhadap salinitas hanya 60 menit atau 1 jam. Bertujuan untuk melihat tren filtrasi reaktor terhadap kadar garam (salinitas).
6. Pengambilan sampel dilakukan pada durasi tersebut dengan interval waktu 5 menit.
7. Melakukan pengolahan data terhadap hasil pengukuran dan pengamatan langsung.
8. Analisa ada atau tidaknya pengaruh daripada media filter organik dalam melakukan filtrasi langsung dengan menggunakan air bakunya adalah air payau. Kemudian disesuaikan dengan jurnal pendukung lain yang berkaitan dengan penelitian.

3.6. Pengujian Hasil Filtrasi.

Pengujian terhadap air hasil pengolahan dari variasi media filter yang telah dilakukan sangat diperlukan. Mengingat tujuan atau *output* yang diharapkan salah

satunya adalah menjadi air siap minum. Tentunya pengujian air hasil tersebut akan divalidasi dengan persyaratan baku mutu air minum yang dikeluarkan oleh PERMENKES RI. Pengujian air hasil olahan akan dilakukan di laboratorium.

3.7. Analisa Pengaruh Variasi Media Filter terhadap Hasil Pengujian.

Ketika air hasil olahan *reverse osmosis* dialirkan pada susunan variasi media filter maka akan muncul air produk baru yang kemudian, air tersebut akan dilakukan pengamatan secara langsung dan pengujian untuk mengetahui kadar kandungan terlarut. Adapun kandungan terlarut yang akan diamati secara langsung terkait kandungan terlarut (TDS), derajat keasaman (pH), dan kadar garam mineral (salinitas). Kemudian barulah dapat dilakukan analisa terkait hasil dari pengamatan langsung yang diambil tiap interval waktu 10 menit selama 3 jam (180 menit) dan hasil dari pengujian laboratorium terhadap pengaruh bahan-bahan organik yang digunakan pada variasi susunan media filter. Hal tersebut berguna untuk mengetahui kemampuan bahan-bahan tersebut dalam menjerap partikel dan kotoran yang masih terlarut dari proses *reverse osmosis*. Melalui metode perbandingan dari air sebelum pengolahan variasi media filter dengan air setelah melalui filter tersebut.

3.8. Kesimpulan dan Saran.

Memberikan kesimpulan terkait dengan percobaan pada penelitian tugas akhir ini. Terkait dengan pengaruh media filter yang disusun dalam mengelola air hasil desalinasi *reverse osmosis* sehingga dapat menjadi air siap minum yang sesuai dengan baku mutu air minum dari Permenkes 492/2010. Serta pengaruh media filter dalam mengurangi kandungan garam mineral terhadap air payau. Dengan melampirkan hasil analisa pengamatan secara langsung dan pengujian air pada laboratorium. Tidak lupa memberikan saran yang membangun, jika diperlukan untuk penelitian lebih lanjut.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

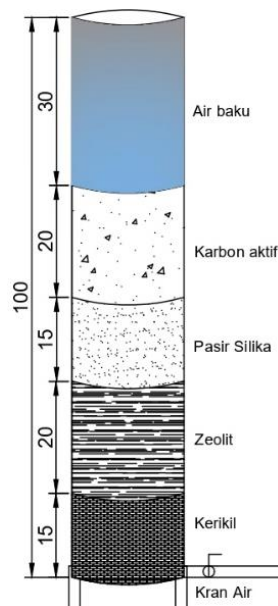
4.1. Komponen *Post Treatment*.

Post Treatment merupakan pengolahan lanjutan terhadap air hasil desalinasi dengan teknologi *reverse osmosis*. Perlakuan yang diterapkan untuk mengolah air tersebut yaitu dengan menggunakan *rapid sand filter* (saringan pasir cepat) dengan bahan penyusun dari bahan organik. Kemudian setelah melalui filter tersebut akan diolah kembali pada filter membran keramik. Yang mana filter membran keramik akan dilapisi oleh perak koloid Ag (silver) bertugas untuk melakukan deaktivasi (menyaring) bakteri E.coli, bakteri patogen dan lain-lain. Sehingga kualitas dari air ketika melalui *post treatment* dapat memenuhi persyaratan dari PERMENKES 492/2010, terkait air minum yang dapat dikonsumsi. Berikut adalah variasi kedua filter yang akan digunakan:

4.1.1. Media Filter Organik.

Reaktor filter organik disusun dengan *casing* Pipa PVC dengan memiliki ketinggian 100 cm. Pada bagian bawah reaktor dipasang pipa untuk keluarnya air hasil filtrasi (filtrat). Adapun untuk media penyusun *rapid sand filter* organik :

- | | |
|---------------------|------------------------|
| a. Karbon aktif | = 5 Kg (tinggi 20 cm). |
| b. Pasir Silika | = 4 Kg (tinggi 15 cm). |
| c. Manganese Zeolit | = 5 Kg (tinggi 20 cm). |
| d. Kerikil | = 4 kg (1 bungkus). |



Gambar 4. 1. Media Filter Organik.
Sumber: Dokumen Pribadi.

Perhitungan volume pada media filter organik.

Merupakan kapasitas penampung filter. Mampu menampung air didalam filter sebelum melalui proses filtrasi dengan beberapa bahan organik penyusunnya.

- **Spesifikasi casing media filter organik :**

Bahan casing = Pipa PVC.
 Ukuran diameter (D) = 6 inch.
 = 15,24 cm.
 = 0,1524 m.
 Tinggi filter organik = 100 cm.
 = 1 meter.

Volume media filter organik = Luas alas x tinggi.
 = $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times T$
 = $\frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,1524)^2 \times 1$
 = 0,0182 m³.
 = 18,232 Liter.

- Tinggi *free space* = 30 cm.
 = 0,3 m.

Volume *free space* = Luas alas x tinggi.
 = $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times T$
 = $\frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,1524)^2 \times 0,3$
 = 0,0055 m³.
 = 5,4697 Liter.

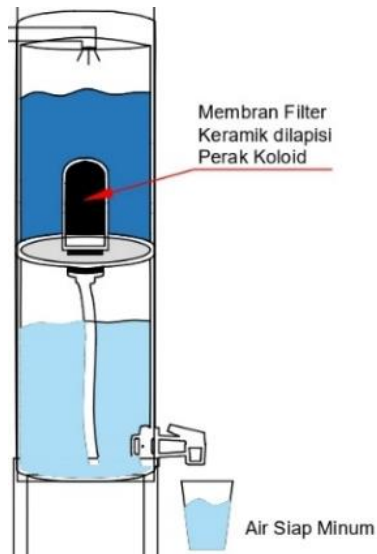
4.1.2. Filter Membran Keramik.

Filter membran keramik merupakan filter yang terbuat dari tanah liat (*clay*) yang dipanaskan dengan kondisi tertentu untuk kemudian dibentuk menjadi keramik. Keramik memiliki *porous* (pori) yang sangat kecil sehingga dapat dikatakan keramik ini merupakan kategori mikro filtrasi. Pada lapisan dalam keramik disisipkan unsur perak koloid (Ag). Unsur tersebut memiliki fungsi untuk mendeaktivasi bakteri-bakteri yang mampu menyebabkan penyakit pada tubuh manusia, diantaranya adalah bakteri E.coli, bakteri patogen dan bakteri koliform. Kemudian karena bentuk dari membran keramik adalah *candle filter*, maka terdapat *space* yang kosong didalamnya. Pada membran keramik yang digunakan terdapat tambahan karbon aktif yang terbuat dari tempurung kelapa. Fungsi dari tambahan ini sebagai tambahan filtrasi yang mampu membantu mengubah rasa, warna, dan kekeruhan dari air umpan.

Spesifikasi dari membran keramik:

Brand membran keramik = NAZAVA.

Daya tahan membran	= 2 – 3 tahun.
Operasi membran	= Tanpa daya listrik.
Perlakuan ke bakteri	= Menyaring.



Gambar 4. 2. Filter Membran Keramik.
Sumber: Dokumen Pribadi

Dimensi filter:

Tinggi	= 40 cm.
Diameter	= 15 cm.
Volume Toples atas (air baku)	= 6 liter.
Volume Toples bawah (air minum)	= 6 liter.

4.2. *Running Filter* (Reaktor).

Pengambilan data untuk analisa pada penelitian ini dilakukan setelah *running* media filter. Sehingga mendapatkan perbedaan kandungan kualitas air akibat dari proses filtrasi. Air baku yang digunakan pada saat *running* diperoleh dari air payau yang telah mengalami proses desalinasi menggunakan *reverse osmosis*. Air hasil desalinasi akan ditampung pada bak yang diletakkan diatas media filter dengan ketinggian diatas 1 m (tinggi filter organik). Sehingga air akan mengalir secara gravitasi menuju filter. Berikut merupakan pembagian variabel pada reaktor filter, dengan tujuan untuk mengetahui tingkat efektifitas dari media filter pada saat filtrasi.

- a. F1 = Filter organik.



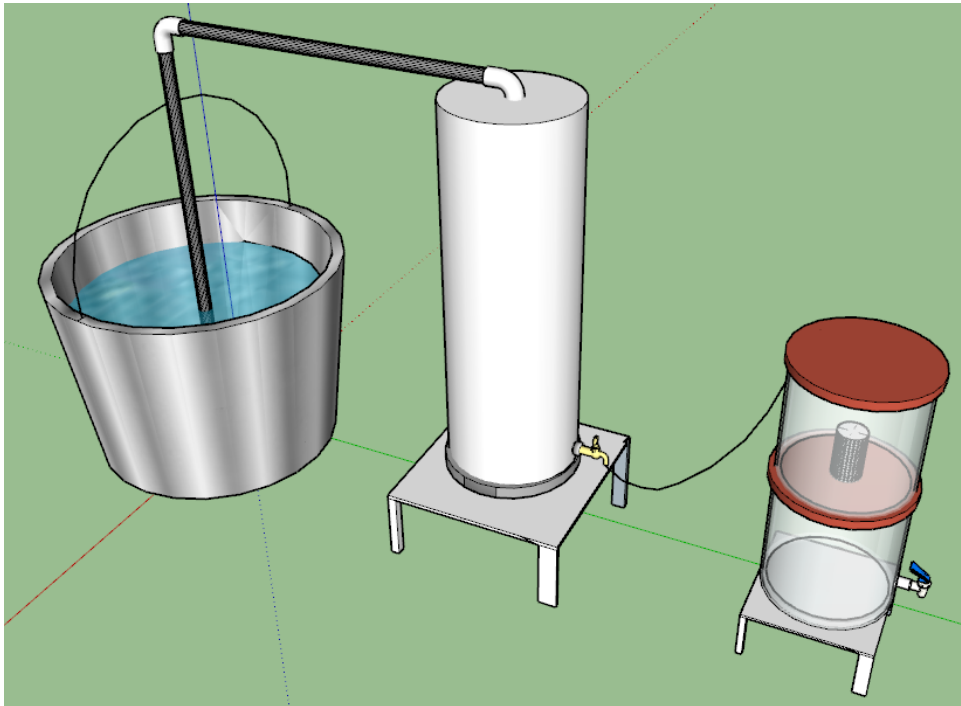
Gambar 4. 3. Reaktor F1 (Filter Organik).
Sumber: Dokumen Pribadi.

- b. F2 = Filter Organik + Filter membran keramik.
Air baku dilewatkan filter organik terlebih dahulu (F1). Kemudian hasil dari filtrasi F1 akan diteruskan menuju filter membran keramik. Sehingga merupakan kesatuan dalam proses filtrasinya dan berkelanjutan.
- c. F3 = Filter membran keramik.



Gambar 4. 4. Reaktor F2 (Filter Membran Keramik).
Sumber: Dokumen Pribadi.

Beberapa variabel tersebut digunakan untuk mengetahui kemampuan filter dalam melakukan filtrasi zat terlarut yang terkandung didalam air dan kejenuhan setiap media filter ketika beroperasi khususnya media filter organik dikarenakan beberapa bahan penyusun filter F1 merupakan bahan organik, tentunya memiliki titik jenuh dalam proses filtrasi. Dilain sisi, juga dilakukan perbandingan terhadap hasil dari setiap filtrasi reaktor. Penentuan tersebut berdasarkan hasil filtrasi yang optimal dalam penurunan nilai TDS dan penyesuaian tingkat PH air produk. *Running* reaktor filter dilakukan selama 3 jam. Dengan interval waktu pengujian sampel yaitu 10 menit. Air sampel akan diambil pada bagian inlet dan outlet filter. Selanjutnya akan dilakukan proses pengujian secara langsung terhadap kualitas air filtrat.



Gambar 4. 5. Visual 3 Dimensi *Post Treatment* Sistem.
Sumber: Dokumen Pribadi.

Gambar diatas menunjukkan alur sistem yang digunakan pada penelitian ini atau tahap *post treatment* pada rangkaian *reverse osmosis system*. Bak ember tersebut berukuran 80 L. Didalam bak tersebut terdapat air hasil desalinasi air payau dengan teknologi *reverse osmosis*. Proses pemindahan air baku menuju reaktor filtrasi adalah menggunakan pompa. Pemilihan pompa yang akan digunakan berdasar pada pompa yang dipilih setelah melakukan perhitungan untuk mencari kapasitas pompa dan *head* pompa yang sesuai dengan keperluan sistem. Sehingga diharapkan sistem dapat berjalan *byself*. Berikut merupakan perhitungan dari kapasitas dan *head* pompa.

A. Perhitungan Kapasitas Air Baku.

Menggunakan bak ember ukuran 80 L.

Dimensi bak : Tinggi = 55 cm.
 Diameter Atas = 50 cm.
 Diameter Bawah = 39 cm.

Volume bak = 80 Liter = 80 dm³
 = 0,08 m³

t (waktu perencanaan) = 3,5 jam.

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{V}{t} & (4.1) \\
 &= \frac{0,08}{3,5} = 0,0229 \text{ m}^3/\text{h}. \\
 &= 0,0000063492 \text{ m}^3/\text{s}.
 \end{aligned}$$

B. Perhitungan Diameter Pipa.

$$Q = A \times v \quad (4.2)$$

Dimana : A = Luas Penampang Pipa = $\pi \times \frac{D^2}{4}$
 V = Laju aliran fluida = 1,5 m/s.

Sehingga: Q = A x v
 $= \pi \times \frac{D^2}{4} \times v$

$$\begin{aligned}
 \text{Din} &= \sqrt{\frac{(Q \times 4)}{(\pi \times v)}} \\
 &= \sqrt{\frac{(0,0000063492 \times 4)}{(3,14 \times 1,5)}} \\
 &= 0,0023 \text{ m}. \\
 &= 2,3211 \text{ mm}. \\
 &= 0,1 \text{ inch}.
 \end{aligned}$$

C. Spesifikasi dan Pemilihan Pipa.

Tipe pipa = PVC.
 Kelas pipa = AW.
 Diameter luar = ½" (inch) = 22 mm.
 Tebal dinding = 1,50 mm.
 Diameter dalam = 19 mm (MEMENUHI Din perhitungan).
 = 0,019 m.

Tabel 4. 1. Tabel Spesifikasi Pipa PVC.
Sumber: Rucika.

KELAS AW

Diameter		Tebal Dinding (mm)	Panjang (m)	Sistem Penyambungan
inch	mm			
½	22	1,50	4	SC
¾	26	1,80	4	SC
1	32	2,00	4	SC
1¼	42	2,30	4	SC
1½	48	2,30	4	SC
2	60	2,30	4	SC
2½	76	2,60	4	SC
3	89	3,10	4	SC
4	114	4,10	4	SC
5	140	5,40	4	SC
6	165	6,40	4	SC
8	216	8,30	4	SC
10	267	10,30	4	SC
12	318	12,20	4	SC

SC : Solvent Cement (Penyambungan dengan Lem)

D. Perhitungan Head Pompa.

$$Head\ Total = H_s + H_p + H_v + Total\ Head_{Losses} \quad (4.3)$$

i. Head Statis (H_s).

Perhitungan *Head* ini berdasarkan ketinggian *suction* hingga ke *discharge* dengan tinggi maksimal.

$$H_s = 1,105\ m.$$

ii. Head Pressure (H_p).

Perhitungan ini merupakan nilai selisih dari tekanan antara sisi *suction* dan *discharge*. Dikarenakan desain pompa yang akan digunakan dalam sistem ini adalah tipe *submersible pump*, sehingga terdapat perbedaan yang tidak signifikan (relatif memiliki nilai tekanan yang sama) yaitu tekanan untuk disisi *inlet* dan *outlet* dari pompa. Berikut merupakan perhitungan dari tekanan inlet dan outlet pompa.

Sisi *suction* :

$$\begin{aligned} h &= 55\ \text{cm (dari permukaan)} &= 0,55\ \text{m.} \\ \rho &= 1000\ \text{kg/m}^3. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{suction} &= \rho \times g \times h. & (4.4) \\ &= 1000 \times 9,8 \times 0,55 \\ &= 5390\ \text{Pa.} \\ &= 0,053\ \text{atm.} \end{aligned}$$

Sisi *discharge* :

$$\begin{aligned} h &= 45 \text{ cm (dari permukaan)} &= 0,45 \text{ m.} \\ \rho &= 1000 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{discharge}} &= \rho \times g \times h. \\ &= 1000 \times 9,8 \times 0,45 \\ &= 4410 \text{ Pa.} \\ &= 0,044 \text{ atm.} \end{aligned}$$

Sehingga, berikut merupakan rumus dan perhitungan untuk *Head Pressure*:

$$\begin{aligned} \text{Head Pressure (Hp)} &= \frac{(P_{\text{discharge}} - P_{\text{suction}})}{\gamma} & (4.5) \\ &= \frac{(0,044 - 0,053)}{9,777} \\ &= 0,00097167 \text{ m.} \end{aligned}$$

Terbukti bahwa, nilai dari *Head Pressure* relatif kecil dan hampir mendekati angka nol (0).

iii. *Head Velocity (Hv).*

Perhitungan *head* ini merupakan perbandingan selisih antara laju fluida pada sisi *suction* dan sisi *discharge*. Dikarenakan pengaturan pada kelajuan air pada fluida dibuat sama antara sisi *suction* dan sisi *discharge* dengan nilai 4 m/s. Oleh karena itu nilai dari *Head Velocity* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Head Velocity (Hv)} &= \frac{v^2_{\text{discharge}} - v^2_{\text{suction}}}{2g} & (4.6) \\ &= \frac{4^2 - 4^2}{2(9,8)} \\ &= 0 \text{ m.} \end{aligned}$$

iv. *Head Losses.*

Perhitungan pada *head losses* untuk mengetahui kerugian – kerugian pada sisi *suction* dan sisi *discharge* sistem perpipaan pompa. Diakibatkan dari panjang pipa (*major losses*) dan beberapa *fitting* pipa yang terpasang pada sistem (*minor losses*). Sehingga perhitungan *major losses* dan *minor losses* akan terdapat pada perhitungan *losses* pada sisi *suction* dan sisi *discharge*. Berikut merupakan perhitungan dari *Head Losses*.

a. *Head Losses pada suction pompa.*

- *Major Losses.*

Perhitungan *Reynolds Number* untuk mengetahui aliran dari fluida. Aliran laminar ataukah *turbulence*.

$$\text{Re} = \frac{(D \times v)}{v} \quad (4.7)$$

Keterangan : D = Diameter dalam pipa.
= 0,019 m = 19 m.

v = laju fluida.

= 1,5 m/s.

ν = viskositas kinematik fluida (pada suhu 25°C).

Tabel 4. 2. Tabel *Properties* air.

Physical properties of water (SI units)

Temperature T (°C)	Specific Weight γ (kN/m ³)	Density ^a ρ (kg/m ³)	Dynamic Viscosity ^b μ ($\times 10^{-3}$ kg/m·s)	Kinematic Viscosity ν ($\times 10^{-6}$ m ² /s)	Surface Tension ^c σ (N/m)	Modulus of Elasticity ^a E ($\times 10^9$ N/m ²)	Vapor Pressure P_v (kN/m ²)
0	9.805	999.8	1.781	1.785	0.0765	1.98	0.61
5	9.807	1000.0	1.518	1.519	0.0749	2.05	0.87
10	9.804	999.7	1.307	1.306	0.0742	2.10	1.23
15	9.798	999.1	1.139	1.139	0.0735	2.15	1.70
20	9.789	998.2	1.002	1.003	0.0728	2.17	2.34
25	9.777	997.0	0.890	0.893	0.0720	2.22	3.17
30	9.764	995.7	0.798	0.800	0.0712	2.25	4.24
40	9.730	992.2	0.653	0.658	0.0696	2.28	7.38
50	9.689	988.0	0.547	0.553	0.0679	2.29	12.33
60	9.642	983.2	0.466	0.474	0.0662	2.28	19.92
70	9.589	977.8	0.404	0.413	0.0644	2.25	31.16
80	9.530	971.8	0.354	0.364	0.0626	2.20	47.34
90	9.466	965.3	0.315	0.326	0.0608	2.14	70.10
100	9.399	958.4	0.282	0.294	0.0589	2.07	101.33

Source: Adapted from J. K. Venard and R. L. Street (1975). *Elementary Fluid Mechanics*, 5th ed., Wiley, New York.

^aAt atmospheric pressure.

^bDynamic viscosity can also be expressed in units of N·s/m².

^cIn contact with air.

if $Re < 2300$, "laminer"

if $Re > 2300$, "turbulen"

= Turbulen.

$$Major\ Losses\ (hf) = \frac{\lambda \times L \times v^2}{(D \times 2g)}$$

Dimana: $\lambda = 0,02 + 0,0005/Din$
 $= 0,02 + (0,0005/0,019)$
 $= 0,046$

L = Panjang pipa dari sisi *suction*.

= 0 m.

v = laju fluida.

= 1,5 m/s.

D = Diameter dalam pipa.

= 0,019 m.

Sehingga,

$$Major\ Losses\ (hf) = \frac{\lambda \times L \times v^2}{(D \times 2g)} \quad (4.8)$$

$$= \frac{0,046 \times 0 \times 1,5^2}{(0,019 \times 2 \times 9,8)}$$

$$= 0 \text{ m.}$$

- **Minor Losses.**

Tidak ada nilai dari *minor losses* dikarenakan pada sisi *suction* sistem tidak terpasang *fitting* pada pipa.

$$\text{Minor Losses} = 0 \text{ m.}$$

b. Head Losses pada discharge pompa.

- **Major Losses.**

$$\text{Major Losses} = \frac{\lambda \times L \times v^2}{(D \times 2g)}$$

Dimana: $\lambda = 0,02 + 0,0005/D_{in}$
 $= 0,02 + (0,0005/0,019)$
 $= 0,046$

L = Panjang pipa dari sisi *suction*.
 $= 1,3 \text{ m.}$

v = laju fluida.
 $= 1,5 \text{ m/s.}$

D = Diameter dalam pipa.
 $= 0,019 \text{ m.}$

Sehingga,

$$\begin{aligned} \text{Major Losses (hf)} &= \frac{\lambda \times L \times v^2}{(D \times 2g)} \\ &= \frac{0,046 \times 1,3 \times 1,5^2}{(0,019 \times 2 \times 9,8)} \\ &= 0,3638 \text{ m.} \end{aligned}$$

- **Minor Losses.**

No	Type	N	k	n x k
1	Elbow 90	2	0,15	0,3
			Total	0,3

$$\begin{aligned} \text{Minor Losses (hl)} &= \frac{K_{total} \times v^2}{2g} && (4.9) \\ &= \frac{0,3 \times 1,5^2}{2 \times 9,8} \\ &= 0,0344 \text{ m.} \end{aligned}$$

c. Total Head Losses.

$$\begin{aligned} \text{Total Head Losses (H}_L) &= H_{f1} + H_{l1} + H_{f2} + H_{l2} \\ &= 0 + 0 + 0,3638 + 0,0344 \\ &= 0,398 \text{ m.} \end{aligned}$$

v. Total Head yang dibutuhkan.

$$\text{Total Head} = H_s + H_p + H_v + H_{Losses}$$

$$= 1,105 + 0,00097167 + 0 + 0,398$$

$$= 1,5042 \text{ m.}$$

E. Spesifikasi Pompa yang dibutuhkan sistem.

$$Q \text{ (Capacity)} = 0,0228571 \text{ m}^3/\text{h.}$$

$$= 22,857 \text{ L/h.}$$

$$H \text{ (Head)} = 1,5042 \text{ m.}$$

F. Spesifikasi Pompa yang dipilih dan digunakan.

Pompa yang akan digunakan untuk berjalannya *post treatment system* dalam penelitian ini yakni yang telah memenuhi beberapa parameter atau persyaratan hasil dari perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya. Atau dengan kata lain, minimal memenuhi dari spesifikasi pompa yang dibutuhkan. Oleh karena itu, berikut merupakan spesifikasi dari pompa yang dipilih untuk memenuhi dari kebutuhan *post treatment system*.

Merk = YAMANO.

Model = WP 3600.

Jenis pompa = *Submersible Pump*.

Q (*flowrate*) = 1000 L/h.

Head = 1,6 m.

Power = 20 watt.



Gambar 4. 6. Pompa *post treatment system*.

Sumber: Dokumen Pribadi.

4.3. Analisa Reaktor Terhadap TDS (*Total Dissolved Solid*).

TDS (*Total Dissolved Solid*) merupakan kandungan terlarut yang terdapat dalam air. Kandungan tersebut dapat berupa mineral, bakteri E.coli, bakteri koliform, detergen, dll. Satuan dari TDS adalah ppm (*part per million*). Pengertian dari ppm adalah terdapat satu unsur konsentrasi terhadap perbandingan dengan unsur lain dalam satu juta konsentrasi. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia telah mengatur persyaratan air minum pada peraturan menteri kesehatan nomor 492 tahun 2010. Besaran nilai TDS yang diterima untuk dapat dijadikan air minum serta sehat dan layak untuk dikonsumsi adalah ≤ 500 ppm. Seperti dijabarkan pada metodologi penelitian, bahwa untuk mengetahui data TDS secara langsung, penelitian tugas akhir ini menggunakan alat TDS meter. Berikut merupakan hasil pengamatan secara langsung TDS pada beberapa reaktor yang telah dilakukan eksperimen.

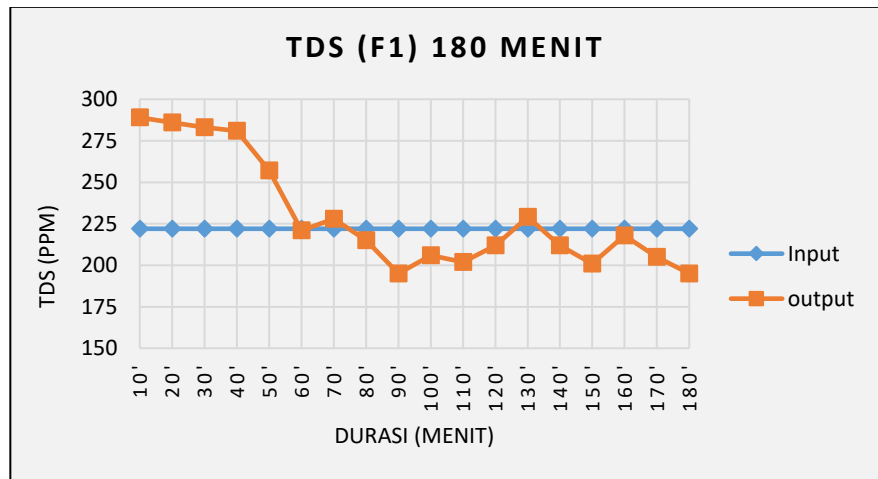
4.4.1. Analisa Reaktor F1 Terhadap TDS.

