

**LAPORAN TAHUN TERAKHIR
PENELITIAN DOSEN WAJIB MENELITI DENGAN SKEMA PEMBIAYAAN PNB
UNIVERSITAS di LINGKUNGAN UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
TAHUN ANGGARAN 2020**



**STUDI PEMODELAN DESAIN FILTRASI AIR ASAM
DI DAERAH GAMBUT UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN
AIR BERSIH**

Tahun ke-1 dari rencana 1 tahun

**Dibiayai oleh:
DIPA Universitas Lambung Mangkurat Tahun Anggaran 2020
Nomor: 023.17.2.6777518/2020 tanggal 16 Maret 2020;
Universitas Lambung Mangkurat
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Sesuai dengan SK Rektor Universitas Lambung Mangkurat Nomor: 701/UN8/PP/2020
Tanggal 1 April 2020**

**Ketua/Anggota Tim
(Dr. Rachmat Subagyo, ST., MT. NIDN. 000508760)
(Hajar Isworo, S.Pd., MT. NIDN. 1124128102)**

UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

NOVEMBER 2020

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Studi Pemodelan, Desain Filtrasi, Air Asam di Daerah Gambut Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Bersih

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : Dr. Rachmat Subagyo, ST., MT.....
NIDN : 0005087604.....
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala.....
Program Studi : Teknik Mesin.....
Nomor HP : 085299039485.....
Alamat surel (e-mail) : rachmatsubagyo@ulm.ac.id.....

Anggota (1)
Nama Lengkap : Hajar Isworo, S.Pd, MT.....
NIDN : 1124128102.....
Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat.....


Anggota (2)
Nama Lengkap : Najib Rahman.....
NIM : 1610816110009.....
Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat.....

Anggota (ke-3/4)
Nama Lengkap : Hansen, Rivaldo, Napitupulu/ Dani, Surya H., Silalahi.....
NIM : 1710816110003/ 1710816210007.....
Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat.....

Institusi Mitra (jika ada)
Nama Institusi Mitra :
Alamat :
Penanggung Jawab :
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke- 1 dari rencana 1 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp
Biaya Keseluruhan : Rp 34.500.000,-.

Banjarbaru, 22-November- 2020


Mengetahui,
Dekan
Dr. Hajar Isworo Muchamad, ST., MT.
NIP 197204301997031003

Ketua Peneliti

Dr. Rachmat Subagyo, ST., MT.
NIP 197608052008121001

Menyetujui,

Ketua,

Prof. Dr. Ir. H. Danang Biyatmoko, M.Si
NIP. 196805071993031020

RINGKASAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jumlah saringan dan susunan saringan (*filter*) terhadap kecepatan filtrasi dan mengetahui susunan jumlah saringan yang optimum dalam proses filtrasi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara eksperimen dan simulasi menggunakan ANSYS seri 14.5, versi student. Adapun proses simulasi dimulai dengan mendesain sebuah alat filtrasi dengan variasi dua jenis ukuran meshing: 0,2 (200 mikron) dan 0,1 (100 mikron). Hasil simulasi kolaborasi membran 2 dan 3 dengan dua membran yang berbeda menghasilkan laju filtrasi yang baik. Namun pada susunan 4 filter, penggunaan filter yang sejenis disarankan. Dalam kasus lain dari sistem yang beroperasi pada tekanan tinggi, memunculkan daerah *Cross-Flow Reversal* (CFR) yang cenderung memperlambat kecepatan filtrasi. Pada area dekat dinding, pengaruh CFR semakin besar disebabkan pengaruh gesekan antara dinding saluran dengan cairan.

Kata Kunci: saringan (*filter*), eksperimen, simulasi, ANSYS seri 14.5, *Cross-Flow Reversal*, gesekan.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Studi Pemodelan Desain Filtrasi Air Asam di Daerah Gambut untuk Memenuhi Kebutuhan Air Bersih” tepat pada waktunya.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari desain filtrasi air asam gambut sehingga diperoleh formasi filtrasi terbaik pada proses penyaringan air gambut.

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moril maupun materiil sehingga penelitian ini dapat selesai. Akhir kata, penulis berharap semoga penelitian ini berguna bagi para pembaca dan pihak-pihak lain yang berkepentingan.

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
3.1 Definisi filtrasi.....	6
3.2 Jenis-jenis filtrasi.....	7
3.3 Manfaat dan tujuan filtrasi.....	9
3.4 Faktor-Faktor yang mempengaruhi filtrasi.....	10
3.5 Metode penelitian filtrasi.....	11
3.6 Pemanfaatan membran untuk filtrasi.....	18
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	19
3.1 Tujuan Penelitian.....	19
3.2 Manfaat Penelitian.....	19

BAB 4. METODE PENELITIAN	20
4.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	20
4.2 Alat dan Bahan	20
4.3 Diagram Alir Penelitian.....	22
4.4 Variabel Penelitian	23
4.5 Langkah-langkah Penelitian	24
BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI.....	25
5.1 Hasil penelitian studi simulasi filtrasi membran dengan variasi .. jumlah filter pada media air gambut.....	25
5.2 Pembahasan hasil penelitian studi simulasi filtrasi membran dengan variasi jumlah filter pada media air gambut	26
5.3 Pembahasan analisis filtrasi susun rangkap pada formasi filter	
Sejenis dengan media air gambut	35
5.4 Luaran Yang Dicapai.....	41
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN	44
6.1 Hasil penelitian	44
6.2 Saran penelitian	44

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN 1. Instrument

LAMPIRAN 2. Personalia tenaga pelaksana

LAMPIRAN 3. Artikel ilmiah reprint

3.1. Artikel Jurnal Internasional

3.2. LOA Senas Lahan Basah

3.3. Draf artikel prosiding Semnas Lahan Basah

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Nama dan Ukuran Filter	22
Tabel 4.2. Rencana Simulasi Filtrasi dengan Variasi Jumlah dan Susunan Filter .	24
Tabel 4.3. Pengambilan data pada Air Asam didaerah Gambut.....	24
Tabel 4.4. Uji Kualitas Air	25
Tabel 5.1. Hasil simulasi kecepatan dan tekanan untuk berbagai filter.....	25
Tabel 5.2. Hasil tes turbidity pada air gambut.....	37
Tabel 5.3. Luaran Yang Dicapai.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Filtrasi tanpa tekanan (filtrasi Sederhana).....	8
Gambar 2.2. Filtrasi dengan tekanan.....	9
Gambar 2.3. Filtrasi menggunakan membran.....	9
Gambar 4.1. Rancangan Filtrasi air asam gambut.....	22
Gambar 4.2. Diagram Alir Penelitian.....	23
Gambar 5.1. Hubungan antara formasi Filter dan Tekanan.....	28
Gambar 5.2. Hubungan antara formasi Filter dan Kecepatan filtrasi.....	28
Gambar 5.3. Simulasi Kecepatan pada filter tipe-2.....	30
Gambar 5.4. Simulasi Kecepatan pada filter tipe-3.....	31
Gambar 5.5. Simulasi Kecepatan pada filter tipe-4.....	32
Gambar 5.6. Simulasi Tekanan pada filter tipe-2.....	32
Gambar 5.7. Simulasi Tekanan pada filter tipe-3.....	34
Gambar 5.8. Simulasi Tekanan pada filter tipe-4.....	35
Gambar 5.9. Simulasi kecepatan pada: a-Filter tipe-2: B-B; b-Filter tipe-3..... Formasi: 3B; dan c-Formasi tipe-4 filter: B-A-2B	36
Gambar 5.10. Grafik hubungan antara formasi filter terhadap turbidity.....	37
Gambar 5.11. Simulasi kecepatan pada formasi filter: 2A, 2B, 3A, 3B, 4A, 4B ...	39
Gambar 5.12. Simulasi Tekanan pada formasi filter: 2A, 2B, 3A, 3B, 4A, 4B	40
Gambar 5.13. Simulasi kecepatan penampang filter: 2A, 2B, 3A, 3B, 4A, 4B	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrumen	44
Lampiran 2. Personalia tenaga pelaksana.....	64
Lampiran 3. Artikel ilmiah reprint	65

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sesuatu yang sangat penting di alam ini, karena tanpa air kehidupan tidak dapat berlangsung. Semakin hari jumlah air bersih yang tersedia semakin sedikit hal ini disebabkan oleh pencemaran. Menurut Asmadi (2011), terdapat dua jenis pencemaran air yang berasal dari:

- a. Sumber domestik (rumah tangga), perkampungan, kota, pasar, jalan, dan sebagainya.
- b. Sumber non-domestik (pabrik, industri, pertanian, peternakan, perikanan, serta sumber-sumber lainnya).

Sumber-sumber air yang ada di alam ini adalah berasal dari: air hujan, air sungai dan air tanah. Air hujan biasanya banyak dan berlimpah ketika musim penghujan, bisa dimanfaatkan dengan cara membuat sumur-sumur resapan yang berfungsi untuk menyimpan air ketika diperlukan. Air hujan ini berkualitas baik karena berasal dari penguapan air daratan. Air hujan yang meresap ke tanah disebut sebagai air tanah. Air sungai diperoleh dari air limpasan daratan ataupun berasal dari mata air yang terletak di hulu sungai. Air sungai kualitasnya sangat ditentukan oleh lingkungan disekitarnya.

Untuk mencukupi kebutuhan air dalam kebutuhan sehari-hari, sebagian besar masyarakat di wilayah Kalimantan Selatan menggunakan air sumur. Masyarakat di sekitarnya tidak tahu apakah air sumur tersebut layak digunakan untuk kebutuhan sehari-hari atau tidak. Berdasarkan hasil penelitian air tanah yang ada di daerah Kalimantan Selatan tidak memenuhi kesehatan jika dikonsumsi secara langsung, hal ini disebabkan bersifat asam. Karena situasi dan kondisi yang kurang mendukung biasanya menyebabkan manusia terpaksa menggunakan air yang tidak memenuhi syarat untuk kehidupannya. Untuk dapat memberikan gambaran tentang sifat-sifat

air, maka kita harus mengetahui kandungan zat yang terdapat pada air. Berdasarkan standart baku mutu air bersih menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang syarat kualitas air bersih, zat yang penting diperiksa secara kimiawi adalah Besi, Calcium, Magnesium, Arsen, Flourida, Clorida, Sulfat, Nitrat dan Kesadahannya. Selain itu air tidak boleh mengandung bahan berbahaya lainnya seperti logam berat dan bakteri yang membahayakan.