Reaktor F1 merupakan salah satu variabel *post treatment* yang digunakan sebagai bahan pemilihan optimal dari beberapa variabel yang digunakan. Reaktor F1 melewati air baku hasil desalinasi *reverse osmosis* melalui filter organik yang terdiri dari batu kerikil, pasir silika, manganese zeolite, dan karbon aktif. Bahan-bahan organik tersebut memiliki kemampuan dalam menjerap mineral-mineral atau kandungan zat yang terlarut dalam air. Oleh karena itu subbab ini dilakukan pengamatan secara langsung terhadap TDS. Berikut merupakan hasil pengamatan secara langsung menggunakan alat TDS meter yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah melihat tren dari filtrasi.

Tabel 4. 3. Pengamatan Reaktor F1 Terhadap TDS.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Durasi	Sebelum Filtrasi	Setelah Filtrasi	filtrat TDS	Eff. TDS (%)
	TDS	TDS		
10'	222	289	-67	-30,18
20'	222	286	-64	-28,83
30'	222	283	-61	-27,48
40'	222	281	-59	-26,58
50'	222	257	-35	-15,77
60'	222	221	1	0,45
70'	222	228	-6	-2,70
80'	222	215	7	3,15
90'	222	195	27	12,16
100'	222	206	16	7,21
110'	222	202	20	9,01
120'	222	212	10	4,50
130'	222	229	-7	-3,15

140'	222	212	10	4,50
150'	222	201	21	9,46
160'	222	218	4	1,80
170'	222	205	17	7,66
180'	222	195	27	12,16



Gambar 4. 7. Grafik Pengamatan Reaktor F1 Terhadap TDS.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Tabel dan grafik tersebut merupakan hasil dari pengamatan langsung reaktor F1 terhadap TDS. Berdasarkan kurva grafik dari hasil percobaan menunjukkan hasil filtrasi yang fluktuatif. Hasil itu dapat terjadi dikarenakan hal tersebut merupakan karakteristik dari proses filtrasi. Pada percobaan oleh reaktor F1 terhadap TDS menunjukkan nilai efisiensi terbesar dengan nilai 12,16% terukur pada TDS meter pada menit ke-90 dan menit ke-180. Dengan pengurangan kandungan terlarut terbesar dengan nilai 27 ppm dari air baku. Sedangkan reaktor F1 mampu menurunkan TDS dibawah TDS air baku pada menit ke-60. Bahan organik penyusun yang digunakan antara lain karbon aktif, manganese zeolite dan pasir silika. Berdasarkan literatur, bahan-bahan tersebut memiliki pengaruh jerapan/filtrasi terhadap logam mineral. Karbon aktif memiliki kemampuan filtrasi sebagai penukar ion dan mampu mengurangi kandungan terlarut Fe (besi), Pb (timbal), memperbaiki rasa air dan warna dari air baku. Hal tersebut terbukti pada hasil percobaan yang telah dilakukan karena reaktor F1 mampu menurunkan nilai TDS. Zat mineral yang mampu diturunkan per pengambilan sampel tidak dilakukan pada penelitian, dikarenakan dibutuhkan pengujian laboratorium untuk pengukurannya. Sedangkan manganese zeolite dapat berperan sebagai kation dan anion larutan. Ion zeolite memiliki muatan negatif, mampu dinetralkan dan menjerap oleh

logam alkali atau alkali tanah dan memiliki pori yang terisi ion K, Na, Ca, Mg, dan molekul H₂O. Sehingga Zeolit memiliki kemampuan pertukaran ion dan pelepasan dari ion secara bolak-balik. Selain itu mineral seperti Mn, Pb, Al, Fe, Zn, dan Cu akan menempel dan terperap kedalam pori-porinya. Berdasar pada penelitian Sumarli, dkk. 2016. Zeolit yang mengandung NH₃ memiliki kemampuan adsorpsi anion misal Cl⁻, CO₂, H₂S, NH₃ dan SO₄²⁻.

Nilai fluktuatif filtrasi tersebut juga terdapat pada penelitian wahyu dan setyo, 2013 dan penelitian oleh Laily Noer dan Ardhana (2018) yang mana metode yang digunakan pada penelitiannya menggunakan filtrasi yang sama dengan penelitian tugas akhir yakni campuran zeolite dan karbon aktif sebagai bahan penyusunnya. Berdasarkan penelitian tersebut juga mendapatkan hasil filtrasi TDS yang berkurang daripada air baku dengan nilai yang fluktuatif. Penelitian yang dilakukan oleh Noor salim, dkk. Menggunakan bahan dasar karbon aktif untuk filtrasi dan menunjukkan hasil yang serupa dengan hasil percobaan tugas akhir, yakni mampu mengurangi nilai TDS. Tetapi pada beberapa menit setelahnya nilai tersebut fluktuatif. Pada penelitian yang dilakukan oleh Darwito, dkk. 2019. Menunjukkan hasil yang sama dengan yang didapatkan pada percobaan. Bahwa filter menggunakan karbon aktif mampu mengurangi nilai dari TDS tetapi tidak terlalu signifikan berkurangnya dan nilainya relative fluktuatif.

Berdasarkan hasil percobaan filtrasi reaktor F1 terhadap nilai TDS, hasil TDS filtrasinya masih memenuhi dari persyaratan air minum yang diisyaratkan dalam PERMENKES 492/2010 dengan batasan maksimal yaitu 500 ppm. Peningkatan hasil fluktuatif yang melebihi nilai TDS pada filter organik (F1) ketika media filter organik telah terjadi penumpukan mineral terlarut (endapan foluant) dalam porinya. Endapan tersebut dapat berupa endapan organik, inorganik dan partikulat. Maka, diperlukan pencucian ulang melalui cara *backwash* untuk mengalirkan air pada reaktor filter dengan arah sebaliknya atau melalui lubang output filter. Dengan begitu partikel yang telah dijerap dan menempel pada pori media filter akan ikut terangkut oleh air berlawanan dan akan terbuang melalui lubang input filter. Sehingga kemampuan dari filter organik mampu meningkat dalam hal filtrasi pengurangan kandungan terlarut air.

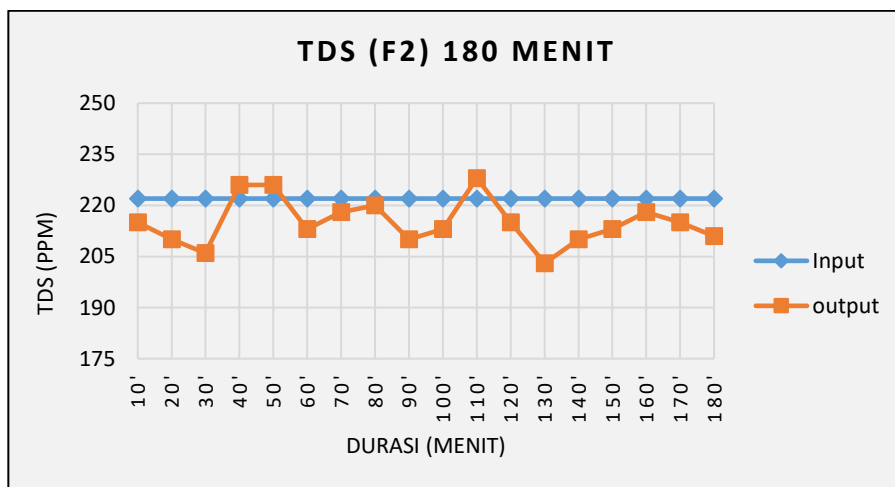
4.4.2. Analisa Reaktor F2 Terhadap TDS.

Reaktor F2 merupakan filter gabungan dari dua filter. Filter membran keramik dan filter organik. Air hasil desalinasi akan diproses terlebih dahulu melalui filter organik dengan bahan penyusun seperti yang dijelaskan pada bab metodologi penelitian. Air produk dari reaktor filter organik kemudian akan difiltrasi secara langsung oleh filter membran keramik yang disalurkan melalui selang air. Sehingga, akan terdapat perbedaan hasil filtrasi pada filter sebelumnya. Berikut merupakan hasil pengamatan secara langsung yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah melihat tren dari filtrasi.

Tabel 4. 4. Pengamatan Reaktor F2 Terhadap TDS.

Sumber : Dokumen Pribadi.

Durasi	Sebelum Filtrasi	Reaktor F1	Setelah Filtrasi	filtrat TDS F1	filtrat TDS air baku	Eff. TDS (%)
	TDS	TDS	TDS			
10'	222	216	215	1	7	3,15
20'	222	216	210	6	12	5,41
30'	222	216	206	10	16	7,21
40'	222	216	226	-10	-4	-1,80
50'	222	216	226	-10	-4	-1,80
60'	222	216	213	3	9	4,05
70'	222	216	218	-2	4	1,80
80'	222	216	220	-4	2	0,90
90'	222	216	210	6	12	5,41
100'	222	216	213	3	9	4,05
110'	222	216	228	-12	-6	-2,70
120'	222	216	215	1	7	3,15
130'	222	216	203	13	19	8,56
140'	222	216	210	6	12	5,41
150'	222	216	213	3	9	4,05
160'	222	216	218	-2	4	1,80
170'	222	216	215	1	7	3,15
180'	222	216	211	5	11	4,95



Gambar 4. 8. Grafik Pengamatan Reaktor F2 Terhadap TDS.

Sumber : Dokumen Pribadi.

Berdasarkan kurva grafik dari hasil percobaan menunjukkan hasil filtrasi yang fluktuatif. Hasil tersebut merupakan karakteristik dari proses filtrasi. Terlihat pada grafik eksperimen reaktor F2 terhadap TDS menunjukkan hasil yang cukup baik dalam filtrasi. Dikarenakan kurva output filtrasi mayoritas di bawah input (sebelum filtrasi) air baku. Hanya pada menit ke-40, ke-50 dan ke-110 menunjukkan hasil filtrasi TDS diatas air input. Hal tersebut dapat terjadi karena karakteristik dari filtrasi karena memungkinkan air baku melalui bahan yang telah terpenuhi oleh zat terlarut. Pada hasil filtrasi menggunakan reaktor F2 menunjukkan hasil efisiensi terbesar yakni berkisar 8,56% yang terjadi pada pengambilan air sampel pada menit ke-130. Pengurangan TDS (filtrat) terbesar pada menit tersebut dengan nilai 19 ppm terhadap air baku. Hal tersebut tentunya merupakan pengaruh karena variabel ini menggunakan dua filter yakni hasil filtrasi filter organik kemudian dilewatkan melalui membran keramik.

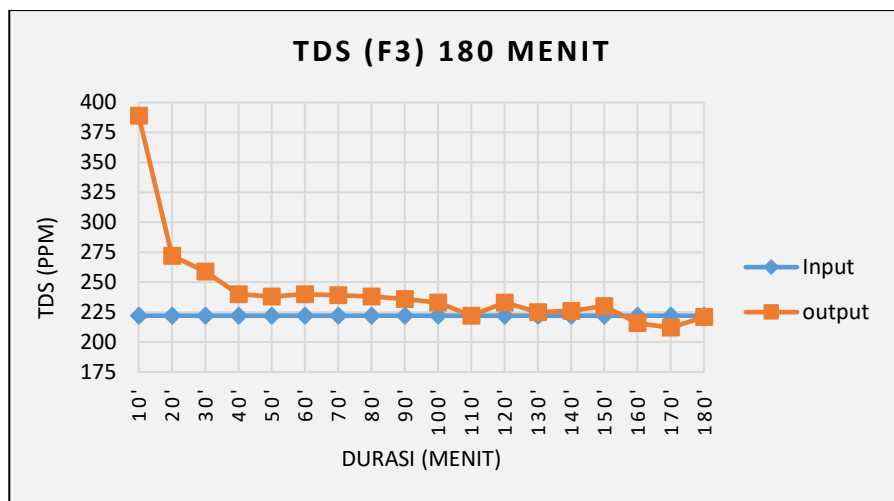
Seperti yang disampaikan pada pembahasan sebelumnya, bahan penyusun dalam filter organik memiliki kemampuan dalam penukar ion (*ion exchange*). Dalam artian bahan organik tersebut mampu menjerap beda muatan dari kandungan terlarut kedalam pori atau permukaannya. Dengan begitu, hasil filtrasinya akan menunjukkan pengurangan nilai TDS. Apabila pori bahan organik belum menjerap mineral terlarut melebihi kemampuannya atau telah mencapai masa jenuhnya. Kemudian hasil dari filter organik tersebut yang sudah berkurang nilai TDS dikarenakan bahan organik, dialirkan melewati membran keramik. Kemampuan filtrasi dari membran keramik yaitu menyaring. Kandungan terlarut setelah dari filter organik akan tersaring melalui pori-pori dari membran keramik. Pori tersebut mampu menyaring partikel dengan kisaran $\geq 0,1\mu\text{m}$ termasuk dalam mikro filtrasi. Sehingga partikel dan protozoa yang memiliki besar molekul lebih besar daripada pori membran keramik akan tersaring oleh porinya. Hal tersebut dibuktikan pada data hasil percobaan dengan penurunan secara konstan untuk TDS dan dibawah input lebih banyak daripada F1. Hal serupa juga terbukti pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Fathoni Firmansyah (2015). Dalam penelitiannya terbukti membran keramik memiliki kemampuan dalam menurunkan partikel terlarut termasuk cadmium (Cd). Berdasarkan hasil percobaan filtrasi reaktor F2 terhadap TDS, hasil TDS filtrasinya masih memenuhi dari persyaratan air minum yang diisyaratkan dalam PERMENKES 492/2010 dengan batasan maksimal yakni 500 ppm.

4.4.3. Analisa Reaktor F3 Terhadap TDS.

Reaktor F3 merupakan reaktor filter membran keramik. Filter ini memiliki tingkat filtrasi partikelnya hingga $0,01 - 0,1\mu\text{m}$. Bahan penyusun dari media keramik ini sendiri adalah tanah liat. Karakteristik daripada membran keramik pada saat melakukan filtrasi adalah menyaring partikel yang melalui pori-pori dari membran keramik. Berikut merupakan hasil pengamatan secara langsung menggunakan alat TDS meter yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah melihat tren dari filtrasi.

Tabel 4. 5. Pengamatan Reaktor F3 Terhadap TDS.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Durasi	Sebelum Filtrasi	Setelah Filtrasi	filtrat TDS	Eff. TDS (%)
	TDS	TDS		
10'	222	389	-167	-75,23
20'	222	272	-50	-22,52
30'	222	259	-37	-16,67
40'	222	240	-18	-8,11
50'	222	238	-16	-7,21
60'	222	240	-18	-8,11
70'	222	239	-17	-7,66
80'	222	238	-16	-7,21
90'	222	236	-14	-6,31
100'	222	233	-11	-4,95
110'	222	222	0	0,00
120'	222	233	-11	-4,95
130'	222	225	-3	-1,35
140'	222	226	-4	-1,80
150'	222	230	-8	-3,60
160'	222	216	6	2,70
170'	222	212	10	4,50
180'	222	221	1	0,45



Gambar 4. 9. Grafik Pengamatan Reaktor F3 Terhadap TDS.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Tabel dan grafik tersebut merupakan hasil dari eksperimen pengamatan langsung oleh reaktor F3 terhadap TDS. Hasil menunjukkan bahwa filter reaktor F3 mampu melakukan filtrasi dan menurunkan nilai TDS dari air baku. Efisiensi filtrasi TDS terbesar yang didapatkan yaitu 4,50%. Terjadi pada menit ke-170. Pada menit tersebut, filter reaktor F3 mampu mereduksi (filtrat) TDS air baku dengan nilai 10 ppm. Pada menit-menit awal menunjukkan kenaikan dari TDS air baku. Hal tersebut dikarenakan pada saat pembersihan filter membran keramik tidak sampai pada porinya, hanya pada permukaan membran saja. Sehingga pada pori masih terdapat kandungan terlarut (endapan) dari larutan untuk pembersih (menggunakan air pam). Tetapi berdasarkan hasil penelitian, sekian bertambahnya waktu *running* filter membran keramik mampu mengurangi kandungan terlarut pada air baku. Hal tersebut juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Saifuddin, dkk. Penelitiannya membutuhkan waktu hingga 900 menit untuk mencapai efisiensi filtrasi membran keramik 45,4%.

Pada penelitian tersebut membran keramik juga mampu melakukan penyaringan terhadap Fe dan Mn dengan hasil optimum 99,94%. Hal tersebut sudah sesuai dengan hasil dari percobaan, mengingat waktu pengambilan sampel yang hanya 180 menit. Menunjukkan hasil penurunan TDS. Penurunan nilai TDS juga dipengaruhi oleh karakteristik dari membran keramik yang bersifat menyaring kandungan terlarut. Melalui pori dari membran keramik yang mampu menyaring partikel dengan kisaran $\geq 0,1\mu\text{m}$. Penelitian mengenai membran keramik yang berbahan tanah liat juga dilakukan oleh Fathoni Firmansyah, 2015. Menunjukkan hasil bahwa filter membran keramik yang posisi filturnya juga diletakkan setelah membran *reverse osmosis* menunjukkan bahwa membran keramik mampu mengurangi ion mineral logam kadmium (Cd) dengan efisiensi sebesar 99%.

4.4. Analisa Reaktor Terhadap PH (Tingkat Keasaman).

PH (Power of Hydrogen) merupakan derajat nilai keasaman suatu larutan yang biasa digunakan untuk menilai seberapa tingkat keasaman dan tingkat kebasaan dari suatu cairan. Pengukuran dan pengamatan terhadap derajat nilai keasaman sangat penting apabila meninjau dari tujuan penelitian tugas akhir yang memiliki target menjadikan standar air minum. Standar air minum sudah tercantumkan pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010. Peraturan tersebut juga membuat batasan terhadap nilai kadar PH yang diijinkan untuk dijadikan air minum. Adapun persyaratan batasan minimum dan maksimum nilai PH yang diisyaratkan oleh permenkes 492/2010 berkisar 6,5 – 8,5. Hal tersebut memiliki tujuan agar air yang akan dikonsumsi sehat, aman dan tidak berbahaya bagi tubuh. Dimana PH tersebut mendekati dari nilai PH air murni dengan derajat PH 7 pada suhu 25°C. Pada penelitian ini, dilakukan pengamatan langsung terhadap nilai PH. Bertujuan untuk mengetahui perubahan angka nilai PH setelah melalui proses filtrasi dari reaktor *post treatment*. Adapun alat yang digunakan dalam pengukuran derajat PH pada penelitian ini adalah dengan menggunakan digital PH meter. Penggunaan PH meter digital akan mampu melihat nilai secara lebih detail dan teliti. Pengamatan

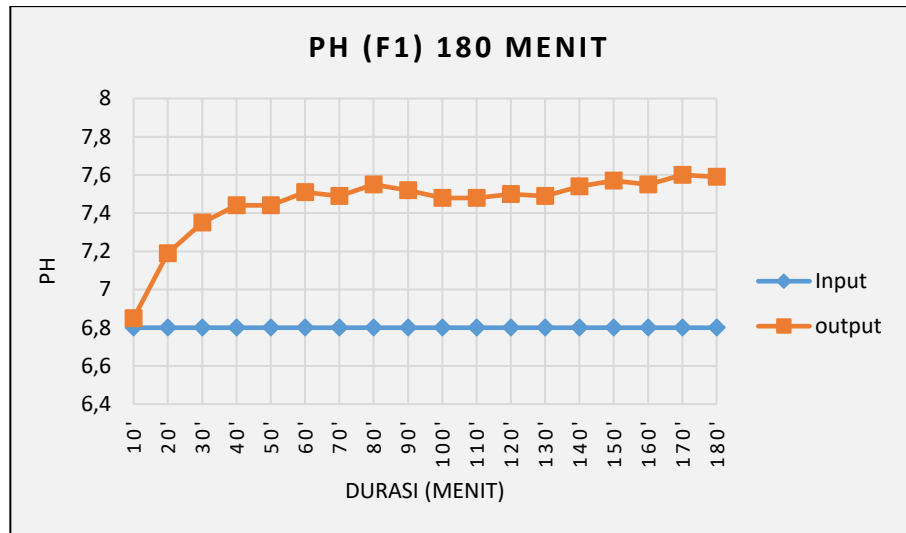
langsung yang dilakukan juga sudah sesuai seperti yang telah tertera pada bab metodologi penelitian. Air sampel diambil selama 180 menit dengan interval waktu pengambilan air sampel adalah 10 menit. Kemudian barulah diukur dan diamati untuk nilai PH dari air produk. Berikut merupakan hasil pengamatan secara langsung PH air baku dan PH air produk pada beberapa reaktor yang telah dilakukan eksperimen.

4.5.1. Analisa Reaktor F1 Terhadap PH.

Reaktor F1 merupakan reaktor filter organik dengan komponen penyusun dari bahan organik. Terdiri dari batu kerikil, pasir silika, manganese zeolite, dan karbon aktif. Bahan-bahan tersebut memiliki kemampuan istimewa dalam menjerap partikel dari zat terlarut air. Disisi lain dikarenakan bahan penyusunnya adalah bahan dari organik yang memiliki sifat alamiah dalam penyesuaian nilai PH. Sehingga derajat keasaman daripada air hasil filtrasi akan mampu terjaga dan stabil mendekati dengan derajat keasaman yang diisyaratkan. Berikut merupakan hasil pengamatan secara langsung yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah melihat tren nilai PH akibat filtrasi.

Tabel 4. 6. Pengamatan Reaktor F1 Terhadap PH.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Durasi	Sebelum Filtrasi	Setelah Filtrasi	Eff. PH (%)
	PH	PH	
10'	6,8	6,85	-0,74
20'	6,8	7,19	-5,74
30'	6,8	7,35	-8,09
40'	6,8	7,44	-9,41
50'	6,8	7,44	-9,41
60'	6,8	7,51	-10,44
70'	6,8	7,49	-10,15
80'	6,8	7,55	-11,03
90'	6,8	7,52	-10,59
100'	6,8	7,48	-10,00
110'	6,8	7,48	-10,00
120'	6,8	7,50	-10,29
130'	6,8	7,49	-10,15
140'	6,8	7,54	-10,88
150'	6,8	7,57	-11,32
160'	6,8	7,55	-11,03
170'	6,8	7,60	-11,76
180'	6,8	7,59	-11,62



Gambar 4. 10. Grafik Pengamatan Reaktor F1 Terhadap PH.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Tabel dan grafik tersebut merupakan hasil dari pengamatan langsung reaktor F1 terhadap PH. Berdasarkan hasil pengamatan mengenai pH pada percobaan filtrasi F1 yang dilakukan, menunjukkan hasil tren dari kurva grafik linear naik. Dalam artian, meningkat secara linear dari pengukuran pH air baku. Hal tersebut sudah sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Sumarli dkk, 2016. Menunjukkan hasil yang sama pada hasil penelitian menghasilkan penambahan nilai pH dari air baku bernilai 6,8 menjadi sekitar 7,6 dan 7,8. Kejadian penambahan derajat keasaman air produk mampu dipengaruhi oleh bahan organik. Mengingat penyusun dari reaktor F1 yakni bahan organik karbon aktif, manganese zeolite, dan pasir silika. Seluruh bahan organik tersebut secara alamiah bersifat basa. Penambahan derajat keasaman tersebut juga disebabkan karena penjerapan dari bahan organik, anorganik yang melalui permukaan media filter organik yang membuat air menjadi alkalinitas. Sehingga semakin bertambahnya waktu kontak air dengan bahan organik maka akan bersifat semakin basa atau bertambahnya nilai dari pH.

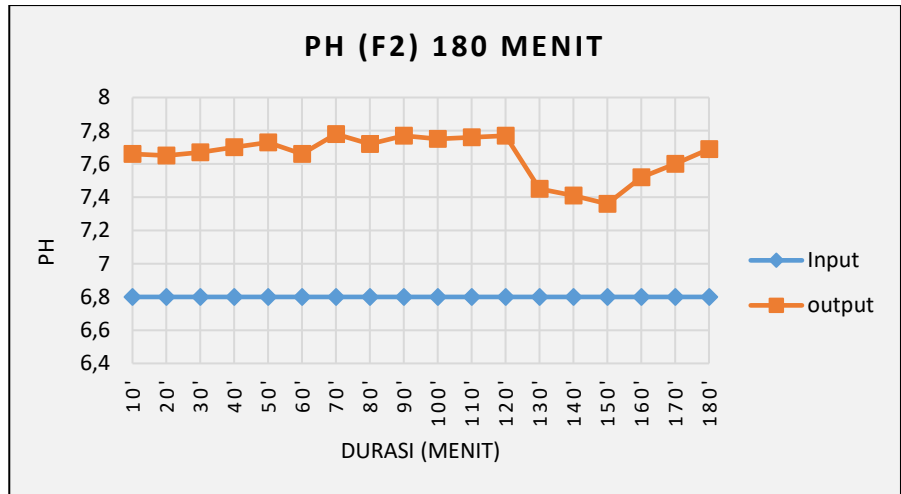
Nilai dari pH hasil filtrasi reaktor F1 berada pada rentang rata-rata 7,5. Derajat keasamaan tersebut masih dalam kategori diterima dan masuk persyaratan nilai pH yang menjadi ambang batas dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor.492 Tahun 2010 tentang persyaratan air minum. Nilai ambang batas dalam peraturan tersebut berkisar pada 6,5 – 8,5. Hasil Filtrasi mendekati dari pH H₂O murni yang memiliki derajat keasamaan airnya bernilai 7.

4.5.2. Analisa Reaktor F2 Terhadap PH.

Reaktor F2 merupakan salah satu variabel dalam *post treatment*. Memiliki fungsi sebagai perbandingan daripada reaktor lain. Hasil dari perbandingan tersebut akan mendapatkan reaktor mana yang paling optimal dalam melakukan filtrasi. Reaktor F2 terdiri dari dua filter penyusun. Filter pertama yang melakukan proses filtrasi adalah reaktor filter organik. Kemudian dari hasil filter organik akan diteruskan secara langsung menuju ke reaktor filter membran keramik melalui selang. Kedua filter tersebut sama-sama memiliki kemampuan dalam hal filtrasi kandungan zat terlarut (TDS). Penyesuaian terhadap derajat PH juga dilakukan oleh filter organik. Berikut merupakan hasil pengamatan secara langsung yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah melihat tren nilai PH akibat filtrasi.

Tabel 4. 7. Pengamatan Reaktor F2 Terhadap PH.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Durasi	Sebelum Filtrasi	Reaktor F1	Setelah Filtrasi	Eff. PH (%)
	PH	PH	PH	
10'	6,8	7,53	7,66	-12,65
20'	6,8	7,53	7,65	-12,50
30'	6,8	7,53	7,67	-12,79
40'	6,8	7,53	7,7	-13,24
50'	6,8	7,53	7,73	-13,68
60'	6,8	7,53	7,66	-12,65
70'	6,8	7,53	7,78	-14,41
80'	6,8	7,53	7,72	-13,53
90'	6,8	7,53	7,77	-14,26
100'	6,8	7,53	7,75	-13,97
110'	6,8	7,53	7,76	-14,12
120'	6,8	7,53	7,77	-14,26
130'	6,8	7,53	7,45	-9,56
140'	6,8	7,53	7,41	-8,97
150'	6,8	7,53	7,36	-8,24
160'	6,8	7,53	7,52	-10,59
170'	6,8	7,53	7,60	-11,76
180'	6,8	7,53	7,69	-13,09



Gambar 4. 11. Grafik Pengamatan Reaktor F2 Terhadap PH.
Sumber : Dokumen Pribadi

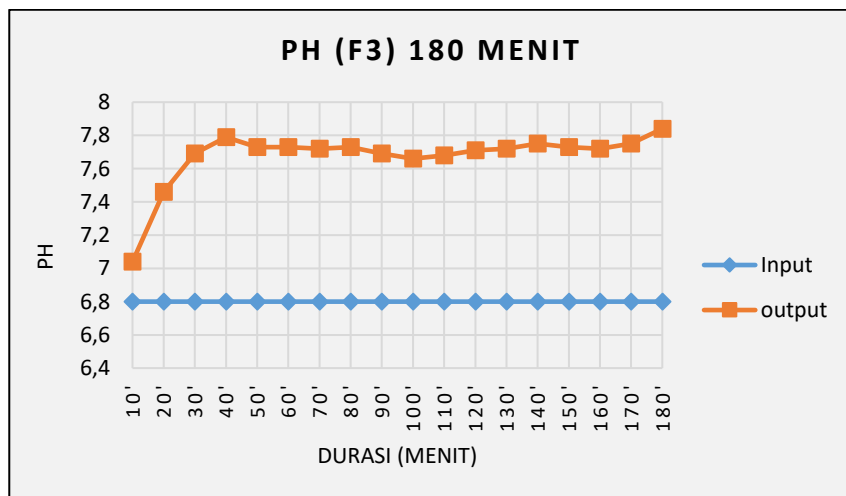
Tabel dan grafik tersebut merupakan hasil dari pengamatan langsung reaktor F2 terhadap PH. Berdasarkan hasil pengamatan PH pada percobaan filtrasi reaktor F2 menunjukkan hasil fluktuatif. Akan tetapi, hasilnya dominan bertambah dari kondisi keasaman air baku yakni bernilai 6,8. Hasil fluktuatif tersebut merupakan karakteristik dalam proses filtrasi. Sedangkan penambahan nilai pH atau derajat keasaman pada hasil reaktor F2 disebabkan karena adanya bahan organik yang dilalui oleh air baku. Mengingat reaktor ini terdiri dari filter organik dan membran keramik. Penyebab penambahan pH pada filter organik telah dilakukan pada pembahasan sebelumnya dikarenakan bahan organik yang bersifat basa. Hal tersebut juga dapat terjadi pada hasil filtrasi membran keramik. Bahan penyusun membran keramik adalah tanah liat dan karbon aktif yang keduanya juga termasuk dalam bahan alam organik. Sehingga kedua filter tersebut memiliki andil dalam penambahan nilai derajat keasaman air produk. Nilai rata-rata hasil dari filtrasi reaktor F3 terhadap PH menunjukkan nilai pH 7,6. Nilai derajat keasaman tersebut masih termasuk diterima dan memasuki batasan persyaratan dari PERMENKES 492/2010 tentang air minum.

4.5.3. Analisa Reaktor F3 Terhadap PH.

Reaktor F3 merupakan reaktor filter yang terdiri dari filter membran keramik. Air baku yang akan diproses pada filter ini berasal dari air hasil desalinasi *reverse osmosis*. Air tersebut akan langsung diolah dalam filtrasi membran keramik tanpa melewati dari filter organik. Hal tersebut memiliki tujuan untuk melihat kemampuan filtrasi hanya dari filter membran keramik saja. Berikut merupakan hasil pengamatan secara langsung yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah melihat tren nilai PH akibat dari filtrasi.

Tabel 4. 8. Pengamatan Reaktor F3 Terhadap PH.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Durasi	Sebelum Filtrasi	Setelah Filtrasi	Eff. PH (%)
	PH	PH	
10'	6,8	7,04	-3,53
20'	6,8	7,46	-9,71
30'	6,8	7,69	-13,09
40'	6,8	7,79	-14,56
50'	6,8	7,73	-13,68
60'	6,8	7,73	-13,68
70'	6,8	7,72	-13,53
80'	6,8	7,73	-13,68
90'	6,8	7,69	-13,09
100'	6,8	7,66	-12,65
110'	6,8	7,68	-12,94
120'	6,8	7,71	-13,38
130'	6,8	7,72	-13,53
140'	6,8	7,75	-13,97
150'	6,8	7,73	-13,68
160'	6,8	7,72	-13,53
170'	6,8	7,75	-13,97
180'	6,8	7,84	-15,29



Gambar 4. 12. Grafik Pengamatan Reaktor F3 Terhadap PH.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Berdasarkan tabel dan grafik hasil dari pengamatan langsung reaktor F3 terhadap PH menunjukkan hasil peningkatan nilai derajat keasaman dengan kurva yang linear dan fluktuatif. Seperti pembahasan sebelumnya bahwa nilai fluktuatif disebabkan oleh karakteristik dalam proses filtrasi. Reaktor filtrasi F3 hanya terdiri oleh membran keramik saja. Tanpa ada bantuan filter organik sebelumnya. Membran keramik terdiri dari bahan penyusun tanah liat, karbon aktif yang termasuk kedalam bahan alam organik. Berdasarkan penelitian oleh Sumarli dkk, 2016, menunjukkan bahwa filter dengan bahan penyusun organik memiliki sifat basa. Dengan demikian akan menyebabkan air baku yang melalui filter tersebut akan mengalami peningkatan derajat keasaman menjadi lebih basa. Hal tersebut juga terbukti pada penelitian ini terkait dengan penambahan nilai pH dari air baku.

Nilai pH yang didapatkan pada penelitian percobaan filtrasi pH oleh reaktor F3 rata-ratanya berkisar 7,6. Hal tersebut juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sumarli dkk, 2016. Menggunakan air baku dengan pH 6,8 dan hasil dari pH filtrasinya berkisar pada 7,6. Hasil percobaan pada reaktor F3 tersebut, masih masuk kedalam kategori diterima menurut PERMENKES 492/2010. Dikarenakan nilai ambang batas PH persyaratan air minum diterima yakni antara 6,5 – 8,5.

4.5. Analisa Reaktor Terhadap Salinitas air.

Salinitas atau keasinan merupakan tingkatan nilai kadar keasinan (garam) dari kadar garam yang terlarut dalam air. Pada penelitian ini, merupakan apparatus daripada *reverse osmosis system*. Air baku yang digunakan dalam rangkaian apparatus ini adalah air payau. Air tersebut memiliki kadar atau tingkatan salinitas sebesar 0,05 – 3% dari total air tersebut. Dalam ilmu oseanografi satuan dari salinitas adalah ppt (*part per thousand*) atau permill. Maksud dari satuan tersebut yakni sama dengan jumlah gram dari garam per liter airnya. Teknologi *reverse osmosis* tentunya mampu dalam pengurangan kadar salinitas. Menggunakan membran semipermeabel dengan pemisahan melalui perlawanan dari tekanan osmotiknya. Melalui pemberian tekanan diatas atau lebih besar dari tekanan osmotik fluida. Sehingga garam mineral akan terjepit melalui sisi brine (reject) membran semipermeabel dan terpisah dari air tawar (bersih).

Ditinjau dari teori tersebut, tentunya air dari hasil olahan *reverse osmosis* tersebut tidak memiliki kandungan garam (salinitas) terlarut sama sekali atau dapat diartikan air tersebut termasuk air tawar dengan nilai salinitas nol. Disisi lain, air yang akan diolah dalam penelitian tugas akhir ini adalah air dari sistem *reverse osmosis* tersebut. Berikut merupakan tabel dari hasil eksperimen pengaruh beberapa reaktor terhadap kadar salinitas dalam air terlarut hasil dari *reverse osmosis*. Metode yang digunakan untuk mengukur kadar salinitas sama seperti bab metodologi penelitian yakni alat pengamatan menggunakan *salinometer* dan air sampel diambil selama 180 menit dengan pengambilan air sampel dengan interval 10 menit. Berikut merupakan tabel hasil pengamatan variabel *post treatment* (reaktor) terhadap salinitas.

Tabel 4. 9. Pengamatan Pengaruh Reaktor Terhadap Salinitas.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Durasi	Sebelum Filtrasi	Reaktor F1	Reaktor F2	Reaktor F3
	Salinitas	Salinitas	Salinitas	Salinitas
10'	0	0	0	0
20'	0	0	0	0
30'	0	0	0	0
40'	0	0	0	0
50'	0	0	0	0
60'	0	0	0	0
70'	0	0	0	0
80'	0	0	0	0
90'	0	0	0	0
100'	0	0	0	0
110'	0	0	0	0
120'	0	0	0	0
130'	0	0	0	0
140'	0	0	0	0
150'	0	0	0	0
160'	0	0	0	0
170'	0	0	0	0
180'	0	0	0	0

Berdasarkan tabel pengamatan eksperimen terhadap salinitas tersebut, tidak menunjukkan adanya pengaruh filtrasi dari variasi beberapa reaktor filter. Analisa pertama terkait hal tersebut dikarenakan air baku yang digunakan pada filtrasi *post treatment* adalah air hasil dari desalinasi air payau dengan menggunakan teknologi *reverse osmosis*. Dengan demikian kandungan dari garam terlarut yang terdapat dalam air baku *post treatment* bernilai mendekati 0. Hal tersebut karena garam-garam telah di-*reject* oleh membran semipermeabel *reverse osmosis system*.

Disisi lain, analisa selanjutnya terkait dengan kemampuan dari beberapa bahan organik dalam menurunkan kadar salinitas air. Pada beberapa penelitian terkait mengungkapkan tidak adanya kemampuan filtrasi oleh bahan organik dalam menurunkan kandungan salinitas atau kadar garam dalam air. Pada penelitian Laily Noer Hamidah dan Ardhana Ramayanti terkait penurunan kadar salinitas oleh filter zeolite dan karbon aktif yang susunannya relevan dan dengan reaktor penelitian, menunjukkan adanya perubahan nilai kadar salinitas air payau setelah melalui reaktor filter tersebut. Hal tersebut dapat terjadi, dikarenakan secara alamiah bahan organik yang digunakan manganese zeolite, karbon aktif dan pasir silika mampu mengurangi dari kandungan mineral yang terlarut dalam air (TDS) melalui proses

filtrasi dengan cara menjerap mineral tersebut kedalam pori-pori bahan organik. Dikarenakan garam mineral (salinitas) juga termasuk dalam kategori mineral terlarut yang ada dalam air. Sehingga kadar salinitas dari air payau dapat berkurang. Dalam penelitian yang telah dilakukan tersebut menyebutkan perubahan terbesar atau penurunan kadar salinitas terbesar melalui proses filtrasi hanya sebesar 3 ppm saja. Dengan kata lain, filter organik dari bahan zeolite, karbon aktif dan pasir silika tersebut masih belum dapat memasuki kategori sebagai teknologi desalinasi yang ampuh dalam pengurangan nilai salinitas dan mengubah *saline water* menjadi *fresh water* (air tawar). Hanya mampu mengurangi beberapa kandungan terlarut saja.

4.6. Analisa Reaktor Terhadap Rangkaian (*apparatus*) eksperimen.

Pada bab metodologi penelitian untuk tugas akhir ini telah dijabarkan terkait posisi peralatan yang dibahas dalam penelitian. Peralatan penelitian ini membahas terkait *post treatment* pada rangkaian *reverse osmosis system*. Dengan demikian variabel yang akan menjadi variasi pada *apparatus* juga akan menjadi variabel pembahasan pada *post treatment system*. Variabel tersebut terkait suhu awal air baku yang akan diolah oleh membran *reverse osmosis*. Peningkatan suhu tersebut didapatkan melalui perlakuan pemanasan pad air baku melalui proses konveksi didalam pipa tembaga yang ada pada *solar collector plate*. Peningkatan suhu tersebut akan digunakan dalam mengamati kinerja daripada *high pressure pump* membran. Dikarenakan membran tersebut membutuhkan tekanan yang besar untuk melawan dan membalik dari tekanan osmotik larutan air payau. Adapun tujuan penggunaan suhu tinggi yang melebihi dari suhu air normal adalah untuk menurunkan daripada tekanan pompa yang dibutuhkan. Disisi lain, apabila kinerja pompa *reverse osmosis* berkurang, secara tidak langsung akan mengurangi penggunaan listrik pada *apparatus* (rangkaian) eksperimen ini. Variasi dari suhu 31°C, 35°C, 40°C akan diolah dan diamati terlebih dahulu pada kinerja *reverse osmosis system*. Kemudian barulah air variasi suhu tersebut dapat diolah lebih lanjut pada *post treatment system* untuk melihat perbandingan kandungan-kandungan terlarutnya. Berikut merupakan penjabaran hasil dari filtrasi *post treatment system* dengan menggunakan air baku hasil proses pengolahan *reverse osmosis* dengan beberapa variasi suhu tersebut.

4.6.1. Analisa Reaktor Terhadap Suhu 31°C.

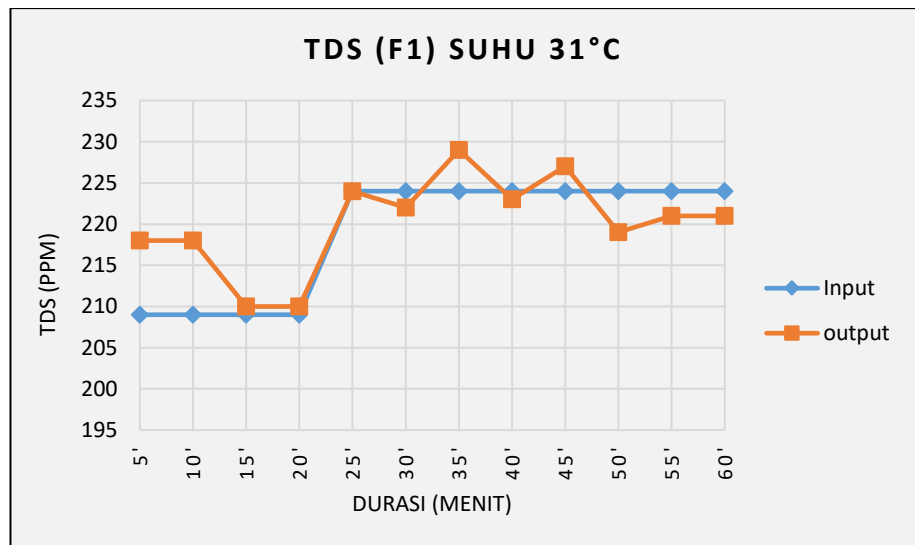
Pada variabel pertama yang dilakukan yaitu mengolah air dengan suhu natural sesuai dengan suhu *ambient*. Suhu yang diukur dengan menggunakan digital thermometer menunjukkan hasil 31°C. Suhu tersebut masuk dalam kategori suhu air normal variabel yang akan diamati terkait dengan pengaruh kinerja terhadap sistem di *apparatus*. Serta kandungan kualitas dari zat terlarut akibat dari perlakuan suhu tersebut. Berikut merupakan hasil dari filtrasi *post treatment* yang ditampilkan dalam tabel dan grafik sebagai bentuk mudah untuk melihat tren filtrasi. Beberapa variasi dari reaktor dimasukkan dalam satu tabel tersebut. Karena pada hal ini yang menjadi fokus untuk pengamatan kandungan kualitas air adalah pengaruh dari perlakuan suhu.

4.6.1.1. Analisa Reaktor F1 Terhadap Suhu 31°C.

Tabel 4. 10. Pengamatan Reaktor F1 Terhadap Suhu 31°C.

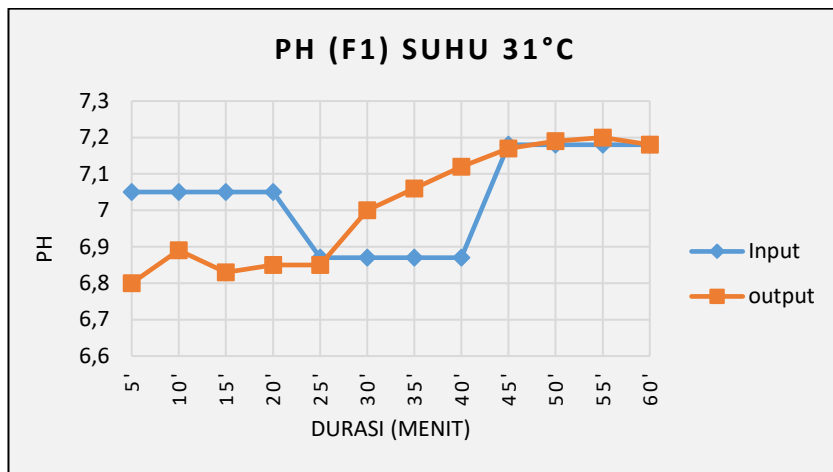
Sumber : Dokumen Pribadi.

Durasi	Sebelum Filtrasi			Setelah Filtrasi			filtrat TDS	Eff. TDS (%)	Eff. PH (%)
	TDS	PH	Salinitas	TDS	PH	Salinitas			
5'	209	7,05	0	218	6,8	0	-9	-4,31	3,55
10'	209	7,05	0	218	6,89	0	-9	-4,31	2,27
15'	209	7,05	0	210	6,83	0	-1	-0,48	3,12
20'	209	7,05	0	210	6,85	0	-1	-0,48	2,84
25'	224	6,87	0	224	6,85	0	0	0,00	0,29
30'	224	6,87	0	222	7	0	2	0,89	-1,89
35'	224	6,87	0	229	7,06	0	-5	-2,23	-2,77
40'	224	6,87	0	223	7,12	0	1	0,45	-3,64
45'	224	7,18	0	227	7,17	0	-3	-1,34	0,14
50'	224	7,18	0	219	7,19	0	5	2,23	-0,14
55'	224	7,18	0	221	7,2	0	3	1,34	-0,28
60'	224	7,18	0	221	7,18	0	3	1,34	0,00



Gambar 4. 13. Grafik Pengamatan TDS Reaktor F1 Terhadap Suhu 31°C.

Sumber : Dokumen Pribadi.



Gambar 4. 14. Grafik Pengamatan PH Reaktor F1 pada Suhu 31°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.

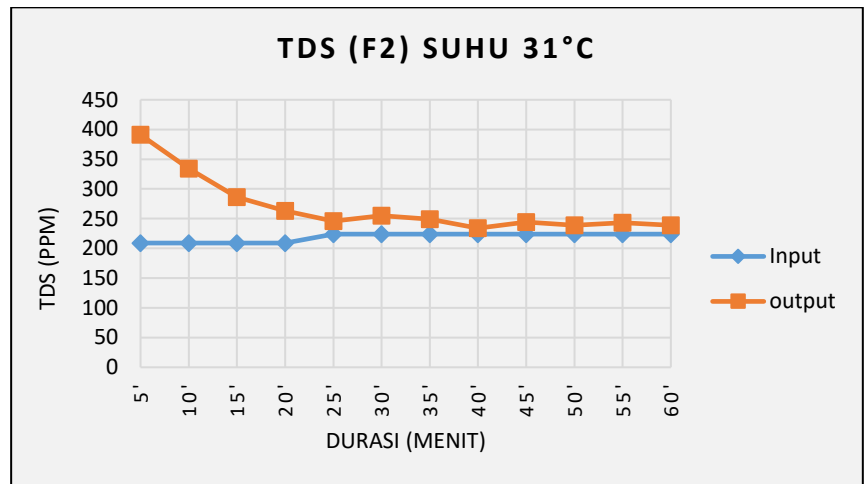
Berdasarkan tampilan pada tabel dan grafik hasil eksperimen dari filtrasi reaktor F1 terhadap suhu 31°C menunjukkan hasil yang terbilang fluktuatif. Tren tersebut merupakan karakteristik dari proses filtrasi. Hasil yang ditunjukkan oleh filtrasi reaktor F1 pada suhu apparatus tersebut juga mampu menurunkan kandungan terlarut (TDS) air baku dengan efisiensi tertinggi 3,55%. Hal tersebut sudah sesuai dengan pembahasan mengenai pengaruh TDS oleh reaktor F1 pada pembahasan sebelumnya. Sedangkan pada nilai pH air, reaktor F1 pada suhu tersebut juga mampu menaikkan pH air secara linear. Sehingga pH air rata-ratanya mendekati angka 7. Nilai TDS dan pH hasil filtrasi termasuk kategori diterima menurut PERMENKES 492/2010.

4.6.1.2. Analisa Reaktor F2 Terhadap Suhu 31°C.

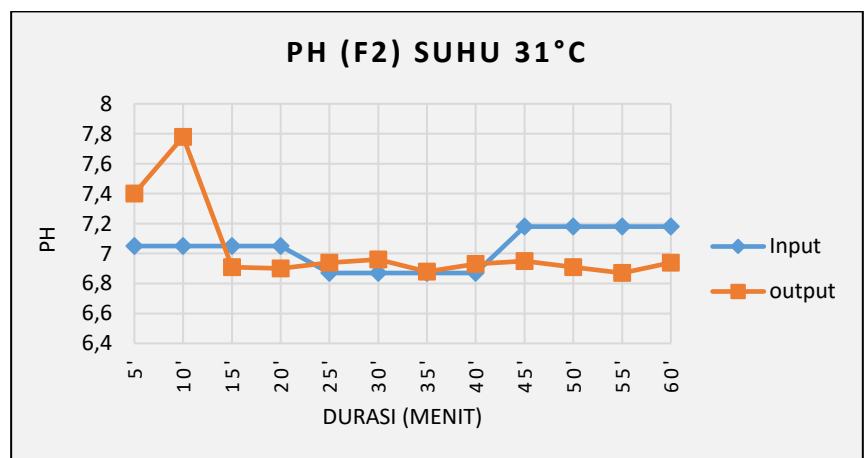
Tabel 4. 11. Pengamatan Reaktor F2 Terhadap Suhu 31°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Durasi	Sebelum Filtrasi			Hasil Reaktor F1		Setelah Filtrasi			filtrat TDS air baku	Eff. TDS (%)	Eff. PH (%)
	TDS	PH	Salinitas	TDS	PH	TDS	PH	Salinitas			
5'	209	7,05	0	222	6,55	391	7,4	0	-182	-87,08	-4,96
10'	209	7,05	0	222	6,55	334	7,78	0	-125	-59,81	-10,35
15'	209	7,05	0	222	6,55	286	6,91	0	-77	-36,84	1,99
20'	209	7,05	0	222	6,55	263	6,9	0	-54	-25,84	2,13

25'	224	6,87	0	222	6,55	246	6,94	0	-22	-9,82	-1,02
30'	224	6,87	0	222	6,55	255	6,96	0	-31	-13,84	-1,31
35'	224	6,87	0	222	6,55	249	6,88	0	-25	-11,16	-0,15
40'	224	6,87	0	222	6,55	234	6,93	0	-10	-4,46	-0,87
45'	224	7,18	0	222	6,55	244	6,95	0	-20	-8,93	3,20
50'	224	7,18	0	222	6,55	239	6,91	0	-15	-6,70	3,76
55'	224	7,18	0	222	6,55	243	6,87	0	-19	-8,48	4,32
60'	224	7,18	0	222	6,55	239	6,94	0	-15	-6,70	3,34



Gambar 4. 15. Grafik Pengamatan TDS Reaktor F2 Pada Suhu 31°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.



Gambar 4. 16. Grafik Pengamatan PH Reaktor F2 Pada Suhu 31°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.

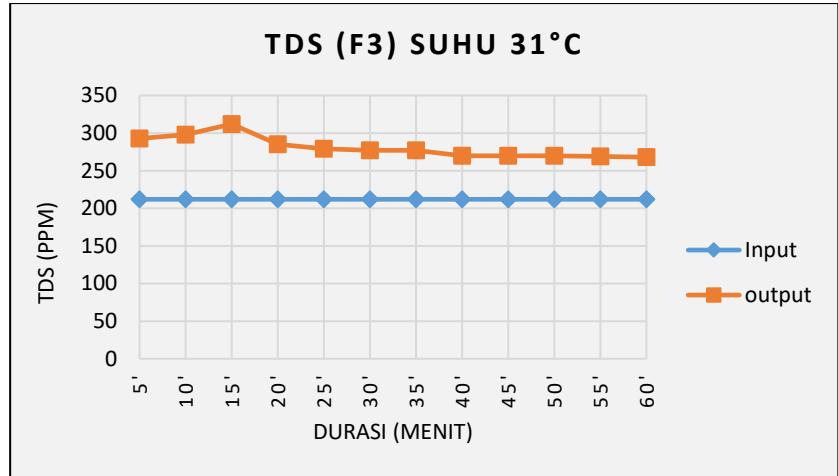
Tampilan pada tabel dan grafik hasil eksperimen dari filtrasi reaktor F2 terhadap suhu 31°C menunjukkan hasil yang fluktuatif. Variabel Reaktor F2 pada hal percobaan ini masih belum mampu menurunkan nilai kandungan terlarut. Hal tersebut dikarenakan terdapat endapan pada saat pembersihan membran keramik. Akan tetapi selama berjalannya menit pengambilan sampel, tren tersebut semakin menurun hingga mendekati dengan kandungan terlarut dari air baku. Padahal hasil dari reaktor organik sebelum membran keramik mampu menurunkan dari nilai TDS air baku menjadi 222. Sedangkan apabila ditinjau dari derajat keasaman, reaktor F2 pada suhu tersebut juga fluktuatif. Ada yang naik dari air baku, ada juga mampu menurunkan nilai pH air baku. Penurunan nilai pH air baku, sama seperti pembahasan pada reaktor organik sebelumnya. Dikarenakan air baku telah diserap oleh bahan organik untuk kandungan organik, anorganik dan partikulatnya sehingga berpengaruh juga pada nilai pH-nya. Sedangkan kenaikan nilai pH merupakan hasil dari proses filtrasi bahan organik yang secara alami memiliki sifat basa. Nilai TDS dan pH hasil filtrasi pada suhu ini masih dalam batasan yang diterima berdasarkan persyaratan air minum oleh PERMENKES 492/2010.

4.6.1.3. Analisa Reaktor F3 Terhadap Suhu 31°C.

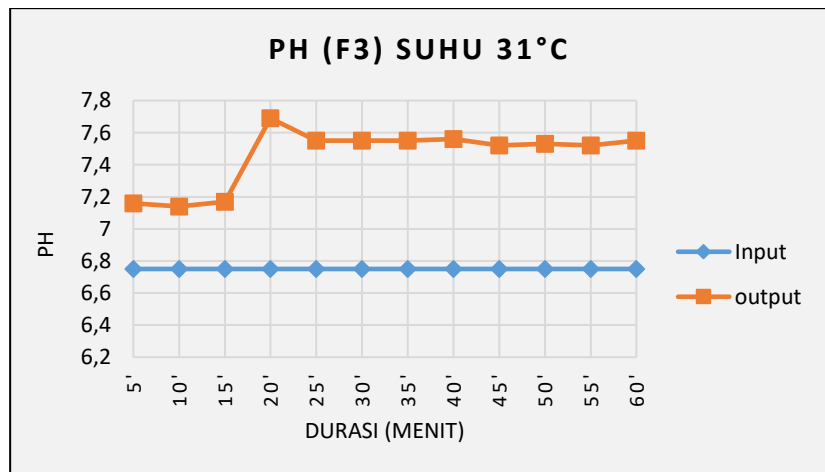
Tabel 4. 12. Pengamatan Reaktor F3 Terhadap Suhu 31°C.

Sumber : Dokumen Pribadi.

Durasi	Sebelum Filtrasi			Setelah Filtrasi			filtrat TDS	Eff. TDS (%)	Eff. PH (%)
	TDS	PH	Salinitas	TDS	PH	Salinitas			
5'	212	6,75	0	293	7,16	0	-81	-38,21	-6,07
10'	212	6,75	0	298	7,14	0	-86	-40,57	-5,78
15'	212	6,75	0	312	7,17	0	-100	-47,17	-6,22
20'	212	6,75	0	285	7,69	0	-73	-34,43	-13,93
25'	212	6,75	0	279	7,55	0	-67	-31,60	-11,85
30'	212	6,75	0	277	7,55	0	-65	-30,66	-11,85
35'	212	6,75	0	277	7,55	0	-65	-30,66	-11,85
40'	212	6,75	0	270	7,56	0	-58	-27,36	-12,00
45'	212	6,75	0	270	7,52	0	-58	-27,36	-11,41
50'	212	6,75	0	270	7,53	0	-58	-27,36	-11,56
55'	212	6,75	0	269	7,52	0	-57	-26,89	-11,41
60'	212	6,75	0	268	7,55	0	-56	-26,42	-11,85



Gambar 4. 17. Grafik Pengamatan TDS Reaktor F3 Pada Suhu 31°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.



Gambar 4. 18. Grafik Pengamatan PH Reaktor F3 Pada Suhu 31°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Berdasarkan tampilan pada tabel dan grafik hasil eksperimen dari filtrasi reaktor F3 terhadap suhu 31°C menunjukkan hasil fluktuatif. Filtrasi reaktor F3 pada suhu tersebut belum dapat menurunkan nilai dari kandungan terlarut (TDS). Filter reaktor F3 adalah membran keramik. Hal tersebut sama halnya dengan pembahasan sebelumnya, disebabkan terdapat endapan pada saat pembersihan membran keramik. Hal tersebut dapat dikurangi apabila pada saat pembersihan membran keramik menggunakan air dengan kandungan terlarut TDS misal air aquades. Sedangkan nilai PH hasil dari filtrasinya mengalami kenaikan nilai jika

dibandingkan dengan PH dari air baku yaitu 6,95. Rata-rata nilai hasil dari filtrasi oleh reaktor F3 adalah 7,5. Hal tersebut dikarenakan proses filtrasi bahan organik yang secara alami memiliki sifat basa. Nilai TDS dan pH hasil filtrasi pada suhu ini masih dalam batasan yang diterima berdasarkan persyaratan air minum oleh PERMENKES 492/2010.

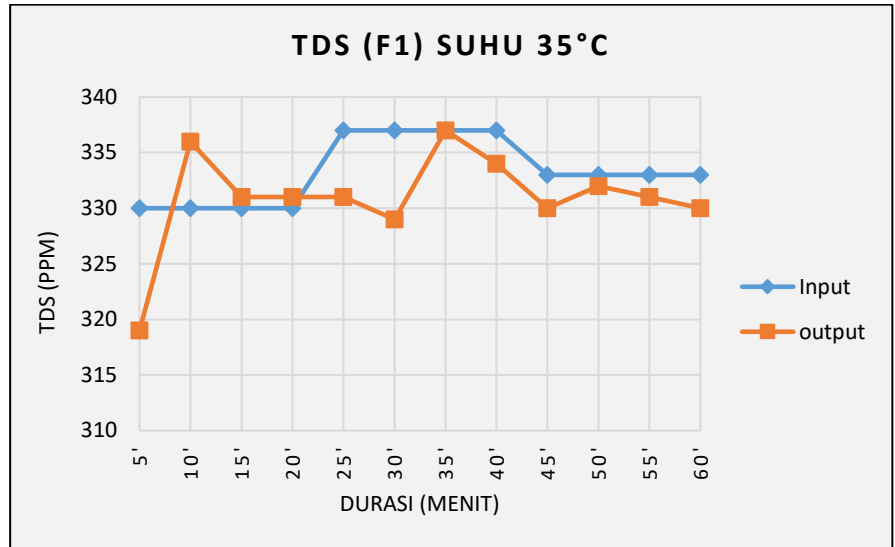
4.6.2. Analisa Reaktor Terhadap Suhu 35°C.

Pengukuran dan pengamatan dari variabel apparatus selanjutnya yakni memanaskan air baku dengan suhu hingga 35°C. Berdasarkan hasil eksperimen yang dilakukan pada *solar collector plate* dalam meningkatkan nilai suhu dari air baku menunjukkan hasil suhu sesuai dengan variabel yang digunakan yaitu nilai 35°C. Pengamatan terhadap reaktor filter *post treatment* juga sama dengan bab metodologi penelitian. Pengamatan dilakukan pada ketiga variabel reaktor yakni reaktor F1, reaktor F2, dan reaktor F3. Sedangkan untuk waktu pengambilan sampel yang sedikit berbeda. Hal tersebut dikarenakan menyesuaikan daripada data apparatus sebelumnya yakni *solar collector plate* dan *recirculation reverse osmosis system*. Waktu pengambilan yang dilakukan selama 1 jam dengan interval waktu pengambilan sampel untuk pengukuran setiap 5 menit. Pengukuran dan pengamatan langsung juga dilakukan pada nilai TDS, PH, dan Salinitas. Menggunakan alat sama dengan yang telah dijelaskan pada bab metodologi penelitian.

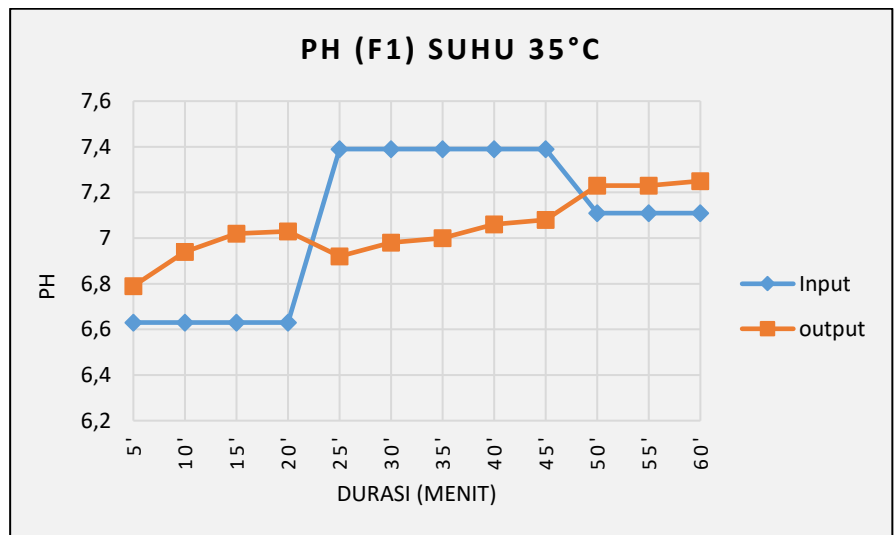
4.6.2.1. Analisa Reaktor F1 Terhadap Suhu 35°C.

Tabel 4. 13. Pengamatan Reaktor F1 Terhadap Suhu 35°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Durasi	Sebelum Filtrasi			Setelah Filtrasi			filtrat TDS	Eff. TDS (%)	Eff. PH (%)
	TDS	PH	Salinitas	TDS	PH	Salinitas			
5'	330	6,63	0	319	6,79	0	11	3,33	-2,41
10'	330	6,63	0	336	6,94	0	-6	-1,82	-4,68
15'	330	6,63	0	331	7,02	0	-1	-0,30	-5,88
20'	330	6,63	0	331	7,03	0	-1	-0,30	-6,03
25'	337	7,39	0	331	6,92	0	6	1,78	6,36
30'	337	7,39	0	329	6,98	0	8	2,37	5,55
35'	337	7,39	0	337	7	0	0	0,00	5,28
40'	337	7,39	0	334	7,06	0	3	0,89	4,47
45'	333	7,39	0	330	7,08	0	3	0,90	4,19
50'	333	7,11	0	332	7,23	0	1	0,30	-1,69
55'	333	7,11	0	331	7,23	0	2	0,60	-1,69
60'	333	7,11	0	330	7,25	0	3	0,90	-1,97



Gambar 4. 19. Grafik Pengamatan TDS Reaktor F1 Pada Suhu 35°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.



Gambar 4. 20. Grafik Pengamatan PH Reaktor F1 Pada Suhu 35°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Terdapat perbedaan pada nilai dari parameter pengamatan langsung yakni nilai TDS dan pH air baku pada suhu 35°C. Mengalami kenaikan nilai parameter dari suhu sebelumnya. Pada suhu 31°C nilai akumulasi TDS berkisar pada nilai 212.

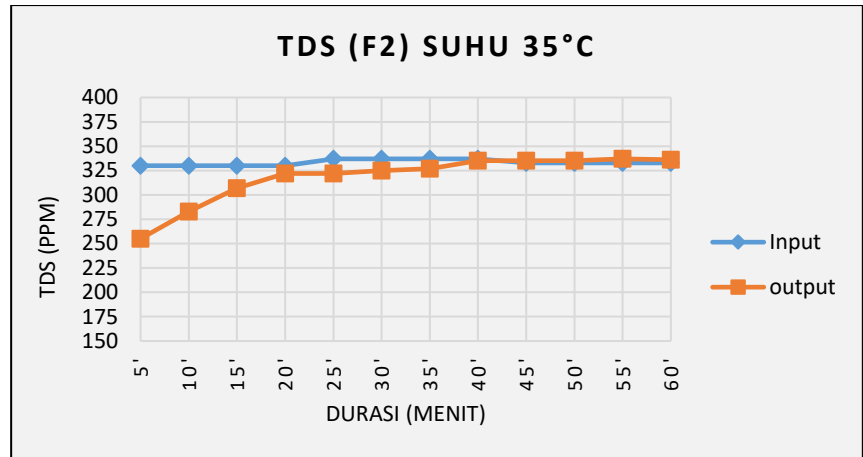
Sedangkan pada suhu 35°C berdasar dari hasil percobaan terukur sebesar 333. Hal tersebut dikarenakan karena terjadi pemanasan atau kenaikan suhu sehingga partikel mengalami penggabungan molekul. Dengan demikian kandungan terlarut juga semakin meningkat akibat peristiwa tersebut. Berdasarkan tabel dan grafik hasil eksperimen dari filtrasi reaktor F1 terhadap suhu 35°C menunjukkan hasil yang fluktuatif.

Pengamatan langsung hasil filtrasi reaktor F1 pada suhu tersebut terhadap TDS mampu menurunkan nilai TDS dari air bakunya. Hal tersebut sesuai dengan kemampuan dari filter organik dalam menjerap mineral terlarut dalam air dengan efisiensi terbesar yakni 2,37%. Dengan tren grafik semakin bertambahnya menit filtrasi juga menunjukkan kurva output selalu dibawah kurva input. Sedangkan reaktor F1 pada suhu tersebut juga mampu menaikkan secara linear nilai pH dari air baku. Hal tersebut disebabkan oleh bahan penyusun terdiri dari bahan organik yang bersifat basa. Nilai TDS dan pH hasil filtrasi pada suhu ini masih dalam batasan yang diterima berdasarkan persyaratan air minum oleh PERMENKES 492/2010.

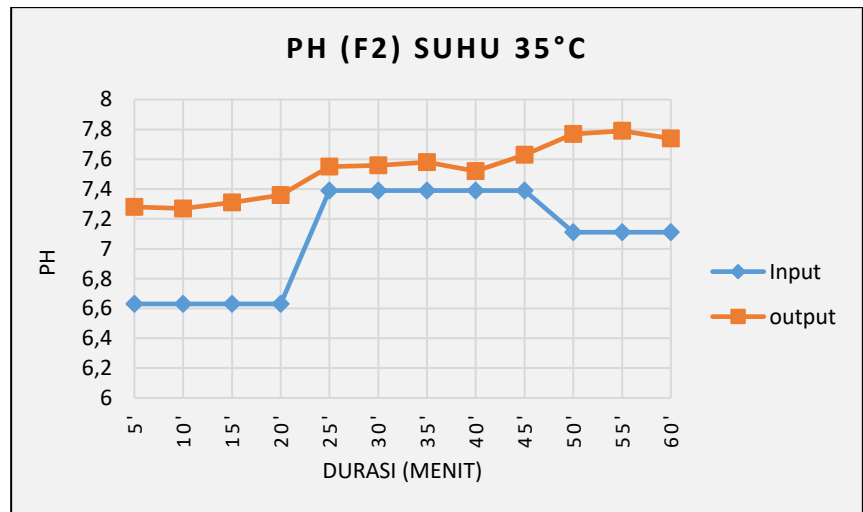
4.6.2.2. Analisa Reaktor F2 Terhadap Suhu 35°C.

Tabel 4. 14. Pengamatan Reaktor F2 Terhadap Suhu 35°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Durasi	Sebelum Filtrasi			Hasil Reaktor F1		Setelah Filtrasi			filtrat TDS air baku	Eff. TDS (%)	Eff. PH (%)
	TDS	PH	Salinitas	TDS	PH	TDS	PH	Salinitas			
5'	330	6,63	0	334	6,84	255	7,28	0	75	22,73	-9,80
10'	330	6,63	0	334	6,84	283	7,27	0	47	14,24	-9,65
15'	330	6,63	0	334	6,84	307	7,31	0	23	6,97	-10,26
20'	330	6,63	0	334	6,84	322	7,36	0	8	2,42	-11,01
25'	337	7,39	0	334	6,84	322	7,55	0	15	4,45	-2,17
30'	337	7,39	0	334	6,84	325	7,56	0	12	3,56	-2,30
35'	337	7,39	0	334	6,84	327	7,58	0	10	2,97	-2,57
40'	337	7,39	0	334	6,84	335	7,52	0	2	0,59	-1,76
45'	333	7,39	0	334	6,84	335	7,63	0	-2	-0,60	-3,25
50'	333	7,11	0	334	6,84	335	7,77	0	-2	-0,60	-9,28
55'	333	7,11	0	334	6,84	337	7,79	0	-4	-1,20	-9,56
60'	333	7,11	0	334	6,84	336	7,74	0	-3	-0,90	-8,86



Gambar 4. 21. Grafik Pengamatan TDS Reaktor F2 Pada Suhu 35°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.



Gambar 4. 22. Grafik Pengamatan PH Reaktor F2 Pada Suhu 35°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.

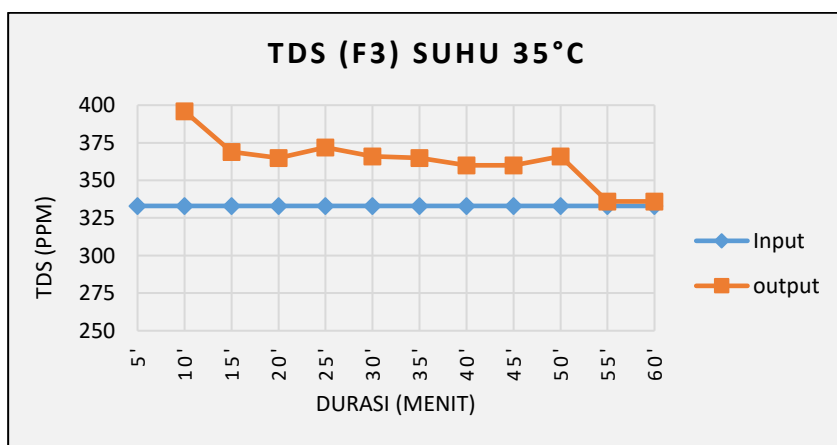
Berdasarkan tabel dan grafik hasil eksperimen dari filtrasi reaktor F2 terhadap suhu 35°C menunjukkan hasil fluktuatif. Reaktor F2 mampu menurunkan nilai TDS dengan nilai yang cukup besar dari air bakunya hingga mencapai efisiensi TDS terbesar adalah 22,73% dengan nilai filtrat penurunan TDS yakni sebesar 79 ppm. Hal tersebut tentunya merupakan pengaruh dari gabungan filtrasi kedua filter, filtrasi pertama oleh filter organik dan selanjutnya membran keramik. Tentunya dengan karakteristik filtrasi yang dimiliki oleh kedua filter seperti pada pembahasan sebelumnya. Selanjutnya reaktor F2 juga memiliki pengaruh pada

derajat keasaman. Mampu menaikkan nilai pH air baku dari 6,63 menjadi rata-rata hasil filtrasi selama 1 jam sebesar 7,5. Hal tersebut juga disebabkan oleh pengaruh dari bahan organik penyusun filter. Nilai TDS dan pH hasil filtrasi pada suhu ini masih dalam batasan yang diterima berdasarkan persyaratan air minum oleh PERMENKES 492/2010.

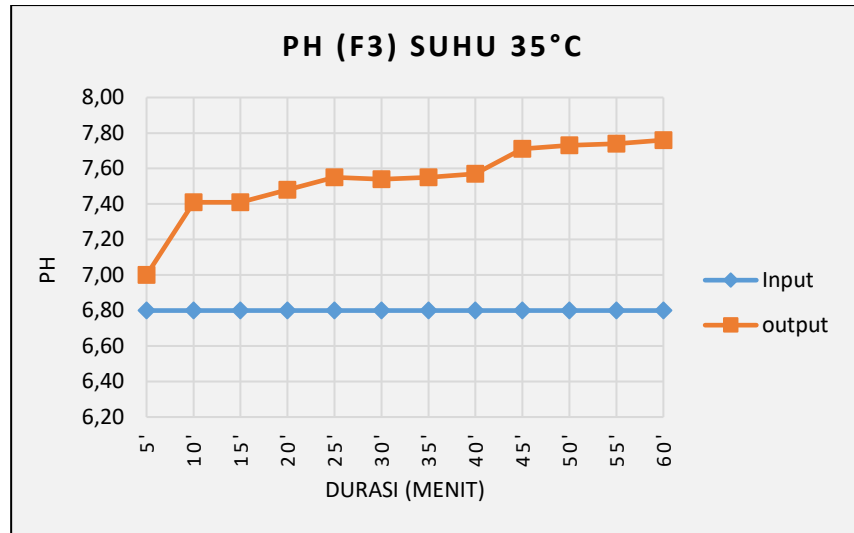
4.6.2.3. Analisa Reaktor F3 Terhadap Suhu 35°C.

Tabel 4. 15. Pengamatan Reaktor F3 Terhadap Suhu 35°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Durasi	Sebelum Filtrasi			Setelah Filtrasi			filtrat TDS	Eff. TDS (%)	Eff. PH (%)
	TDS	PH	Salinitas	TDS	PH	Salinitas			
5'	333	6,80	0	457	7,00	0	-124	-37,24	-2,94
10'	333	6,80	0	396	7,41	0	-63	-18,92	-8,97
15'	333	6,80	0	369	7,41	0	-36	-10,81	-8,97
20'	333	6,80	0	365	7,48	0	-32	-9,61	-10,00
25'	333	6,80	0	372	7,55	0	-39	-11,71	-11,03
30'	333	6,80	0	366	7,54	0	-33	-9,91	-10,88
35'	333	6,80	0	365	7,55	0	-32	-9,61	-11,03
40'	333	6,80	0	360	7,57	0	-27	-8,11	-11,32
45'	333	6,80	0	360	7,71	0	-27	-8,11	-13,38
50'	333	6,80	0	366	7,73	0	-33	-9,91	-13,68
55'	333	6,80	0	336	7,74	0	-3	-0,90	-13,82
60'	333	6,80	0	336	7,76	0	-3	-0,90	-14,12



Gambar 4. 23. Grafik Pengamatan TDS Reaktor F3 Pada Suhu 35°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.



Gambar 4. 24. Grafik Pengamatan PH Reaktor F3 Pada Suhu 35°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Berdasarkan tampilan pada tabel dan grafik hasil eksperimen dari filtrasi kandungan terlarut dan derajat kesaman (pH) reaktor F3 terhadap suhu 35°C menunjukkan hasil ada yang mengalami tren naik dan terdapat juga tren turun. Atau memiliki nilai hasil filtrasi yang terbilang fluktuatif. Reaktor F3 pada suhu tersebut memiliki pengaruh terhadap TDS. Pada menit-menit awal menunjukkan adanya peningkatan nilai kandungan terlarut dari air baku. Hal tersebut sama halnya dengan pembahasan sebelumnya, disebabkan terdapat endapan pada saat pembersihan membran keramik. Akan tetapi selama berjalannya menit pengambilan sampel filtrasi, tren dari kurva TDS tersebut semakin menurun hingga mendekati dengan kandungan terlarut dari air baku. Sedangkan pengaruh filtrasi reaktor F3 terhadap nilai pH mampu meningkat hasilnya dari air baku. Hal tersebut merupakan pengaruh dari bahan organik penyusun membran keramik yang bersifat basa. Nilai TDS dan pH hasil filtrasi pada suhu ini masih dalam batasan yang diterima berdasarkan persyaratan air minum oleh PERMENKES 492/2010.

4.6.3. Analisa Reaktor Terhadap Suhu 40°C.

Variabel selanjutnya berdasarkan rangkaian eksperimen *solar collector plate* dan *reverse osmosis system* yakni menaikkan suhu air baku *reverse osmosis* pada suhu hingga mencapai 40°C. Hal tersebut dilakukan pada alat *solar collector plate*. Berdasarkan hasil eksperimen yang dilakukan, suhu yang didapatkan yakni 40,3°C. Suhu tersebut masih dapat diterima dan tetap akan dilakukan proses *running* pada rangkaian eksperimen selanjutnya. Hal

itu dikarenakan suhu $40,3^{\circ}\text{C}$ masih termasuk dalam kategori variabel suhu yang telah ditetapkan yaitu $\pm 40^{\circ}\text{C}$. Bahkan apabila dilakukan pembulatan juga masih masuk kategori variabel dari eksperimen rangkaian. Pengukuran suhu tersebut menggunakan *digital thermometer*. Jadi, hasil yang didapatkan lebih teliti dan detail pada pengukurannya.

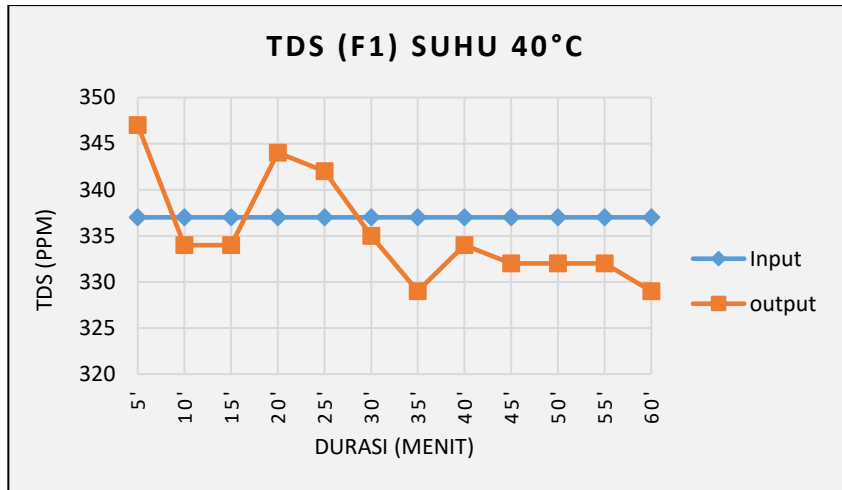
Pengamatan terhadap reaktor filter *post treatment* juga sama dengan yang ada pada bab metodologi penelitian. Pengamatan dilakukan pada ketiga variabel reaktor yakni reaktor F1, reaktor F2, dan reaktor F3. Sedangkan hanya pada waktu untuk pengambilan sampel sedikit berbeda dengan waktu untuk pengamatan dari kinerja *post treatment* pada bab metodologi penelitian. Hal tersebut disebabkan karena waktu pengambilan sampel mengikuti waktu dari rangkaian eksperimen sebelumnya. Pengambilan sampel pada *post treatment* dilakukan selama 1 jam dengan interval waktu pengambil sampel selama 5 menit. Sedangkan pengamatan langsung terhadap air hasil pengolahan dilakukan terhadap TDS, PH, dan salinitas. Berikut merupakan hasil dari eksperimen *post treatment* yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah tren hasil dari filtrasi reaktor.

4.6.3.1. Analisa Reaktor F1 Terhadap Suhu 40°C .

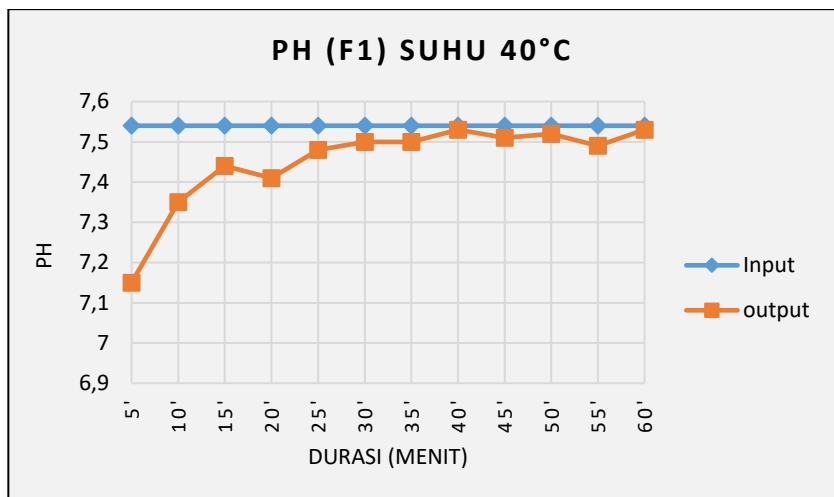
Tabel 4. 16. Pengamatan Reaktor F1 Terhadap Suhu 40°C .

Sumber : Dokumen Pribadi.

Durasi	Sebelum Filtrasi			Setelah Filtrasi			filtrat TDS	Eff. TDS (%)	Eff. PH (%)
	TDS	PH	Salinitas	TDS	PH	Salinitas			
5'	337	7,54	0	347	7,15	0	-10	-2,97	5,17
10'	337	7,54	0	334	7,35	0	3	0,89	2,52
15'	337	7,54	0	334	7,44	0	3	0,89	1,33
20'	337	7,54	0	344	7,41	0	-7	-2,08	1,72
25'	337	7,54	0	342	7,48	0	-5	-1,48	0,80
30'	337	7,54	0	335	7,5	0	2	0,59	0,53
35'	337	7,54	0	329	7,5	0	8	2,37	0,53
40'	337	7,54	0	334	7,53	0	3	0,89	0,13
45'	337	7,54	0	332	7,51	0	5	1,48	0,40
50'	337	7,54	0	332	7,52	0	5	1,48	0,27
55'	337	7,54	0	332	7,49	0	5	1,48	0,66
60'	337	7,54	0	329	7,53	0	8	2,37	0,13



Gambar 4. 25. Grafik Pengamatan TDS Reaktor F1 Pada Suhu 40°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.



Gambar 4. 26. Grafik Pengamatan PH Reaktor F2 Pada Suhu 40°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Berdasarkan hasil percobaan apparatus, air baku hasil *reverse osmosis* dengan perlakuan suhu 40°C menunjukkan hasil kandungan terlarut yang meningkat. Jika dibanding pada suhu-suhu lainnya yang terbilang semakin rendah. Hal tersebut memiliki penjelasan yang sama pada pembahasan sebelumnya, yang disebabkan oleh naiknya variabel dari suhu air sebelum proses *reverse osmosis*. Tampilan pada tabel dan grafik hasil eksperimen dari filtrasi reaktor F1 terhadap suhu 40,3°C menunjukkan hasil yang fluktuatif. Reaktor F1 pada suhu tersebut

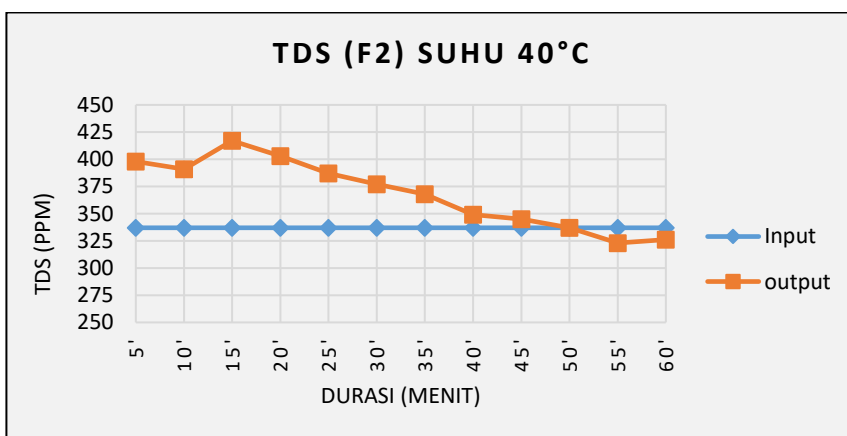
berpengaruh pada hasil TDS dengan hasil efisiensi terbesar adalah 2,37%. Sedangkan hasil pengaruh filtrasi terhadap pH mampu meningkat dari air baku. Hal tersebut disebabkan oleh bahan organik penyusun filter organik. Nilai TDS dan pH hasil filtrasi pada suhu ini diterima berdasarkan PERMENKES 492/2010.

4.6.3.2. Analisa Reaktor F2 Terhadap Suhu 40°C.

Tabel 4. 17. Pengamatan Reaktor F2 Terhadap Suhu 40°C.

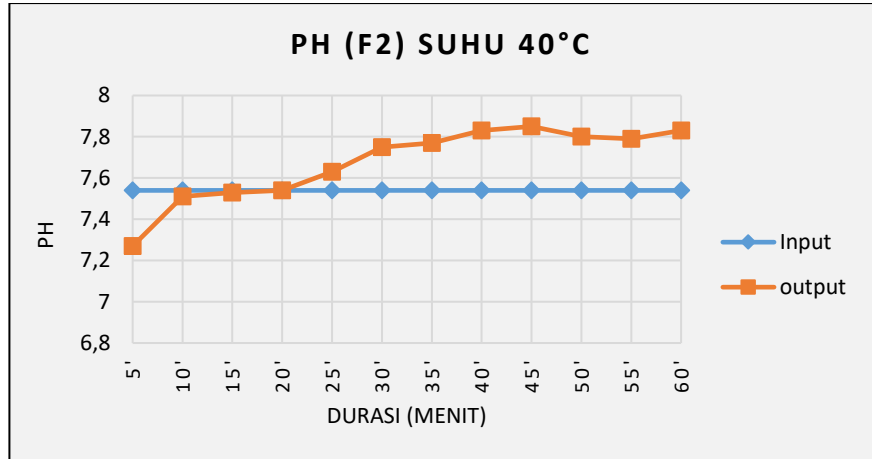
Sumber : Dokumen Pribadi.

Durasi	Sebelum Filtrasi			Hasil Reaktor F1		Setelah Filtrasi			filtrat TDS	Eff. TDS (%)	Eff. PH (%)
	TDS	PH	Salinitas	TDS	PH	TDS	PH	Salinitas			
5'	337	7,54	0	330	6,95	398	7,27	0	-61	-18,10	3,58
10'	337	7,54	0	330	6,95	391	7,51	0	-54	-16,02	0,40
15'	337	7,54	0	330	6,95	417	7,53	0	-80	-23,74	0,13
20'	337	7,54	0	330	6,95	403	7,54	0	-66	-19,58	0,00
25'	337	7,54	0	330	6,95	387	7,63	0	-50	-14,84	-1,19
30'	337	7,54	0	330	6,95	377	7,75	0	-40	-11,87	-2,79
35'	337	7,54	0	330	6,95	368	7,77	0	-31	-9,20	-3,05
40'	337	7,54	0	330	6,95	349	7,83	0	-12	-3,56	-3,85
45'	337	7,54	0	330	6,95	345	7,85	0	-8	-2,37	-4,11
50'	337	7,54	0	330	6,95	337	7,8	0	0	0,00	-3,45
55'	337	7,54	0	330	6,95	323	7,79	0	14	4,15	-3,32
60'	337	7,54	0	330	6,95	326	7,83	0	11	3,26	-3,85



Gambar 4. 27. Grafik Pengamatan TDS Reaktor F2 Pada Suhu 40°C.

Sumber : Dokumen Pribadi.



Gambar 4. 28. Grafik Pengamatan PH Reaktor F2 Pada Suhu 40°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.

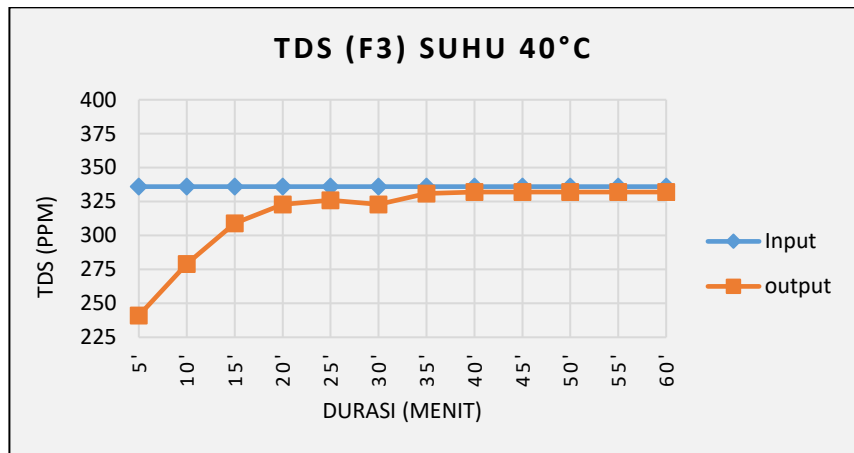
Berdasarkan tampilan pada tabel dan grafik hasil eksperimen dari filtrasi reaktor F2 terhadap suhu 40°C menunjukkan hasil yang fluktuatif. Pada menit-menit awal filtrasi reaktor F2 mengalami peningkatan nilai TDS dari kandungan terlarut air baku. Hal tersebut sama halnya dengan pembahasan sebelumnya, disebabkan terdapat endapan pada saat pembersihan membran keramik. Akan tetapi selama berjalannya menit pengambilan sampel filtrasi, tren dari kurva TDS tersebut semakin menurun hingga pada menit ke-55 reaktor F2 mampu menurunkan kandungan terlarut dari air baku dengan efisiensi terbesar 4,15%. Dalam hal derajat keasaman, reaktor F2 pada suhu tersebut mampu meningkatkan nilainya daripada air baku. Yang awalnya 7,54 menjadi rata-rata 7,7. Hal tersebut merupakan pengaruh dari bahan organik penyusun dari filter organik dan membran keramik. Nilai TDS dan pH hasil filtrasi pada suhu ini diterima berdasarkan PERMENKES 492/2010.

4.6.3.3. Analisa Reaktor F3 Terhadap Suhu 40°C.

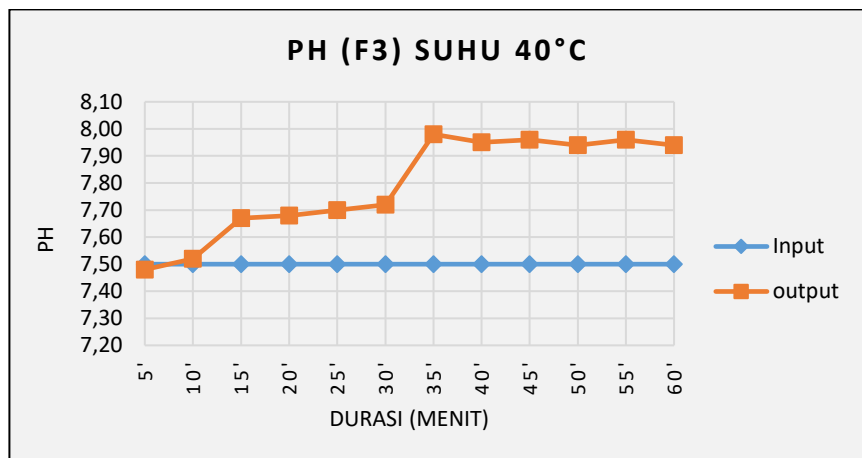
Tabel 4. 18. Pengamatan Reaktor F3 Terhadap Suhu 40°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Durasi	Sebelum Filtrasi			Setelah Filtrasi			filtrat TDS	Eff. TDS (%)	Eff. PH (%)
	TDS	PH	Salinitas	TDS	PH	Salinitas			
5'	336	7,50	0	241	7,48	0	95	28,27	0,27
10'	336	7,50	0	279	7,52	0	57	16,96	-0,27
15'	336	7,50	0	309	7,67	0	27	8,04	-2,27
20'	336	7,50	0	323	7,68	0	13	3,87	-2,40

25'	336	7,50	0	326	7,7	0	10	2,98	-2,67
30'	336	7,50	0	323	7,72	0	13	3,87	-2,93
35'	336	7,50	0	331	7,98	0	5	1,49	-6,40
40'	336	7,50	0	332	7,95	0	4	1,19	-6,00
45'	336	7,50	0	332	7,96	0	4	1,19	-6,13
50'	336	7,50	0	332	7,94	0	4	1,19	-5,87
55'	336	7,50	0	332	7,96	0	4	1,19	-6,13
60'	336	7,50	0	332	7,94	0	4	1,19	-5,87



Gambar 4. 29. Grafik Pengamatan TDS Reaktor F3 Pada Suhu 40°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.



Gambar 4. 30. Grafik Pengamatan PH Reaktor F3 Pada Suhu 40°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.

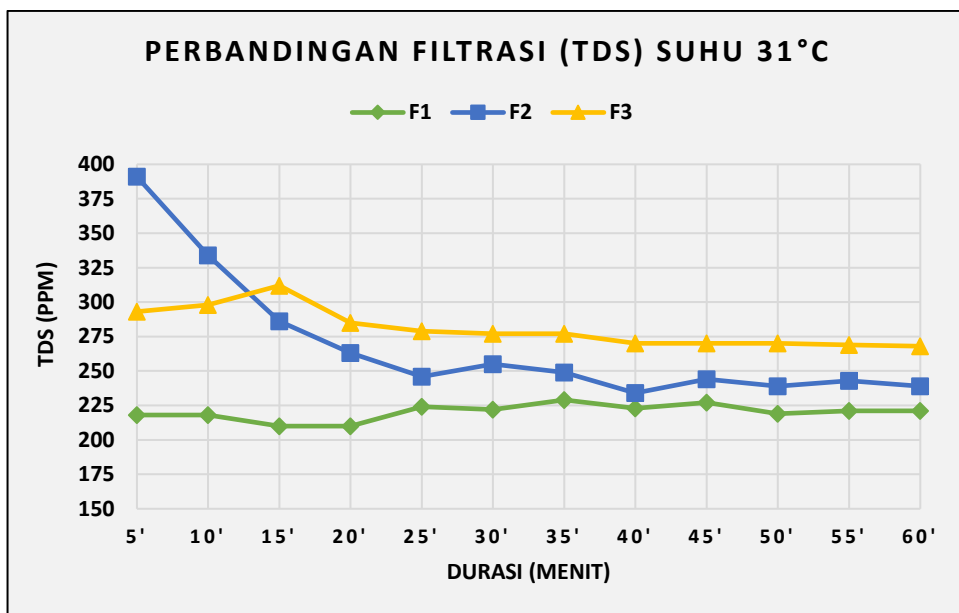
Berdasarkan tampilan pada tabel dan grafik hasil eksperimen dari filtrasi reaktor F3 terhadap suhu 40°C menunjukkan hasil yang terbilang fluktuatif. Terlihat pada hasil percobaan bahwa selama waktu pengambilan sampel pada suhu tersebut, reaktor F3 secara stabil mampu menurunkan kandungan terlarut air baku. Efisiensi penurunan kandungan terlarut terbesar yakni 28,27% pada menit ke-5 dengan penurunan angka TDS sebesar 95 ppm. Hal tersebut merupakan hasil karakteristik dari membran keramik yang memiliki tingkat filtrasi mikro. Kemudian pada menit berikutnya mengalami penurunan kemampuan filtrasi, dikarenakan adanya penyumbatan pori akibat adanya endapan dari mineral dan partikel yang tersaring oleh membran keramik. Sedangkan ditinjau pada nilai derajat keasaman, hasilnya menunjukkan hal yang sama seperti sebelumnya. Menunjukkan peningkatan nilai daripada nilai derajat keasaman air baku. Berawal dari nilai pH 7,5 mampu ditingkatkan menjadi sekitar 7,9. Akan tetapi, Nilai TDS dan pH hasil filtrasi pada suhu ini diterima berdasarkan PERMENKES 492/2010.

4.6.4. Pemilihan Variasi Filtrasi Reaktor Untuk Uji Laboratorium.

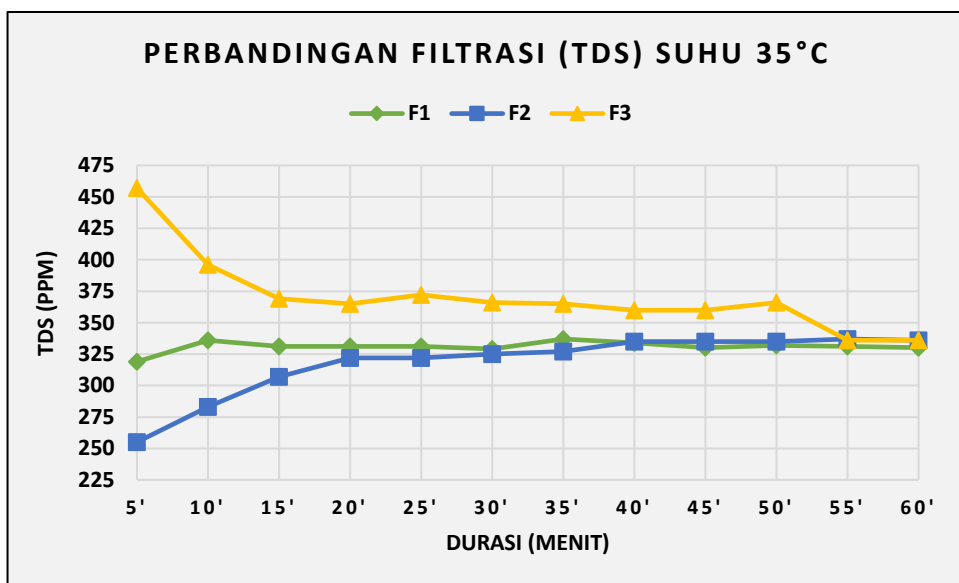
Rangkaian (apparatus) sistem terdiri dari berbagai variabel yang akan diujikan. Hal tersebut menyebabkan adanya perbedaan hasil pada setiap variabel rangkaian sistem yang telah dilakukan percobaan. Adapun variabel yang digunakan dalam apparatus (rangkaiannya) yakni variabel yang telah dijelaskan secara detail beserta dengan hasil eksperimen pada subbab sebelumnya pada suhu 31°C, 35°C, dan 40°C. Pemilihan variasi filtrasi yang difokuskan pada subbab ini yakni pada pengaruh dan hasil dari variasi beberapa reaktor yang digunakan. Dalam melakukan filtrasi variabel suhu-suhu apparatus tersebut. Reaktor yang dilakukan perbandingan dalam pemilihan filtrasi juga tetap sama yakni reaktor F1, F2, dan F3.

Berdasarkan data tabel TDS dan PH eksperimen pada subbab sebelumnya, pada subbab ini tabel tersebut akan dirangkum menjadi satu grafik pada setiap suhunya. Hanya dipilih tabel pengamatan langsung terhadap TDS dan PH dikarenakan pengamatan keduanya menunjukkan adanya hasil dan keduanya termasuk dari persyaratan yang terdapat pada PERMENKES 492/2010. Sehingga dalam satu grafik suhu, terdapat perbandingan tren dan kurva dari ketiga reaktor. Hal tersebut memiliki maksud untuk melihat serta mengamati kurva hasil dari reaktor manakah yang memiliki tren optimal dan lebih baik dalam melakukan filtrasi. Dengan demikian, dapat dipilih reaktor terbaik dalam filtrasi berdasarkan perbandingan kurva beberapa reaktor, untuk tahapan selanjutnya guna dilakukan pengujian laboratorium. Berikut merupakan hasil dari rangkuman tabel TDS dan PH hasil eksperimen yang dijadikan dalam satu grafik dengan perbedaan kurva dalam grafik tersebut merupakan hasil filtrasi dari tiap reaktor. Sedangkan grafik yang ditampilkan berdasarkan variabel apparatus, yakni perbedaan suhu.

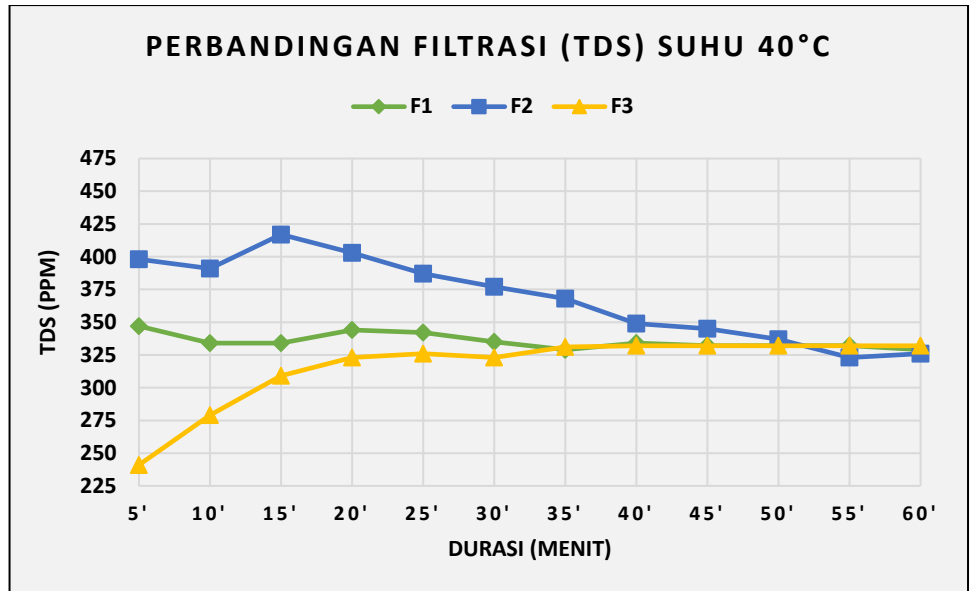
4.6.4.1. Perbandingan Filtrasi TDS Beberapa Reaktor Terhadap Variabel Suhu.



Gambar 4. 31. Grafik Perbandingan Filtrasi TDS Reaktor Pada Suhu 31°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.



Gambar 4. 32. Grafik Perbandingan Filtrasi TDS Reaktor Pada Suhu 35°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.

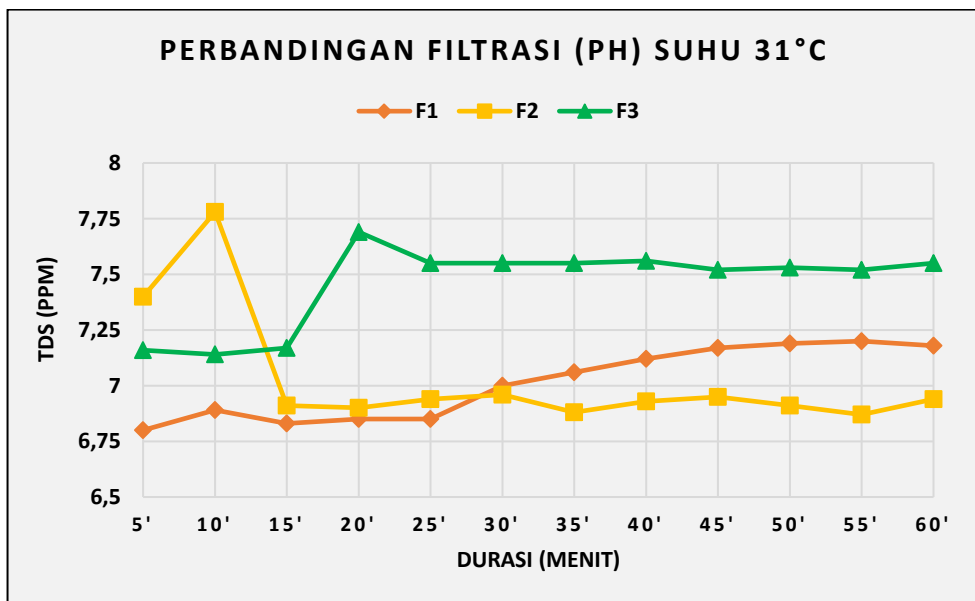


Gambar 4. 33. Grafik Perbandingan Filtrasi TDS Reaktor Pada Suhu 40°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.

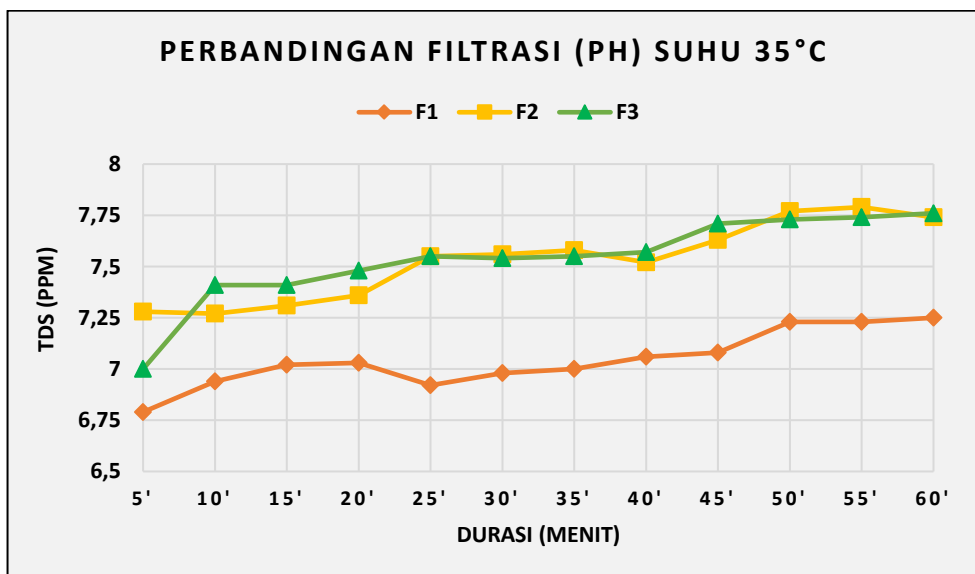
Berdasarkan beberapa grafik tersebut, grafik memiliki tren kurva yang konsisten atau linear dalam melakukan filtrasi serta tren kurva yang menunjukkan hasil filtrasi fluktuatif. Pada subbab ini dilakukan perbandingan pada kandungan terlarut dari hasil tiap variabel reaktor seperti yang tampak pada grafik diatas. Hasil tren dari kurva F1, F2 dan F3 pada ketiga variabel suhu apparatus menunjukkan hasil yang identik atau memiliki kesamaan pada hasil filtrasinya. Seperti beberapa pembahasan yang telah dilakukan pada subbab sebelumnya ketiga reaktor memiliki karakteristik atau sifat filtrasinya masing-masing. Pada grafik suhu 31°C menunjukkan bahwa kurva dari reaktor F1 menunjukkan hasil filtrasi TDS yang optimal. Akan tetapi berdasarkan jurnal referensi, filter organik kurang optimal dalam mendeaktivasi bakteri. Pada grafik suhu 35°C menunjukkan hasil bahwa reaktor F2 yang terdiri dari filter organik dan membran keramik memiliki hasil yang optimal dalam melakukan filtrasi terhadap kandungan mineral terlarut (TDS). Dan pada grafik suhu 40°C menunjukkan bahwa hasil optimal dalam melakukan filtrasi terhadap kandungan mineral terlarut adalah reaktor F3. Akan tetapi pada menit ke-55 dan menit berikutnya, hasil optimal ditunjukkan oleh reaktor F2 dalam filtrasi terhadap TDS.

Hasil akhir yang akan didapatkan pada subbab ini yaitu untuk membandingkan kemudian memilih variabel reaktor yang optimal dengan meninjau hasil filtrasi terhadap TDS pada variabel suhu apparatus. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, hasil optimal dari ketiga reaktor dalam melakukan filtrasi terhadap TDS dengan pertimbangan suhu apparatus yaitu reaktor filter F2 yang terdiri dari reaktor organik dan membran keramik.

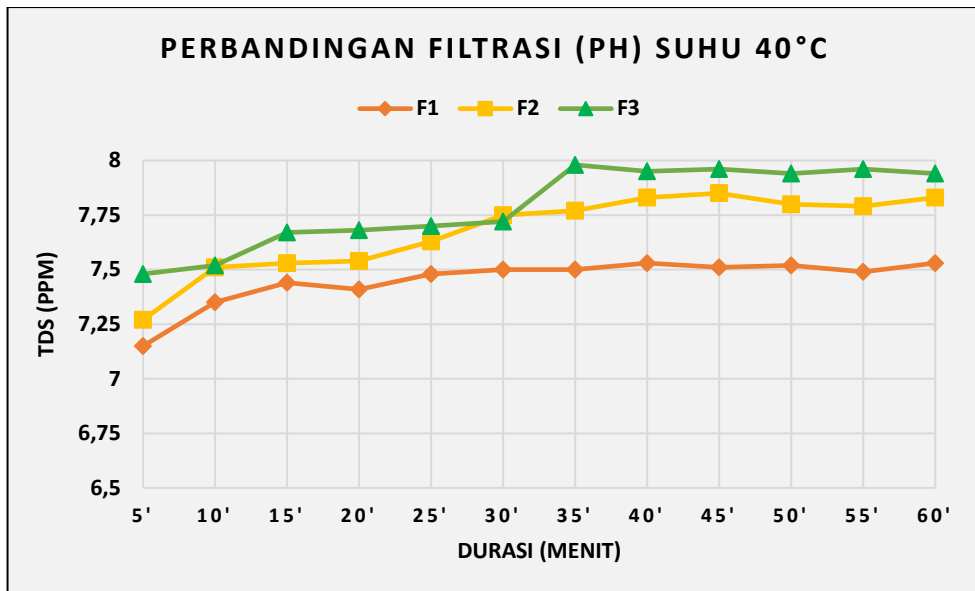
4.6.4.2. Perbandingan Filtrasi PH Beberapa Reaktor Terhadap Variabel Suhu.



Gambar 4. 34. Grafik Perbandingan Filtrasi PH Reaktor Pada Suhu 31°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.



Gambar 4. 35. Grafik Perbandingan Filtrasi PH Reaktor Pada Suhu 35°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.



Gambar 4. 36. Grafik Perbandingan Filtrasi PH Reaktor Pada Suhu 40°C.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Pada subbab ini dilakukan perbandingan pada derajat keasaman dari hasil filtrasi tiap variabel reaktor seperti yang tampak pada grafik diatas. Dengan menimbang dari variabel apparatus yakni suhu 31°C, 35°C dan 40°C. Pada grafik suhu 31°C menunjukkan nilai kandungan optimal dari pH yang tidak dekat dengan ambang batas baku mutu yakni reaktor F2 dengan nilai pH mendekati angka 7. Pada grafik suhu 35°C menunjukkan nilai yang tidak terlalu mendekati ambang batas baku mutu air minum adalah reaktor F1. Akan tetapi sesuai dengan pembahasan sebelumnya, bahwa reaktor F1 masih kurang optimal dalam membunuh bakteri dalam air. Dan pada suhu 40°C menunjukkan bahwa reaktor F1 memiliki nilai pH yang tidak terlalu dekat dengan ambang batas baku mutu. Hal tersebut juga sama pada suhu 35°C. Posisi reaktor F2 pada suhu 35°C dan 40°C menunjukkan kurva berada di tengah dan tidak terlalu dekat nilai filtrasinya terhadap ambang batas baku mutu air minum yakni 6,5 – 8,5. Sehingga berdasarkan analisa yang dilakukan, dipilih reaktor F2 yang memiliki kemampuan optimal dalam menaikkan nilai pH. Tetapi nilai tersebut tetap masuk dalam ambang batas PH baku mutu air minum.

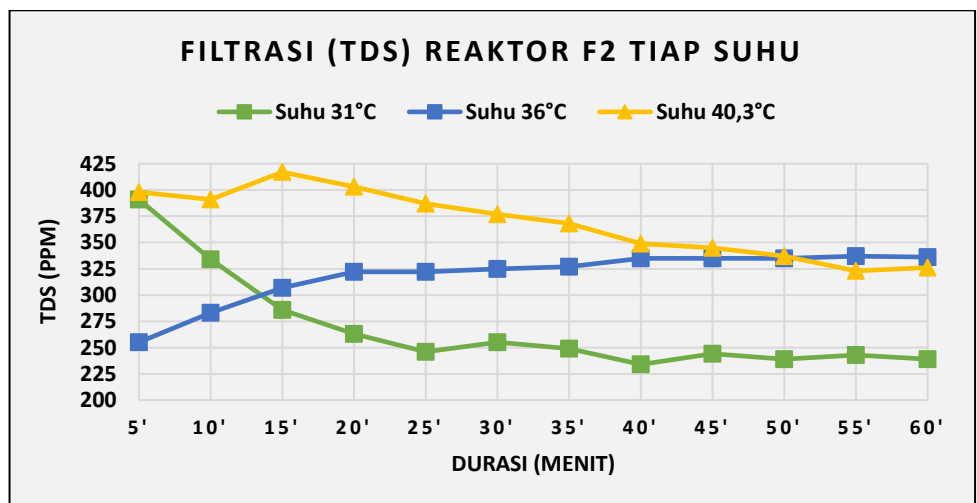
4.6.5. Pemilihan Variasi Suhu Reaktor F2 Untuk Uji Laboratorium.

Pada pembahasan sebelumnya telah dilakukan proses perbandingan dari hasil filtrasi setiap reaktor *post treatment* terhadap suhu (variabel apparatus). Didapatkan hasil perbandingan yang paling optimal yakni reaktor F2 (reaktor organik + membran keramik). Didasarkan pada metode pemilihan filtrasi TDS dan PH optimal terhadap variabel suhu pada kurva dan tren grafik serta tabel yang disajikan. Menunjukkan tren kurva yang

relatif rendah dalam penurunan TDS apabila dibandingkan terhadap variabel reaktor lainnya. Dalam artian bahwa reaktor F2 mampu mengurangi kandungan terlarut air dan menaikkan derajat keasaman dari air baku hasil *reverse osmosis*.

Hal tersebut masih belum cukup untuk proses pemilihan air sampel hasil dari apparatus yang akan diujikan pada laboratorium. Masih terdapat filtrasi reaktor F2 terhadap variabel suhu. Oleh karena itu langkah selanjutnya dalam menentukan air sampel yang optimal untuk diserahkan untuk uji laboratorium yakni membandingkan air hasil filtrasi reaktor F2 dari variabel suhu apparatus yaitu suhu 31°C, 35°C dan 40°C. Berdasarkan dari ketiga suhu tersebut, hasil filtrasi dari reaktor F2 pada masing-masing variabel akan dimasukkan dalam satu grafik untuk melihat tren hasil filtrasi dengan suhu tertentu yang paling optimal dibandingkan dengan variabel lain. Dengan demikian dapat dipilih untuk air sampel pengujian laboratorium. Ditinjau dari variabel suhu yang paling optimal dan memiliki kandungan terlarut rendah. Berikut merupakan hasil dari rangkuman tabel TDS dan PH berdasarkan data hasil eksperimen yang dijadikan dalam satu grafik dengan perbedaan kurva dalam grafik tersebut merupakan variabel suhu apparatus. Sedangkan grafik yang ditampilkan yakni filtrasi menggunakan reaktor F2.

4.6.5.1. Perbandingan Variabel Suhu Terhadap Filtrasi TDS Reaktor F2.



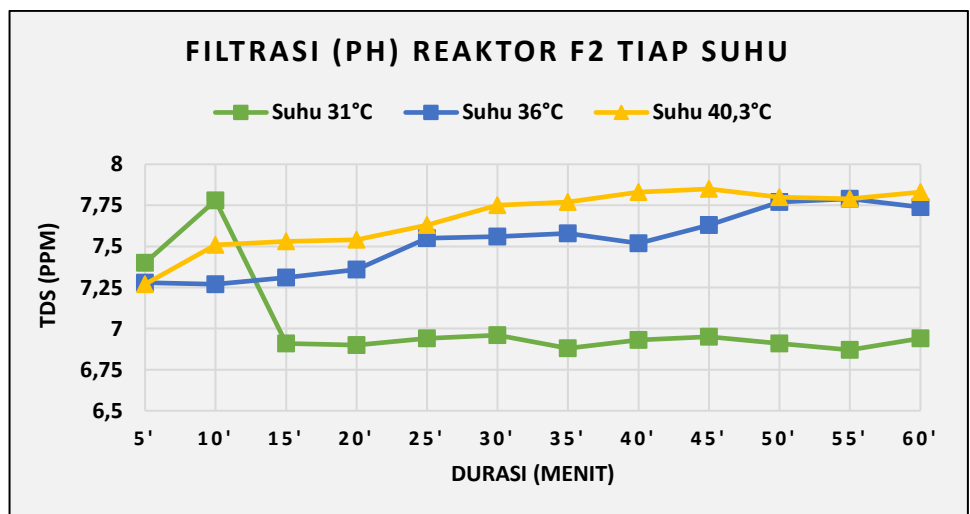
Gambar 4. 37. Grafik Perbandingan Variabel Suhu Pada Filtrasi TDS Reaktor F2.
Sumber : Dokumen Pribadi

Grafik tersebut menampilkan kurva dari filtrasi TDS (*Total Dissolved Solid*) reaktor F2 pada suhu 31°C, 36°C dan 40,3°C. Berdasarkan tampilan dari tren kurva grafik tersebut, menunjukkan hasil yang berbeda-beda.

Terdapat kurva yang linear dan ada juga yang fluktuatif. Hasil fluktuatif tersebut merupakan karakteristik dalam proses filtrasi air. Dikarenakan terdapat partikel kandungan terlarut yang terlepas oleh bahan organik dan ada juga yang masuk dan terperap dalam pori-porinya. Seperti yang diketahui sebelumnya, bahwasanya semakin meningkat suhu air baku maka akan menyebabkan meningkat juga nilai kandungan zat terlarutnya. Pada menit ke-5 filtrasi TDS oleh reaktor F2 pada suhu 36°C menunjukkan nilai optimal dengan hasil filtrasi TDS-nya 255 atau mampu mengurangi 79 TDS dari air baku (filtrat TDS). Dibanding dengan suhu 31°C dan 40,3°C yang hasil filtrasinya masih jauh di atasnya. Akan tetapi beberapa menit kemudian, suhu 36°C berkurang kemampuan dalam filtrasi nilai TDS-nya. Hingga pada menit ke-55 hasil filtrasinya tidak lebih baik dari suhu 40,3°C atau kurva suhu 36°C berada di atas suhu 40,3°C.

Hal tersebut berbanding terbalik oleh filtrasi TDS reaktor F2 pada suhu 31°C yang menunjukkan tren kurva yang relatif menurun (fluktuatif) dari menit ke-5 hingga menit ke-60. Apabila filtrasi pada suhu 31°C masih akan terus dilakukan, tidak menutup kemungkinan apabila tren dari kurva tersebut juga akan menurun jika ditinjau pada hasil tren filtrasi tersebut. Sehingga hasil akhir yang dapat diambil dalam membandingkan kurva grafik hasil filtrasi TDS oleh reaktor F2, menunjukkan hasil bahwa filtrasi pada suhu 31°C merupakan yang paling optimal. Disisi lain, nilai TDS dari air baku suhu 31°C juga terbilang kecil dibandingkan suhu lainnya. Dengan demikian, dapat dipilih suhu 31°C optimal dalam filtrasi TDS reaktor F2 dengan menunjukkan tren menurun.

4.6.5.2. Perbandingan Variabel Suhu Terhadap Filtrasi PH Reaktor F2.



Gambar 4. 38. Grafik Perbandingan Variabel Suhu Pada Filtrasi PH Reaktor F2.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Berdasarkan hasil dari grafik tren kurva suhu 31⁰C, 36⁰C dan 40,3⁰C menunjukkan tampilan kurva yang fluktuatif. Tetap hal tersebut hanya terjadi pada suhu 31⁰C. Berbeda dengan tampilan kedua suhu lain yang menunjukkan hasil relatif meningkat karena adanya bahan organik pada penyusunnya. Fluktuatif nilai PH dalam kurva tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor lingkungan, wadah air penampung dan faktor alat ukur. Akan tetapi pada suhu 31⁰C setelah menit ke-10, menunjukkan tren stabil dan relatif meningkat yang mana hal tersebut sama dengan suhu yang lainnya. Apabila ditinjau berdasarkan hasil percobaan filtrasi PH oleh reaktor F2 menunjukkan bahwa air baku pada suhu 31⁰C merupakan yang paling optimal. Dikarenakan pada suhu tersebut, derajat keasaman lebih terjaga pada nilai hampir mendekati 7 dan merupakan pH air minum dan air bersih. Oleh karena itu, dapat juga dipilih bahwa filtrasi pH oleh reaktor F2 pada suhu 31⁰C paling optimal, untuk selanjutnya variabel suhu tersebutlah yang akan dipilih untuk dilakukan pengujian laboratorium.

4.6.6. Pengujian Air sampel pada Laboratorium.

Pengujian air sampel ke laboratorium bertujuan untuk mengetahui kandungan zat, mineral, logam, partikel, dan bakteri yang terlarut didalam air. Air sampel yang akan diujikan berasal dari apparatus bersama dengan rangkaian *solar collector plate*, *recirculation reverse osmosis* dan *post treatment* menggunakan filter organik dan membran keramik. Air yang diujikan berasal dari pemilihan diantara perbandingan-perbandingan hasil filtrasi terhadap air hasil *reverse osmosis* pada variabel *post treatment* (F1, F2 dan F3) dan variabel apparatus atau rangkaian sistem (31⁰C, 36⁰C dan 40,3⁰C). Perbandingan telah dilakukan pada pembahasan sebelumnya. Didapatkan hasil filtrasi yang paling optimal adalah filtrasi menggunakan reaktor F2 (filter organik + membran keramik) pada variabel suhu apparatus 31⁰C. Perbandingan tersebut dilakukan dengan melakukan analisa pengamatan langsung menggunakan parameter analisa kandungan zat terlarut dalam air (TDS atau *Total Dissolved Solid*), derajat keasamaan air (pH atau *Power of Hydrogen*), dan kandungan garam mineral (salinitas).

Pengujian laboratorium tersebut juga perlu dilakukan karena hasil dari pengujian akan divalidasi sesuai dengan ketentuan standart air minum yang diisyaratkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Nomor. 492 Tahun 2010 tentang air minum. Mengingat tujuan dari variabel yang digunakan pada *post treatment* pada rangkaian sistem adalah menjadikan hasil filtrasi terhadap air hasil *reverse osmosis* menjadi air siap minum yang layak. Data pengujian laboratorium tersebut juga digunakan untuk mengecek dan memvalidasi kesesuaian dari peralatan yang digunakan dalam pengamatan langsung untuk mengetahui kandungan parameter-parameter yang digunakan. Pengujian air dilakukan di Laboratorium Badan Riset dan Standardisasi Industri Surabaya (BARISTAND). Sampel air hasil filtrasi yang optimal diambil sebanyak 5 liter. Dimasukkan dalam jerigen 5 liter. Pengujian air dilaboratorium dilakukan sesuai dengan permintaan yakni

menguji air sampel sesuai dengan parameter (wajib) yang ada di PERMENKES 492/2010. Sehingga dapat dilakukan validasi dan perbandingan data untuk hasilnya. Berikut merupakan hasil pengujian air sampel hasil dari filtrasi reaktor F2 pada suhu 31°C dalam rangkaian sistem.



BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA
**LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI
BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**



Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya 60244. Telp. (031) 99843670, Fax. (031) 8410480
<http://baristandsurabaya.kememperin.go.id>

LAPORAN HASIL UJI

No. 02960/20.LHU/2/VI/2020

Nomor Analisa : 2020P02960

Nama Pengirim : BRILLYAN DIMAS PANDU

Contoh : Air Minum

Alamat : Jl. Mulyosari Utara VI No. 22 Surabaya

Merk :

Diterima Tanggal : 03-Juni-2020

Catatan Sampel : 5 liter air limbah dalam jerigen

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Kadar Maksimum yg Diperbolehkan Permenkes : 492/MENKES/Per/IV/2010	Metode Uji
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan				
	a. Parameter Mikrobiologi				
1	E. Coli	CFU/100 mL	1x10 ⁴	< 2	MU-5.4-2.1-10 (Membrane Filter)
2	Total bakteri coliform	CFU/100 mL	1x10 ⁷	< 2	MU-5.4-2.1-10 (Membrane Filter)
	b. Kimia an-organik				
1	Arsen	mg/L	<0.003	0.01	SNI 06-6989.54 - 2005
2	Fluorida	mg/L	0.1	1.5	SNI 06 - 6989.29 - 2005
3	Total Kromium terlarut	mg/L	<0.001	0.05	SNI 6989.65 - 2009
4	Kadmium (Cd) tungku karbon	mg/L	<0.0002	0.003	SNI 06-6989.38 - 2005
5	Nitrit, (sebagai NO ₂ -)	mg/L	<0.011	3	SNI 06 - 6989.9 - 2004
6	Nitrat, (sebagai NO ₃ -)	mg/L	1.56	50	Spektrofotometri
7	Sianida (CN) ⁻	mg/L	<0.002	0.07	Cyanide Test 1.14417.0001 Merck
8	Selenium terlarut	mg/L	0.008	0.01	SNI 06 - 2475 - 1991
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan				
	a. Parameter Fisik				
1	Bau*	-	tidak berbau	Tidak berbau	-
2	Warna	Unit Pt Co	<2	15	SNI 6989.80-2011
3	Total zat padat terlarut	mg/L	202	500	SNI 06 - 6989.27 - 2005
4	Kekeruhan	NTU	0.33	5	MU-5.4-2.1-11 (Turbidimeter)
5	Rasa*	-	tidak berasa	tidak berasa	-
6	Suhu	°C	27.2	Suhu Udara + 3	SNI 06 - 6989.23 - 2005
	b. Parameter kimiawi				
1	Aluminium*	mg/L	0.04	0.2	Spektrofotometri
2	Besi terlarut	mg/L	0.009	0.3	SNI 6989.4 - 2009
3	Kesadahan	mg/L	36	500	SNI 06 - 6989.12 - 2004
4	Klorida	mg/L	73.6	250	SNI 06 - 6989.19 - 2004
5	Mangan terlarut	mg/L	<0.006	0.4	SNI 06-6989.42 - 2005
6	pH	-	6.63	6.5 - 8.5	SNI 06 - 6989.11 - 2004
7	Seng terlarut	mg/L	<0.031	3	SNI 6989.7 - 2009
8	Sulfat	mg/L	8.5	250	SNI 06 - 6989.20 - 2009
9	Tembaga	mg/L	<0.001	2	SNI 6989.66 - 2009
10	Amonia	mg/L	0.08	1.5	SNI 06-6989.30-2005
	Parameter Tambahan				
1	KIMIAWI				
	a. Bahan Anorganik				
1	Air Raksa	mg/L	0.0006	0.001	SNI 6989.78-2011
2	Nikel	mg/L	<0.02	0.07	SNI 6989.18 - 2009
3	Sodium*	mg/L	36.3	200	SNI 06 - 2428 - 1991
4	Timbal (Pb) tungku karbon	mg/L	<0.006	0.01	SNI 06-6989.46-2009
5	Boron	mg/L	2.68	0.5	SNI 354.2015 butir 3.22
6	Barium terlarut	mg/L	0.13	0.7	SNI 06-6989.40-2005
7	Antimom, Molybdenum dll (**)	mg/L	-	-	-
	b. Bahan Organik				
1	Zat Organik	mg/L	5.33	10	SNI 06 - 6989.22 - 2004
2	Detergen	mg/L	<0.035	0.05	SNI 06 - 6989.51 - 2005
2	Radioaktivitas *)		-	-	

Catatan :

- Parameter uji sesuai dengan permintaan
- pH diukur pada saat pengujian di laboratorium sehingga tidak dapat dibandingkan dengan baku mutu
- Tanda "<" menunjukkan nilai Limit Of Quantity dari pengujian
- Pengiriman contoh tidak dilengkapi dengan BAPC
- *) Parameter uji belum masuk ruang lingkup akreditasi
- **) Parameter tidak diuji

Surabaya, 23 Juni 2020
Laboratorium

Kimia dan Lingkungan

Digitally signed by
Ardhaningtyas Riza
Utami

Ardhaningtyas Riza Utami, ST, MT
NIP. 197808232005022001

Hal: 2 dari 2 (Page 2 of 2)

Perhatian:
Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas
Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya
Kode Dok : FM - 7.09.02.1/8

Gambar 4. 39. Hasil Pengujian air sampel laboratorium
Sumber : Badan Riset dan Standardisasi Industri Surabaya

Gambar diatas merupakan laporan hasil pengujian air sampel hasil filtrasi reaktor F2 pada suhu 31⁰C. Pengujian tersebut sesuai dengan parameter wajib yang terdapat pada PERMENKES 492/2010. Pengujian tersebut tidak melakukan uji pada parameter tambahan-tambahan lainnya seperti yang tertera pada peraturan. Laporan hasil uji tersebut secara resmi berasal dari Badan Riset dan Standardisasi Industri Surabaya (Baristand). Pada kolom yang disajikan pada gambar tersebut menyebutkan angka hasil dari pengujian terhadap parameter wajib dan kolom sebelahnya menunjukkan batasan parameter yang diisyaratkan oleh Permenkes 492/2010. Sebagian besar dari parameter yang diujikan menunjukkan hasil diterima sebagai air minum. Akan tetapi pada baris mikrobiologi yang terdiri dari bakteri *E.coli* dan bakteri koliform masih menunjukkan angka diatas baku mutu air minum sesuai dengan peraturan dengan nilai keduanya sama yaitu bernilai 1×10^3 CFU/100 ml. Berdasarkan Permenkes, nilai untuk kedua parameter mikrobiologi tersebut seharusnya tidak ada nilai atau sama dengan nol (0). Hasil pengujian menunjukkan angka yang berbeda. Sehingga berdasarkan laporan hasil uji pada air sampel yang merupakan hasil filtrasi apparatus pada suhu 31⁰C menunjukkan hasil masih belum memenuhi syarat sebagai air minum.

Hal tersebut tidak sesuai dengan hasil percobaan yang dilakukan oleh beberapa referensi yang digunakan. Berdasarkan penelitian oleh J.K Mwabi dkk, 2012. Menunjukkan bahwa membran keramik yang dilapisi oleh perak sebagai desinfektan mampu mengurangi hingga $> \log_{10} = 10^6$. Dengan efisiensi penurunan bakteri *E.coli* dan bakteri koliform dari air baku sebesar 100% pada pengujian sampelnya. Pada penelitian tersebut juga menggunakan *Silver-Impregnated Porous Pot (SIPP)* atau filter membran keramik yang pori-porinya disisipkan (dilapisi) oleh perak. Penelitian lain yang menyebutkan bahwa membran keramik oleh mampu menurunkan bakteri patogen termasuk bakteri *E.coli* adalah penelitian yang dilakukan oleh Fathoni Firmansyah, 2015. Menunjukkan filter membran keramik yang terbuat dari tanah liat memiliki efisiensi 100% dalam menyaring bakteri *E.coli* dari air baku penelitiannya. Hal serupa juga terdapat pada penelitian yang dilakukan oleh Y. Ciawi dkk, 2016. Pada penelitian tersebut juga menggunakan tanah liat sebagai bahan dasar dalam pembuatan membran keramik. Hasil pengujian filtrasi air baku menggunakan membran keramik buatan penelitian menunjukkan ada beberapa filter membran keramik yang mampu menyaring bakteri *E.coli* hingga menunjukkan angka 0 atau dengan efisiensi sebesar 100%. Akan tetapi pada beberapa filter membran keramik lain yang digunakan pada penelitian tersebut menunjukkan tidak sempurnanya proses filtrasi bakteri *E.coli* atau tidak memenuhi syarat dengan nilai bakteri *E.coli* tidak sama dengan nol. Pada jurnal penelitian tersebut juga menyebutkan beberapa penelitian terkait yang menggunakan membran keramik dalam filtrasi air baku, dan menunjukkan keberhasilan dalam mengurangi kandungan bakteri *E.coli* dan bakteri koliform. Bahkan pada penelitian Mahlangu et al. 2012 pada jurnal tersebut membran keramik

juga mampu mengurangi kandungan besi, magnesium, kalsium dan arsen. Pada teori penelitian Y.Ciawi dkk, 2016 menyebutkan bahwa perak koloid memiliki fungsi sebagai deaktifasi untuk bakteri. Dengan kata lain, sifat perak koloid mampu menyaring dan menurunkan nilai dari bakteri patogen.

Ketidaksesuaian hasil pengujian laboratorium di Baristand untuk air sampel reaktor F2 pada suhu 31⁰C disebabkan masih terdapatnya bakteri koliform dan bakteri E.coli pada laporan hasil uji laboratorium. Hasil pengujian juga tidak sesuai dengan beberapa referensi penelitian yang digunakan. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor pertama dapat disebabkan karena wadah filtrasi tidak higienis atau terbebas dari bakteri. Faktor selanjutnya disebabkan oleh wadah yang digunakan pada saat menampung dan membawa air sampel hasil penelitian menuju ke laboratorium. Berdasarkan referensi, wadah yang digunakan agar air minum tetap steril dari bakteri juga membutuhkan wadah yang steril. Wadah tersebut dapat didiamkan selama 24 jam oleh sinar ultraviolet untuk membunuh bakteri yang menempel pada wadah tersebut. Faktor lainnya, dapat disebabkan terlalu tingginya kandungan bakteri pada air baku. Berdasarkan penelitian oleh Van Halem, dkk dalam jurnal J.K mwabi dkk, 2012 menunjukkan bahwa membran keramik yang disisipi oleh perak koloid mampu menyaring bakteri dengan kandungan bakteri tertinggi $7\log_{10} = 10^7$. Sementara itu, hasil penelitian tersebut juga menunjukkan penurunan konsentrasi perak akibat dari proses filtrasi terhadap bakteri. Dalam artian, konsentrasi perak koloid akan menurun seiring dengan berjalannya proses filtrasi. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi dari perak koloid menjadi menurun ketika dilakukan proses filtrasi dengan volume total 320 L. Dan tidak memenuhi dari standar WHO.

Ditinjau dari parameter lain yang bukan merupakan parameter mikrobiologi Permenkes 492/2010, keseluruhannya menunjukkan hasil memenuhi syarat. Parameter TDS air sampel yang rata-rata didapatkan pada saat pengamatan langsung reaktor F2 pada suhu 31⁰C sebesar 239 ppm. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan hasil yang lebih optimal yakni 202 ppm. Parameter PH pada saat pengamatan langsung menunjukkan nilai derajat keasaman berkisar 7,5 dan pada pengujian laboratorium memiliki nilai 6,63 yang mana nilai tersebut juga mendekati dari pH air murni yaitu 7. Sedangkan parameter lain seperti mineral Fe (besi), Mangan (Mn), Timbal (Pb), Amonia (NH₃), Tembaga (Cu), Sulfat (SO₄), Cl (klorida) termasuk kategori memenuhi syarat dari Permenkes. Parameter tersebut merupakan logam organik yang terlarut dalam air yang mampu difiltrasi oleh bahan organik yang digunakan seperti karbon aktif mampu mengurangi kandungan Fe, Mn dan Pb. Manganese zeolit mampu berperan sebagai penukar ion yang sehingga dapat menjerap mineral beda muatan seperti Cl, SO₄, Mn, NH₃, dan Cu. Sehingga nilai dari mineral-mineral tersebut berdasarkan hasil uji laboratorium menunjukkan hasil yang optimal. Menunjukkan nilai yang sangat jauh dibawah baku mutu air minum. Dan menyebabkan kandungan organik air sampel diterima.

4.7. Analisa Pengaruh Reaktor Terhadap Reduksi Garam Mineral (Salinitas).

Air baku yang digunakan pada *post treatment* dari rangkaian sistem merupakan air payau yang diolah terlebih dahulu melalui membran *reverse osmosis* dengan metode *recirculation*. Sehingga, air yang diproses pada *post treatment* sudah dapat dikatakan air tawar tetapi belum tentu bersih (memenuhi persyaratan dari PERMENKES). Dikarenakan garam-garam mineral penyebab salinitas pada air payau telah dipisahkan oleh membran semipermeabel dan dibuang melalui jalur *brine/reject*. Pada analisa yang dilakukan pada pembahasan kali ini sedikit berbeda dengan sebelumnya. Perihal analisisnya tetap sama yakni analisa terhadap salinitas (kandungan garam mineral terlarut). Perbedaan dengan metode sebelumnya yakni terletak pada komposisi atau kandungan dari air bakunya. Air baku yang diolah pada pembahasan kali ini menggunakan air payau. Bukan air tawar hasil desalinasi *reverse osmosis* seperti sebelumnya.

Air payau tentunya memiliki nilai persentase untuk kadar salinitas. Dengan demikian, dapat dilakukan analisa terkait dengan pengaruh adanya reaktor *post treatment* dalam melakukan reduksi atau mengurangi kadar salinitas dalam air payau. Mengingat, reaktor-reaktor filter yang digunakan memiliki beberapa bahan penyusun organik, baik reaktor organik maupun membran keramik. Sedangkan untuk variabel yang digunakan dalam hal analisa pengaruh reaktor dalam filtrasi salinitas air payau sama metodenya dengan variabel pengamatan pada *post treatment*. Variabel yang digunakan yakni menggunakan reaktor F1, F2 dan F3 untuk melihat tingkat filtrasi yang optimal serta memiliki pengaruh dalam menurunkan salinitas air payau. Sedangkan parameter pengamatan langsung juga sama dengan metode sebelumnya yaitu melakukan pengamatan secara langsung terhadap TDS, pH dan salinitas.

Pengamatan langsung diukur pada air sebelum dilakukan proses filtrasi dan pengukuran pada air setelah melalui filtrasi. Suhu air yang digunakan dalam pengamatan menggunakan suhu air normal ($\pm 31^{\circ}\text{C}$). Waktu yang digunakan untuk pengukuran air sampel yaitu selama 60 menit. Pengambilan air sampel untuk pengamatan langsung setiap interval 5 menit. Tidak menggunakan variabel suhu seperti pada rangkaian sistem sebelumnya. Dikarenakan analisa ini hanya dilakukan pada *post treatment* (reaktor) saja. Berikut merupakan tahapan dan hasil pengaruh proses filtrasi dari variabel reaktor terhadap salinitas air payau.

Formula yang digunakan dalam tabel analisa filtrasi adalah sebagai berikut :

$$\text{Salt reject (\%)} = \frac{(\text{Sa} - \text{Sp})}{\text{Sa}} \times 100\%. \quad (4.10)$$

Keterangan : Sa = Salinitas air baku.

Sp = TDS permeate (hasil Filtrasi).

4.7.1. Pembuatan Air Payau.

Air payau yang digunakan sebagai air baku proses *treatment* pada reaktor merupakan air payau sintetis atau buatan. Seperti pada air baku yang diolah dan didesalinasi pada *reverse osmosis system*. Akan tetapi terdapat

perbedaan pada konsentrasi dan persentase kandungan garam mineral (salinitasnya). Pada analisa salinitas kali ini, kandungan garam (salinitas) dari air baku akan dibuat lebih tinggi dari air baku yang digunakan oleh *reverse osmosis*. Tetapi persentase air payau buatan yang digunakan dalam hal tersebut masih dalam kategori air payau (0,05 - 3,00 % salinitas) berdasar dari data penelitian Fatoni, Muryani and Nugraha,2018.

Hal tersebut dimaksudkan untuk mengamati pengurangan (reduksi) atau rejeksi reaktor filter terhadap nilai salinitas air payau. Dikarenakan berdasarkan percobaan sebelumnya telah didapatkan hasil, apabila menggunakan nilai salinitas rendah, maka akan susah untuk mengamati dan analisa perubahan nilai dan pengaruh akibat dari proses filtrasi variabel reaktor *post treatment*. Berikut merupakan rangkuman dari rangkaian proses pembuatan air payau sintesis (buatan).

Kebutuhan air tawar = 60 L.

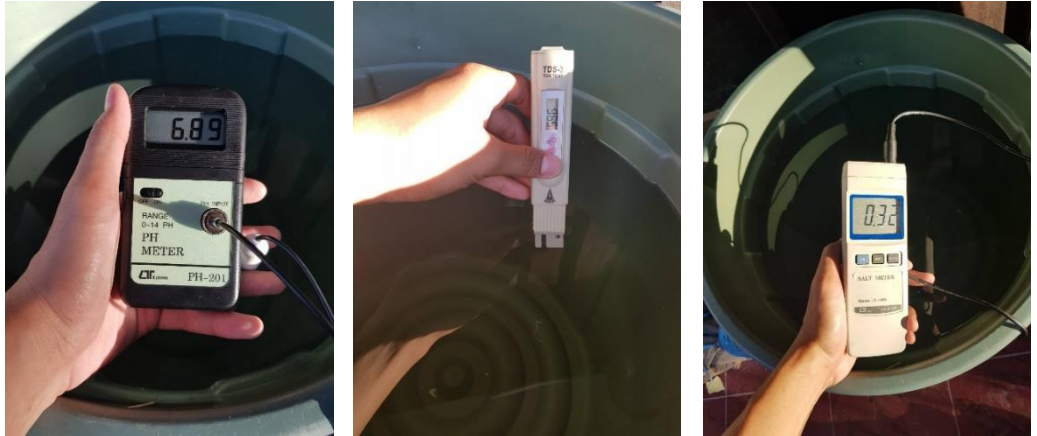
Garam mineral (ASW) = 2 x 180 gram.



Gambar 4. 40. Berat garam mineral (laut).

Sumber : Dokumen Pribadi.

Kemudian air tawar dan garam mineral (laut) tersebut diaduk. Hingga seluruh garam mineral tercampur rata dan tidak terlihat oleh mata. Setelah air dan garam tercampur, dilakukan pengecekan terhadap kandungan garam (salinitas) awal untuk air bakunya. Pengamatan terhadap air baku awal atau sebelum melalui proses filtrasi reaktor juga mengukur nilai TDS dan pH dari air baku. Berikut merupakan hasil pengukuran air baku.



Gambar 4. 41. Hasil Pengukuran Awal Air Payau Buatan.
Sumber : Dokumen Pribadi.

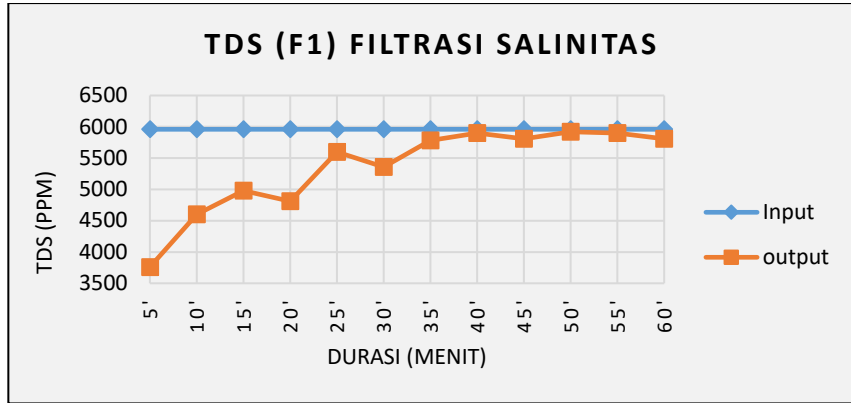
Didapatkan nilai pengukuran awal :

TDS = 5960 ppm.
pH = 6,89.
Salinitas = 0,32.

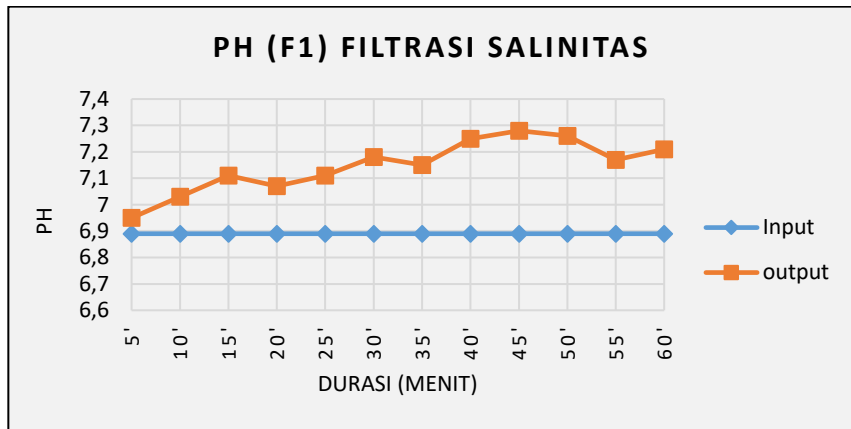
4.7.2. Analisa Pengaruh Reaktor F1 Terhadap Reduksi Salinitas.

Tabel 4. 19. Hasil Pengaruh Reaktor F1 Pada Salinitas Air Payau.
Sumber : Dokumen Pribadi.

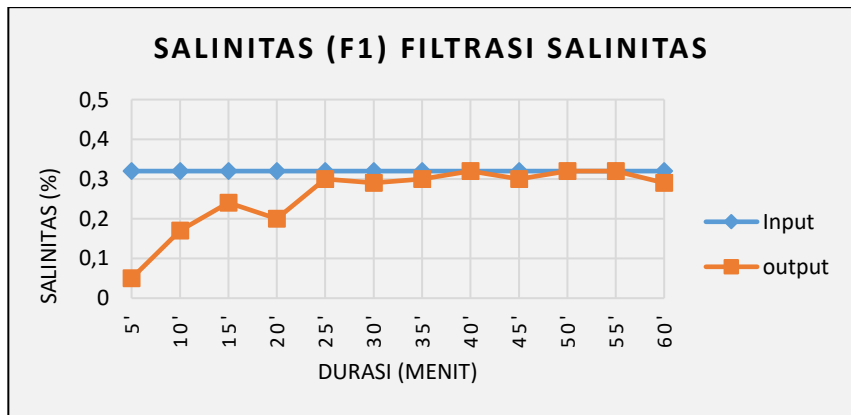
Durasi	Sebelum Filtrasi			Setelah Filtrasi			filtrat TDS	Eff. TDS (%)	Salt reject (%)
	TDS	PH	Salinitas	TDS	PH	Salinitas			
5'	5960	6,89	0,32	3760	6,95	0,05	2200	36,91	84,38
10'	5960	6,89	0,32	4600	7,03	0,17	1360	22,82	46,88
15'	5960	6,89	0,32	4980	7,11	0,24	980	16,44	25,00
20'	5960	6,89	0,32	4810	7,07	0,20	1150	19,30	37,50
25'	5960	6,89	0,32	5600	7,11	0,30	360	6,04	6,25
30'	5960	6,89	0,32	5360	7,18	0,29	600	10,07	9,38
35'	5960	6,89	0,32	5780	7,15	0,30	180	3,02	6,25
40'	5960	6,89	0,32	5900	7,25	0,32	60	1,01	0,00
45'	5960	6,89	0,32	5810	7,28	0,30	150	2,52	6,25
50'	5960	6,89	0,32	5920	7,26	0,32	40	0,67	0,00
55'	5960	6,89	0,32	5900	7,17	0,32	60	1,01	0,00
60'	5960	6,89	0,32	5810	7,21	0,29	150	2,52	9,38



Gambar 4. 42. Grafik Pengaruh Reaktor F1 pada TDS Air Payau.
 Sumber : Dokumen Pribadi.



Gambar 4. 43. Grafik Pengaruh Reaktor F1 pada PH Air Payau.
 Sumber : Dokumen Pribadi.



Gambar 4. 44. Grafik Pengaruh Reaktor F1 pada Salinitas Air Payau.
 Sumber : Dokumen Pribadi.

Berdasarkan data hasil percobaan filtrasi oleh reaktor 1 (filter organik) menunjukkan hasil adanya pengaruh filter dalam mereduksi salinitas air payau. Hal tersebut terbukti didata hasil percobaan pada menit-menit awal. Persentase *salt reject* paling tinggi terjadi pada menit ke-5 dengan nilai 84,34%. Kemudian pada menit selanjutnya pengaruh filter terhadap salinitas semakin berkurang namun terbilang fluktuatif. Hingga pada menit ke-40 hampir tidak ada perubahan untuk salinitas air produk. Tetapi hal berbeda pada menit ke-60 nilai flutuatif menunjukkan adanya pengaruh filtrasi terhadap salinitas hingga mencapai 9,38%. Padahal pada menit ke-55 (sebelumnya) tidak ada pengurangan nilai salinitas. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Laily Noer dan Ardhana (2018) juga menunjukkan adanya pengurangan nilai dari salinitas setelah air payau sebagai air bakunya dilewatkan filter dengan bahan penyusun organik. Meskipun pengurangan nilai salinitas tidak terlalu besar dalam penelitian sebelumnya. Hal tersebut sesuai dengan hasil yang didapatkan pada hasil eksperimen yang menunjukkan adanya pengaruh pengurangan daripada filter dengan penyusun bahan organik.

Pengurangan (reduksi) kadar salinitas pada air payau dapat terjadi dikarenakan, filtrasi menggunakan bahan organik yang bersifat menyerap partikel dan mineral untuk masuk kedalam pori-porinya. Bahan organik manganese zeolite berdasarkan penelitian oleh Astuti,dkk. 2007, menunjukkan bahwa bahan organik zeolite dapat menurunkan salinitas air payau. Bahan zeolite dapat menjadi resin anion dan kation dalam mengikat kandungan garam terlarut dalam air misal mineral Ca, Mg, dan Na. Sehingga tidak menutup kemungkinan apabila partikel atau kandungan mineral yang terlarut didalam air merupakan garam mineral yang menyebabkan menurunnya kadar salinitas pada air hasil (produk). Sedangkan nilai efisiensi tinggi pada menit-menit awal dapat terjadi dikarenakan sebelum melakukan *running* filtrasi, F1 (filter organik) dilakukan pembersihan dengan cara backwash. Sehingga partikel atau mineral terlarut air yang sebelumnya terjepit didalam bahan organik dapat terlepas kearah sebaliknya filter. Dengan demikian bahan organik mampu melakukan filtrasi kandungan terlarut dengan optimal.

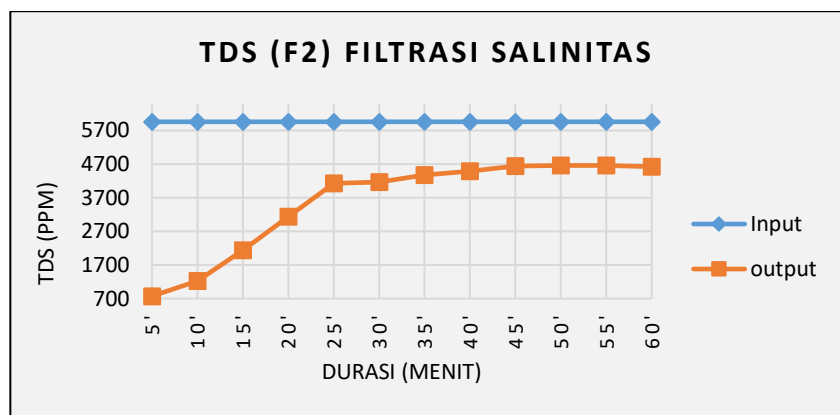
4.7.3. Analisa Pengaruh Reaktor F2 Terhadap Reduksi Salinitas.

Tabel 4. 20. Hasil Pengaruh Reaktor F2 Pada Salinitas Air Payau.

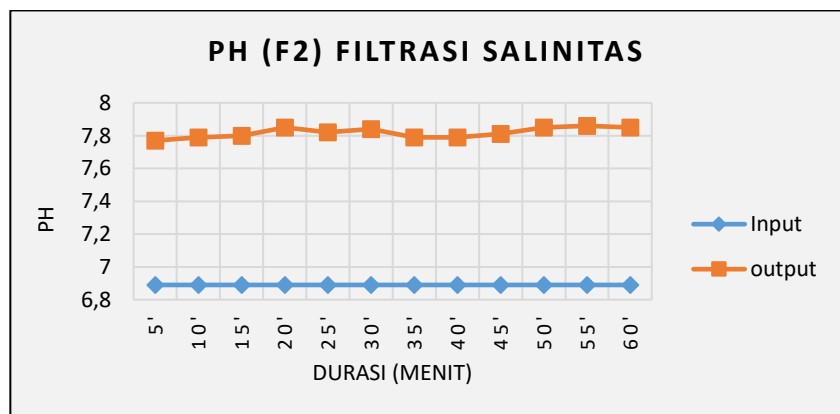
Sumber : Dokumen Pribadi.

Du-rasi	Sebelum Filtrasi			Hasil Reaktor F1			Setelah Filtrasi			filtrat TDS	Eff. TDS (%)	Salt Reject %
	TDS	PH	Salinitas	TDS	PH	Salinitas	TDS	PH	Salinitas			
5'	5960	6,89	0,32	4900	7,29	0,19	773	7,77	0,0	5187	87,03	100,00
10'	5960	6,89	0,32	4900	7,29	0,19	1230	7,79	0,0	4730	79,36	100,00
15'	5960	6,89	0,32	4900	7,29	0,19	2140	7,80	0,0	3820	64,09	100,00

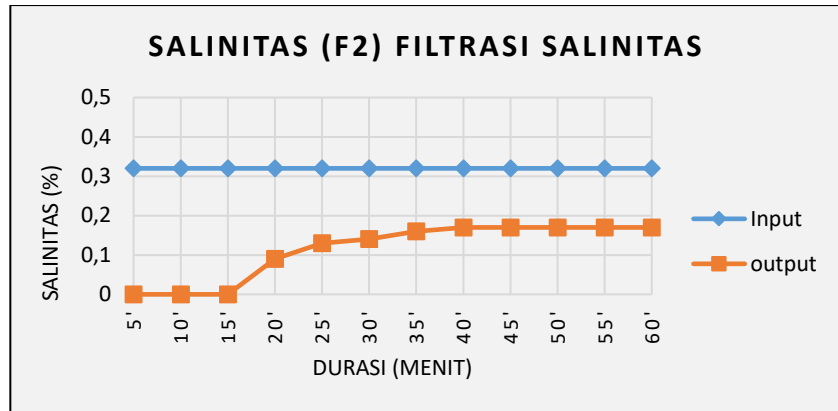
20'	5960	6,89	0,32	4900	7,29	0,19	3140	7,85	0,09	2820	47,32	71,88
25'	5960	6,89	0,32	4900	7,29	0,19	4130	7,82	0,13	1830	30,70	59,38
30'	5960	6,89	0,32	4900	7,29	0,19	4170	7,84	0,14	1790	30,03	56,25
35'	5960	6,89	0,32	4900	7,29	0,19	4380	7,79	0,16	1580	26,51	50,00
40'	5960	6,89	0,32	4900	7,29	0,19	4490	7,79	0,17	1470	24,66	46,88
45'	5960	6,89	0,32	4900	7,29	0,19	4640	7,81	0,17	1320	22,15	46,88
50'	5960	6,89	0,32	4900	7,29	0,19	4660	7,85	0,17	1300	21,81	46,88
55'	5960	6,89	0,32	4900	7,29	0,19	4660	7,86	0,17	1300	21,81	46,88
60'	5960	6,89	0,32	4900	7,29	0,19	4620	7,85	0,17	1340	22,48	46,88



Gambar 4. 45. Grafik Pengaruh Reaktor F2 pada TDS Air Payau.
 Sumber : Dokumen Pribadi.



Gambar 4. 46. Grafik Pengaruh Reaktor F2 pada PH Air Payau.
 Sumber : Dokumen Pribadi.



Gambar 4. 47 Grafik Pengaruh Reaktor F2 pada Salinitas Air Payau.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Berdasarkan hasil pengamatan yang disajikan pada tabel dan grafik menunjukkan bahwa variabel *post treatment* F2 memiliki pengaruh terhadap salinitas. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan efisiensi filtrasi salinitas pada 15 menit awal F2 yakni mencapai angka 100%. Dalam artian mampu dikurangi kandungan garam terlarutnya. Sedangkan pada menit-menit berikutnya seiring berjalannya waktu kemampuan filtrasi tersebut menjadi berkurang. Hingga tercatat pada menit ke-60 efisiensi reduksi salinitas hanya mencapai nilai 46,88%. Nilai efisiensi reduksi salinitas mampu berbeda jauh dengan nilai reduksi salinitas oleh F1. Hal tersebut dikarenakan faktor pertama, reaktor F2 menggunakan air baku hasil dari filtrasi F1 (reaktor organik). Sehingga air yang akan diolah memiliki kandungan terlarut yang sedikit rendah. Seperti yang disajikan pada pembahasan sebelumnya terkait kemampuan reaktor organik dalam melakukan filtrasi terhadap kandungan terlarut dan garam mineral pada menit awal.

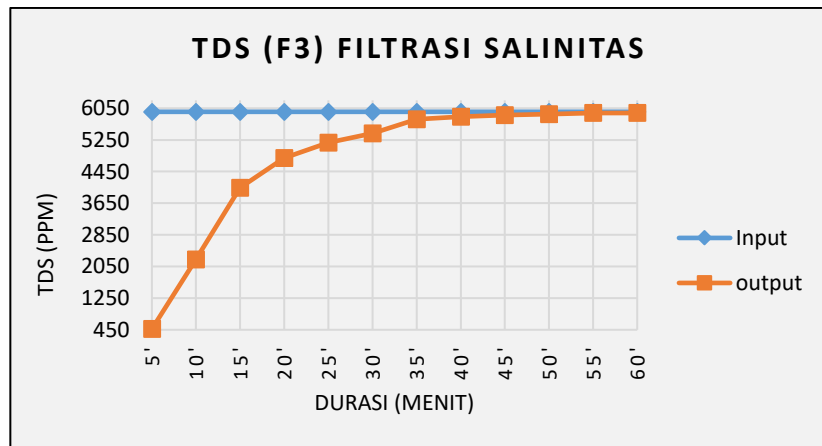
Faktor selanjutnya yakni terkait kemampuan dari membran keramik. Jika air baku melalui filter organik hanya mampu berkurang 80an persen pada pembahasan sebelumnya, maka proses filtrasi dilanjutkan dengan mengurangi kandungan terlarut oleh membran keramik. Termasuk dalam kategori ultrafiltrasi dengan besar pori-pori filtrasinya adalah sekitar 0,01 – 0,1 μm . Membran keramik memiliki karakteristik menyaring kandungan mineral terlarut. Dengan besar pori tersebut, tidak menutup kemungkinan apabila kandungan mineral termasuk garam mineral mampu tersaring oleh membran keramik dengan tingkat efisiensi filtrasi pada menit awal hingga mencapai 100%. Kemudian pengurangan kemampuan filtrasi F2 yang ditunjukkan melalui tren naik dari grafik, dapat disebabkan karena pada pori-pori membran ataupun filter organik telah terjadi penumpukan mineral atau partikel terlarut. Sehingga diperlukan pencucian atau pembersihan ulang dengan menggunakan kandungan terlarut yang rendah. Hasil dari

pencucian dapat terlihat pada menit-menit awal proses filtrasi. Efisiensi akan meningkat.

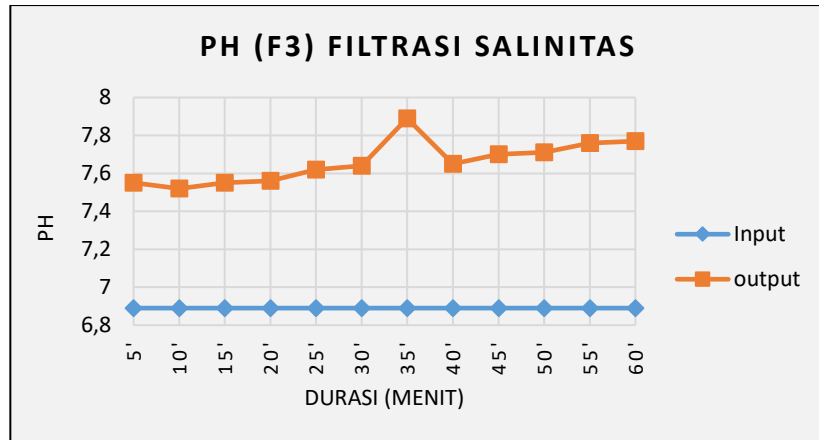
4.7.4. Analisa Pengaruh Reaktor F3 Terhadap Reduksi Salinitas.

Tabel 4. 21. Hasil Pengaruh Reaktor F3 Pada Salinitas Air Payau.
Sumber : Dokumen Pribadi.

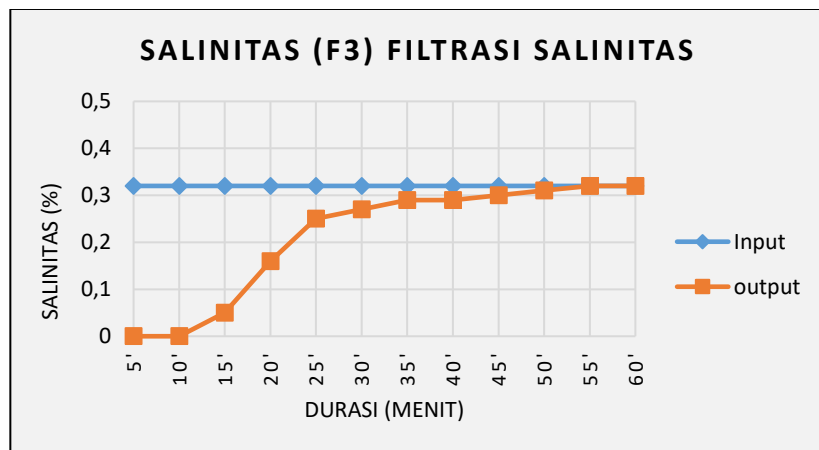
Durasi	Sebelum Filtrasi			Setelah Filtrasi			filtrat TDS	Eff. TDS (%)	Salt Reject (%)
	TDS	PH	Salinitas	TDS	PH	Salinitas			
5'	5960	6,89	0,32	470	7,55	0,00	5490	92,11	100,00
10'	5960	6,89	0,32	2230	7,52	0,00	3730	62,58	100,00
15'	5960	6,89	0,32	4040	7,55	0,05	1920	32,21	84,38
20'	5960	6,89	0,32	4790	7,56	0,16	1170	19,63	50,00
25'	5960	6,89	0,32	5180	7,62	0,25	780	13,09	21,88
30'	5960	6,89	0,32	5420	7,64	0,27	540	9,06	15,63
35'	5960	6,89	0,32	5770	7,89	0,29	190	3,2	9,38
40'	5960	6,89	0,32	5840	7,65	0,29	120	2,01	9,38
45'	5960	6,89	0,32	5880	7,70	0,30	80	1,34	6,25
50'	5960	6,89	0,32	5900	7,71	0,31	60	1,01	3,13
55'	5960	6,89	0,32	5930	7,76	0,32	30	0,50	0,00
60'	5960	6,89	0,32	5930	7,77	0,32	30	0,50	0,00



Gambar 4. 48. Grafik Pengaruh Reaktor F3 pada TDS Air Payau.
Sumber : Dokumen Pribadi.



Gambar 4. 49. Grafik Pengaruh Reaktor F3 pada PH Air Payau.
Sumber : Dokumen Pribadi.



Gambar 4. 50. Grafik Pengaruh Reaktor F2 pada Salinitas Air Payau.
Sumber : Dokumen Pribadi.

Meninjau dari tabel dan grafik yang telah disajikan tersebut, terdapat adanya pengaruh penurunan nilai dari filtrasi reaktor F3 (membran keramik) terhadap salinitas air baku. Pada beberapa menit awal waktu pengambilan sampel, efisiensi nilai rejeksi salinitas air baku mencapai nilai sempurna (100%). Dengan nilai TDS pada menit ke-5 adalah 470. Yang mana nilai tersebut termasuk dalam air bersih pada PERMENKES dari air baku yang memiliki nilai TDS tinggi yakni 5960. Pada menit-menit berikutnya seiring berjalannya waktu kemampuan filtrasi tersebut menjadi berkurang. Hingga tercatat pada menit ke-50 keatas tidak terdapat pengaruh filtrasi dalam mengurangi kandungan garam mineral (salinitas). Penyusun daripada membran keramik merupakan bahan organik yakni tanah liat dan terdapat

karbon aktif didalam membran keramik. Pengurangan nilai salinitas air payau tidak terlepas dari karakteristik filtrasi oleh membran.

Karakteristik filtrasi dari membran keramik adalah menyaring kandungan terlarut. Penyaringan tersebut dilakukan membran keramik melalui pori-porinya. Besar pori membran keramik berkisar 0,01 – 0,1 μm . Melalui besar pori yang terbilang sangat mikro, tidak menutup kemungkinan apabila garam mineral yang terdapat pada air payau tersaring oleh pori membran. Sehingga sangat besar nilai efisiensi dalam reduksi garam mineral pada air produk. Dikarenakan garam mineral juga termasuk kandungan terlarut didalam air. Sedangkan, pengurangan kemampuan filtrasi oleh membran keramik dapat disebabkan karena terjadinya penumpukan partikel terlarut pada pori-pori membran keramik. Oleh karena itu untuk memulihkan kembali agar hasil filtrasinya lebih baik, diperlukan proses pembersihan ulang membran dengan menggunakan air dengan tingkat kandungan terlarut sedikit (aquades). Serta menggosok bagian luar daripada membran keramik. Bagian luar membran keramik juga mampu tertutupi oleh partikel besar dalam air.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian tugas akhir menimbang data hasil dari beberapa percobaan yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. a. Reaktor Filter organik dan membran keramik memiliki pengaruh dalam pengamatan langsung terkait penurunan jumlah kandungan terlarut air (TDS) dan peningkatan nilai PH air baku hasil dari *reverse osmosis*. Efisiensi variabel reaktor *post treatment* dalam filtrasi TDS adalah sebagai berikut, Reaktor F1 memiliki efisiensi sebesar 12,16%, reaktor F2 efisiensi sebesar 8,56% dan reaktor F3 memiliki efisiensi sebesar 4,5%. Sedangkan nilai pH, keseluruhan variabel reaktor mampu meningkatkan hingga berada diatas angka 7-7,5.
b. Hasil Pengamatan langsung terhadap TDS dan PH oleh hasil filtrasi variabel *post treatment* seluruhnya sesuai dengan baku mutu air minum dalam Permenkes 492/2010.
2. a. Air sampel apparatus yang diujikan pada laboratorium yaitu air sampel dengan hasil optimal hasil dari filtrasi reaktor F2 pada suhu 31⁰C, merupakan air yang optimal terhadap nilai TDS dan PH jika dibandingkan dengan hasil filtrasi oleh variabel pada suhu 35⁰C dan 40⁰C serta pada variabel reaktor F1 dan F3. Air baku filtrasi berasal dari apparatus (rangkaian) sistem dengan menggunakan *solar collector plate* dan *recirculation reverse osmosis system*.
b. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan hasil bahwa air sampel olahan dari *post treatment* masih belum masuk dalam baku mutu air minum Permenkes 492/2010 dikarenakan masih terdapat kandungan bakteri E.coli dan bakteri koliform dengan nilai 1 x 10³ CFU/100ml. Sedangkan parameter lainnya sudah diterima menurut baku mutu air minum.
3. Variabel *post treatment* yakni reaktor F1, F2, dan F3 memiliki kemampuan dalam rejeki garam mineral pada air payau dengan efisiensi pada reaktor F1 84%, reaktor F2 sebesar 100% dan reaktor F3 sebesar 100%. Nilai tersebut didapatkan pada menit-menit awal proses filtrasi air payau oleh reaktor.

5.2. Saran.

Saran yang dapat disampaikan untuk peneliti selanjutnya yang berkeinginan melanjutkan atau mengembangkan penelitian serupa dengan tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan wadah yang steril ketika hendak menyerahkan air sampel hasil penelitian untuk diujikan ke laboratorium.
2. Melakukan komparasi atau perbandingan hasil dari filtrasi membran keramik dengan sinar ultraviolet menggunakan metode optimasi pemilihan.
3. Melakukan pengamatan atau penelitian langsung terhadap media filter dengan durasi yang lebih lama untuk mengetahui kurva optimal dari hasil filtrasi bahan organik.
4. Menggunakan air laut sebagai air baku untuk *reverse osmosis*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulloh, S. H. (2015) 'Desalinasi Air dengan Memanfaatkan Energi Terbarukan Desalinasi Air dengan Memanfaatkan Energi Terbarukan', *Pengolahan Air dengan Menggunakan Energi Terbarukan*, pp. 1–8.
- Agustina, I. (2016) *PENGARUH KOAGULAN TERHADAP PERUBAHAN KARAKTERISTIK AIR PAYAU DENGAN PROSES FILTRASI DUAL FILTER MEDIA DAN MEMBRAN REVERSE OSMOSIS*. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Ali, M. (2010) *Peran Proses Desinfeksi dalam Upaya Peningkatan Kualitas Produk Air Bersih*. I. Edited by W. Hadi and P. E. Sasongko. Surabaya: UPN Press.
- Ariyanti, D. and Widiassa, I. N. (2011) 'Aplikasi Teknologi Reverse Osmosis Untuk Pemurnian Air Skala Rumah Tangga', *Teknik*, 32(3), pp. 193–198.
- Astuti, W., Jamali, A. and Amin, M. (2006) 'Desalinasi Air Payau Menggunakan Surfactant Modified Zeolite', in *Pemakalah Seminar Nasional dan Temu Bisnis Zeolit V*. Bandar Lampung: Ikatan Zeolit Indonesia Cabang Lampung.
- Astuti, W., Jamali, A. and Amin, M. (2007) 'Desalinasi Air Payau Menggunakan Surfactant Modified Zeolite (SMZ)', *Jurnal Zeolit Indonesia*, 6(1).
- Badan Standardisasi Nasional (2002) 'Penyusunan neraca sumber daya – Bagian 1: Sumber daya air spasial', *Sni 19-6728.1-2002*, ICS 13.060, p. 10.
- Cahyonugroho, O. H. (2005) 'Pengaruh Intensitas Sinar Ultraviolet dan Pengadukan Terhadap Reduksi Jumlah Bakteri E.coli', *Teknik Lingkungan*, 2(1), pp. 18–23.
- Ciawi, Y., Salain, I. M. A. K. and Tubuh, I. K. D. K. (2016) *Pembuatan Filter Keramik Untuk Air Bersih*. Bali.
- Davison, A. *et al.* (2005) 'Water Safety Plans Managing drinking-water quality from catchment to consumer'. Geneva Switzerland: World Health Organization, pp. 82–85.
- Destrina, Z. (2015) *Prototype Alat Pengolahan Air Laut Menjadi Air Minum (Pengaruh Variasi Koagulan dan Packing Filter Terhadap Kualitas Air Dengan Analisa TDS, DO, Salinitas dan Kandungan Logam Mg²⁺ dan Ca²⁺)*, *Foreign Affairs*. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Dewi, A. S. (2015) *"TWO PHASE FLOW IN MEMBRANE PROCESSES: A TECHNOLOGY WITH A FUTURE" Tenaga Pendorong, Jenis Membran yang Dipakai, dan Contoh aplikasinya di bidang Teknik Biosistem*. Malang.
- Fatoni, M., Muryani, C. and Nugraha, S. (2018) 'STUDI AGIHAN SALINITAS AIRTANAH DANGKAL DI KECAMATAN PURING KABUPATEN KEBUMEN TAHUN 2016', *Jurnal GeoEco*, 4(1), pp. 77–87.
- Firmansyah, F. (2015) *Kajian Efektivitas Pengolahan Air Minum Menggunakan Campuran Lempung dan Andisol Untuk Menjerap Logam Berat Kadmium (Cd)*

dan Bakteri Patogen. Universitas Sebelas Maret.

- Greenlee, L. F. *et al.* (2009) 'Reverse osmosis desalination: Water sources, technology, and today's challenges', *Water Research*. Elsevier Ltd, 43(9), pp. 2317–2348.
- Hidayah, N., Muris and Subaer (2015) 'Studi tentang pemanfaatan karbon aktif tempurung kelapa pada proses desalinasi air laut dengan teknik reverse osmosis', (April), pp. 93–97.
- Hidayat, R. R. (2011) *Rancang Bangun Alat Pemisah Garam dan Air Tawar Menggunakan Energi Matahari*, Skripsi.
- Howard, G. and Bartram, J. (2003) *Domestic Water Quantity, Service, Level and Health*, World Health Organization. Geneva Switzerland: World Health Organization.
- Kasam, Siswoyo, E. and Agustina, R. A. (2009) 'Penggunaan Membran Keramik Untuk Menurunkan Bakteri E. Coli Dan Total Suspended Solid (TSS) Pada Air Permukaan', *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 1(1), pp. 77–85. doi: 10.20885/jstl.vol1.iss1.art5.
- Kementrian Kesehatan RI (2014) 'Pedoman PGSKesehatan', *Pedoman Gizi Seimbang*, pp. 1–99.
- L. N. Hamidah and A. Rahmayanti, "Pemanfaatan Zeolit dan Karbon Aktif dalam Menurunkan Jumlah Bakteri pada Filter Pengolah Air Payau," *Conf. Proceeding Waste Treat. Technol.*, no. 2623, pp. 113–118, 2016.
- Masthura and P, Z. (2018) 'Karakterisasi Mikrostruktur Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Kayu Bakau', *Journal of islamic science and technology*, 4(1), pp. 45–54.
- Mugiyantoro, A. *et al.* (2017) 'Penggunaan Bahan Alam Zeolit, Pasir Silika, Dan Arang Aktif Dengan Kombinasi Teknik Shower Dalam Filterisasi Fe, Mn, Dan Mg Pada Air Tanah Di Upn "Veteran" Yogyakarta', in *Seminar Nasional Kebumihan ke-10*. Yogyakarta, pp. 1127–1137.
- Mwabi, J. K., Mamba, B. B. and Momba, M. N. B. (2012) 'Removal of escherichia coli and faecal coliforms from surface water and groundwater by household water treatment devices/systems: A sustainable solution for improving water quality in rural communities of the southern african development community region', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 9(1), pp. 139–170. doi: 10.3390/ijerph9010139.
- Napitupulu, E. H. R. (2008) *OPTIMALISASI PENGOLAHAN AIR PAYAU MENJADI AIR BERSIH DENGAN METODA KOMBINASI ELEKTROKOAGULASI DAN ADSORPSI MENGGUNAKAN KARBOSIL*. Universitas Lampung.
- Navratinova, S., Nurjazuli and Tri Joko (2019) 'HUBUNGAN DESINFEKSI SINAR ULTRAVIOLET (UV) DENGAN KUALITAS BAKTERIOLOGIS AIR MINUM PADA DEPOT AIR MINUM ISI ULANG (DAMIU) (Studi di Kecamatan Pontianak Selatan Kota Pontianak)', *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*,

7(1), pp. 412–420.

- Nesbitt, B. (2007) *Handbook of Valves and Actuators*. First. Edited by B. Nesbitt. Great Britain: Elsevier in association with Roles & Associates Ltd.
- Nugroho, A. (2004) ‘Uraian Umum tentang Teknologi Desalinasi’, *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 6(2), pp. 65–75.
- Prihasto, N., Liu, Q. F. and Kim, S. H. (2009) ‘Pre-treatment strategies for seawater desalination by reverse osmosis system’, *Desalination*. Elsevier B.V., 249(1), pp. 308–316. doi: 10.1016/j.desal.2008.09.010.
- Redjeki, S. (2011) *Proses Desalinasi Dengan Membran*. Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DP2M) Departemen Pendidikan Nasional.
- Risdianto, D. (2007) *Optimisasi Proses Koagulasi Flokulasi untuk Pengolahan Air Limbah Industri Jamu (Studi Kasus PT. Sido Muncul)*, Universitas Diponegoro. Universitas Diponegoro.
- Roza, M., Gusnedi and Ratnawulan (2013) ‘Kajian Sifat Konduktansi Membran Kitosan Pada Berbagai Variasi Waktu Perendaman Dalam Larutan Pb’, *Pillar of Physics*, 1, pp. 60–67.
- Said, N. I. (2003) ‘Aplikasi Teknologi Osmosis Balik Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Minum’, *J.Tek.Ling. P3TL-BPPT*, 4(2), pp. 16–35.
- Said, N. I. (2009) ‘Uji Kinerja Pengolahan Air Siap Minum Dengan Proses Biofiltrasi , Ultrafiltrasi Dan Reverse Osmosis (Ro) Dengan Air Baku Air Sungai’, *JAI*, 5(2), pp. 144–161.
- Santoso, B. I. *et al.* (2011) ‘Air Bagi Kesehatan’, *Centra Communication*. Centra Communication, p. 94.
- Susanto, R. (2008) *Optimasi Koagulasi-Flokulasi Dan Analisis Kualitas Air Pada Industri Semen*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Wahyuni, S., Siswanto and Akbar, G. (2016) ‘Kitosan sebagai koagulan dan flokulan pada proses pre-treatment limbah cair kelapa sawit’, *IRIBB*, 4(1), pp. 33–36.
- WHO (2017) ‘Guidelines for Drinking-water Quality’, in. Geneva: World Health Organization.
- Widayat, W. (2005) ‘Pengolahan Air Payau Menggunakan Teknologi Membran Sistem Osmosa Balik Sebagai Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Minum Masyarakat Kepulauan Seribu’, *Jurnal Air Indonesia*, 1(3), pp. 264–271.
- Williams, M. E. (2003) ‘A Brief Review of Reverse Osmosis Membrane Technology’, *Engineering*, pp. 1–29.
- Winata, N. A. (1997) ‘Teknologi Membran untuk Purifikasi Air’.
- Winten, I., Khoiruddin and Hakim, A. . (2014) ‘Osmosis Balik’. Bandung: Diktat Teknik

Kimia Institut Teknologi Bandung.

- Yulianti, A. (2015) *Prototype Alat Pengolahan Air Laut Menjadi Air Minum (Pengaruh Variasi Packing Filter Terhadap Kualitas Air Dengan Analisa DO, Salinitas, dan Konduktivitas)*. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Yuliusman (2016) 'Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Melalui Aktifasi Kimia Dengan KOH Dan Fisika Dengan CO₂', *Seminar Nasional Teknik Kimia*, (June), pp. 1–6.
- Yusuf, E., Rachmanto, A. T. and Rudi, L. (2009) 'Pengolahan Air Payau Menjadi Air Bersih dengan Menggunakan Membran Reverse Osmosis', *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 1(1), pp. 6–15.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN.

1. Laporan Hasil Uji Laboratorium.



BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA
**LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI
BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**



Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya 60244. Telp. (031) 99843670, Fax. (031) 8410480
<http://baristandsurabaya.kemenperin.go.id>

LAPORAN HASIL UJI

No. 02960/20/LHU/2/VI/2020

UMUM/GENERAL

No. Analisa : P. 02960
Analyze number

Contoh : Air Minum
Sample

Nama Pengirim : BRILLYAN DIMAS PANDU
Sender's Name

Alamat : Jl. Mulyosari Utara VI No. 22 Surabaya
Address

Jenis Usaha : -
Type of business

Petugas Pengambil Contoh : -
Sampling Officer

Instansi : -
Institute

Tanggal/Jam Pengambilan Contoh : -
Date/time of sampling

Tanggal/Jam Diterima Laboratorium : 03 Juni 2020 / Jam 15.30 WIB
Date/time acceptance by laboratory

Lokasi Pengambilan Contoh : -
Location of sampling

Acuan Metode Sampling : -
Sampling method

Debit Limbah : -
Discharge of waste

Jumlah Produksi : -
Number of production

Penggunaan bahan baku rata rata selama bulan pemantauan : -
Average usage of raw materials during the monitoring month

pH contoh pada saat pengambilan : -
pH on sampling time

Suhu contoh pada saat pengambilan : -
Temperature on sampling time

DO pada saat pengambilan contoh : -
DO at the time of sampling



Surabaya, 23 Juni 2020
Kepala Seksi
Standardisasi dan Sertifikasi
Digitally signed
by Indra Wahyu
Diantoro
Indra Wahyu Diantoro, ST, MT
NIP. 19780062006041001

Hal. 1 dari 2
Page 1 of 2

Perhatian :
Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas
Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya
Kode Dok : FM - 7.09.02 1/0

LAPORAN HASIL UJI

No. 02960/20/LHU/2/VI/2020

Nomor Analisa : 2020P02960

Nama Pengirim : BRILLYAN DIMAS PANDU

Contoh : Air Minum

Alamat : Jl. Mulyosari Utara VI No. 22 Surabaya

Merk : -

Diterima Tanggal : 03-Juni-2020

Catatan Sampel : 5 liter air limbah dalam jerigen

No	Paramater	Satuan	Hasil Uji	Kadar Maksimum yg Diperbolehkan Permenkes : 492/MENKES/Per/IV/2010	Metode Uji
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan				
	a. Parameter Mikrobiologi				
1	E. Coli	CFU/100 mL	1x10 ³	< 2	MU-5.4-2.1-10 (Membrane Filter)
2	Total bakteri coliform	CFU/100 mL	1x10 ³	< 2	MU-5.4-2.1-10 (Membrane Filter)
	b. Kimia an-organik				
1	Arsen	mg/L	<0.003	0.01	SNI 06-6989.54-2005
2	Fluorida	mg/L	0.1	1.5	SNI 06-6989.29-2005
3	Total Kromium terlarut	mg/L	<0.001	0.05	SNI 6989.65 : 2009
4	Kadmium (Cd) tungku karbon	mg/L	<0.0002	0.003	SNI 06-6989.38-2005
5	Nitrit, (sebagai NO ₂ -)	mg/L	<0.011	3	SNI 06-6989.9-2004
6	Nitrat, (sebagai NO ₃ -)	mg/L	1.56	50	Spektrofotometri
7	Sianida (CN) ⁻	mg/L	<0.002	0.07	Cyanide Test 1.14417.0001 Merck
8	Selenium terlarut	mg/L	0.008	0.01	SNI 06-2475-1991
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan				
	a. Parameter Fisik				
1	Bau*	-	tidak berbau	Tidak berbau	-
2	Warna	Unit Pt Co	<2	15	SNI 6989.80:2011
3	Total zat padat terlarut	mg/L	202	500	SNI 06-6989.27-2005
4	Kekeruhan	NTU	0.33	5	MU-5.4-2.1-11 (Turbidimeter)
5	Rasa*	-	tidak berasa	tidak berasa	-
6	Suhu	°C	27.2	Suhu Udara ± 3	SNI 06-6989.23-2005
	b. Parameter kimiawi				
1	Aluminium*	mg/L	0.04	0.2	Spektrofotometri
2	Besi terlarut	mg/L	0.009	0.3	SNI 6989.4 : 2009
3	Kesadahan	mg/L	36	500	SNI 06-6989.12-2004
4	Khlorida	mg/L	73.6	250	SNI 06-6989.19-2004
5	Mangan terlarut	mg/L	<0.006	0.4	SNI 06-6989.42-2005
6	pH	-	6.63	6.5-8.5	SNI 06-6989.11-2004
7	Seng terlarut	mg/L	<0.031	3	SNI 6989.7 : 2009
8	Sulfat	mg/L	8.5	250	SNI 06-6989.20-2009
9	Tembaga	mg/L	<0.001	2	SNI 6989.66 : 2009
10	Amonia	mg/L	0.08	1.5	SNI 06-6989.30:2005
	Parameter Tambahan				
1	KIMIAWI				
	a. Bahan Anorganik				
1	Air Raksa	mg/L	0.0006	0.001	SNI 6989.78:2011
2	Nikel	mg/L	<0.02	0.07	SNI 6989.18 : 2009
3	Sodium*	mg/L	36.3	200	SNI 06-2428-1991
4	Timbal (Pb) tungku karbon	mg/L	<0.006	0.01	SNI 06-6989.46:2009
5	Boron	mg/L	2.68	0.5	SNI 354:2015 butir 3.22
6	Barium terlarut	mg/L	0.13	0.7	SNI 06-6989.40:2005
7	Antimon,Molybdenum dll (**)	mg/L	-	-	-
	b. Bahan Organik				
1	Zat Organik	mg/L	5.33	10	SNI 06-6989.22-2004
2	Detergen	mg/L	<0.035	0.05	SNI 06-6989.51-2005
2	Radioaktivitas *)		-	-	-

Catatan :

- Parameter uji sesuai dengan permintaan
- pH diukur pada saat pengujian di laboratorium sehingga tidak dapat dibandingkan dengan baku mutu
- Tanda "<" menunjukkan nilai Limit Of Quantity dari pengujian
- Pengiriman contoh tidak dilengkapi dengan BAPC
- *) Parameter uji belum masuk ruang lingkup akreditasi
- **) Parameter tidak diuji

Surabaya, 23 Juni 2020

Laboratorium

Kimia dan Lingkungan

Digitally signed by

Ardhaningtyas Riza

Utami



Ardhaningtyas Riza Utami, ST, MT

NIP. 197808232005022001

Perhatian :

Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas
 Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya
 Kode Dok : FM - 7.09.02 1/0

2. Pembuatan *Casing* Reaktor Filter Organik.



3. Pemasangan Kran air dan drat pada *casing* Reaktor Filter Organik.



4. Pembuatan alas reaktor filter organik terbuat dari rangkaian besi siku.



5. Pemasangan *fitting* reaktor filter organik menggunakan pipa pvc ½”.



6. Proses penakaran bahan organik sesuai dengan yang dibutuhkan (ketinggian).



7. Pemasangan meteran kain didalam reaktor filter organik membantu penyesuaian ketinggian.



8. Bentuk aktual reaktor filter organik.



9. Pemasangan kran air pada toples reaktor membran keramik.



10. Pemasangan membran keramik pada reaktor.



11. Aktual *post treatment system*.



12. Contoh pengambilan data secara langsung.



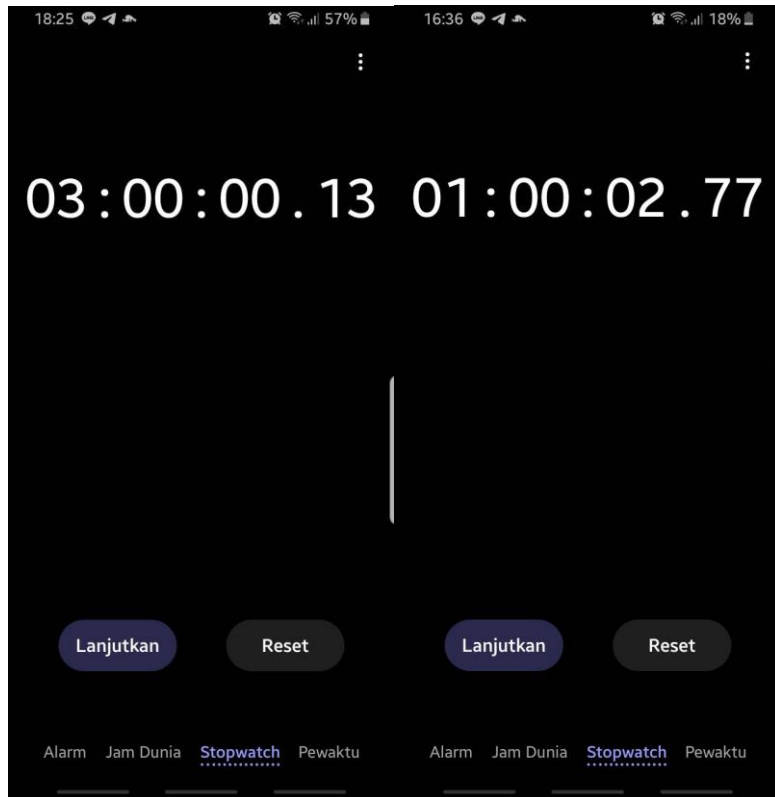
13. Proses *backwash system* (pencucian reaktor filter organik).



14. Proses pembersihan membran keramik.



15. Bukti pengambilan waktu dengan stopwatch.



BIODATA PENULIS.



Penulis lahir di Kabupaten Sidoarjo pada tanggal 29 September 1998 dengan nama Brillyan Dimas Pandu Baskoro, biasa dipanggil Brillyan. Anak kedua dari tiga bersaudara pasangan bapak Mohamad Makruf dan Ibu Novi Indriyani. Riwayat pendidikan formal penulis menjalani pendidikan sekolah dasar di SDN Sepanjang 1 dengan lulus tahun 2010, menjalani pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Hang Tuah 2 Surabaya dengan lulus tahun 2013, dan pendidikan sekolah menengah atas di SMAN 1 Taman dengan lulus tahun 2016. Pada tahun 2016 setelah tamat SMA, penulis melanjutkan jenjang pendidikan ke perguruan tinggi dan diterima di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan,

Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Selama menempuh jenjang perguruan tinggi selain mempelajari terkait bidang keilmuan yang ada di jurusan, penulis juga aktif berorganisasi untuk meningkatkan kemampuan pengetahuan *softskill*, manajemen dan memperluas relasi. Adapun organisasi yang telah diikuti oleh penulis antara lain Departemen Kesejahteraan Mahasiswa HIMASISKAL FTK-ITS 2018, Departemen Dalam Negeri BEM FTK-ITS 2017/2018, anggota UKM Maritime Challenge, anggota penuh UKM PLH SIKLUS ITS dan Divisi Bakti Alam dan Bakti Masyarakat (BABM) PLH SIKLUS ITS 2018. Kegiatan kepanitiaan juga aktif diikuti oleh penulis. Selama masa studi, penulis juga memperdalam bidang keilmuan dengan melakukan kerja praktik di dua tempat yakni PT. Orela Shipyard dan PT. POMI (Paiton Operation and Maintenance Indonesia). Selain itu, penulis juga mengembangkan potensi diri di bidang kewirausahaan dengan membangun bisnis *fashion treatment*. Pada tahun 2018, penulis mengajukan karya PKM bertema pengabdian masyarakat yang dilakukan di daerah Jombang, yang berhasil didanai oleh Kemenristekdikti. Penulis menekuni bidang keilmuan Departemen Teknik Sistem Perkapalan, dengan fokus pada bidang *Marine Machinery and Fluid System*.

Penulis dapat dihubungi melalui, email : pandubrillyan@gmail.com.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”