Air keruh adalah air yang mengandung bahan padat dan mencemari lingkungan sehingga dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan. Air keruh juga merupakan air yang tercemar dan kotor, sehingga dapat menyebabkan terjangkit penyakit menular dan gangguan kesehatan. Kekeruhan belum tentu dari sifat air yang membahayakan, tetapi masyarakat pada umumnya berpendapat bahwa air keruh adalah air yang tercemar dan kotor, sehingga timbul kekhawatiran terjangkit penyakit-penyakit menular dan gangguan kesehatan lainnya. Air yang sangat keruh mempercepat terjadinya penyumbatan pada celah-celah media penyaring, sehingga menghasilkan daya kerja penyaringan yang kurang memuaskan.

Pemakaian air yang derajat kekeruhannya melebihi ambang batas yang diperbolehkan dapat menyebabkan efek yang tidak baik terhadap kesehatan, terutama karena kekeruhan yang tinggi merupakan media yang cukup baik bagi perkembangan mikro-organisme serta dapat melindunginya dari pengaruh berbagai ancaman, sehingga efek dari desinfektan mengharapkan mikroorganisme berada di permukaan partikel-partikel penyebab kekeruhan, oleh sebab itu pada proses desinfeksi diperlukan pengadukan (pencampuran) dan waktu kontak yang optimum.

Zat besi (Fe) merupakan suatu komponen dari berbagai enzim yang mempengaruhi seluruh reaksi kimia yang penting di dalam tubuh meskipun sukar diserap (10-15%). Besi juga merupakan komponen dari hemoglobin yaitu sekitar 75%, yang memungkinkan sel darah merah membawa Oksigen dan mengantarkannya ke jaringan tubuh.

Kelebihan zat besi (Fe) bisa menyebabkan keracunan dimana terjadi muntah, kerusakan usus, penuaan dini hingga kematian mendadak, mudah marah, radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, sirosis ginjal, diabetes, diare, pusing, mudah lelah, kulit kehitam – hitaman, sakit kepala, gagal hati, hepatitis, mudah emosi, hiperaktif, hipertensi, infeksi, insomnia, sakit liver, masalah mental, rasa logam di mulut, mudah gelisah dan iritasi, parkinson, rematik, sikoprenia, sariawan perut, *sicklecell anemia*, keras kepala, *strabismus*, gangguan penyerapan vitamin dan mineral, serta hemokromatis.

Salah satu strategi penyediaan air bersih saat ini yaitu memanfaatkan teknologi tepat guna. Teknologi tepat guna merupakan solusi yang paling cocok dalam menangani kebutuhan air dan sanitasi dengan melalui teknologi yang inovatif dan memberdayakan masyarakat untuk mencapai tujuan yang diinginkan (Murphy et al, 2008). Kandungan-kandungan air yang membahayakan bagi tubuh manusia perlu dilakukan penyaringan atau filtrasi. Filtrasi merupakan salah satu pengolahan air secara fisik. Filtrasi adalah proses pemisahan solid-liquid dengan cara melewatkan liquid melalui media berpori atau bahan-bahan untuk menyisihkan atau menghilangkan sebanyak-banyaknya butiran-butiran halus zat padat tersuspensi dari liquida.

Tebal media dan laju aliran filtrasi sangat berpengaruh pada nilai efisiensi filtrasi (Deni Maryani, dkk, 2014), Menurut (Said, 1999) bahwa tipe filtrasi aliran *up flow* lebih menguntungkan jika dibandingkan dengan arah aliran *down flow*. Hal ini dikarenakan jika saringan telah jenuh atau buntu dapat dilakukan pencucian dengan cara membuka kran penguras, sehingga lebih praktis dan mudah untuk dilakukan.

Sistem automasi pada filtrasi telah dilakukan oleh: (Diko Susanto, 2014) yaitu dengan merancang sebuah alat filtrasi yang dikontrol dengan mikrokontroller Atmega 32, dimana sensor mampu mendeteksi tingkat kejernihan air sumber dan hasil penyaringan ditampilkan pada LCD. Penelitian simulasi CFD telah dilakukan oleh (Ing. Daniel Kweku Govi, Paul Goddey G, 2016) simulasi ini untuk

memprediksi laju aliran dan analisis kinerja hidraulik pada berbagai tekanan air filtrasi.

Irfan Febiary., dkk, 2016, melakukan penelitian untuk mengetahui efektifitas penggabungan 3 sistem penjernihan air yaitu sistem aerasi tray, sedimentasi dan filtrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem aerasi tray, sedimentasi dan filtrasi efektif menurunkan kekeruhan dan tingkat zat besi pada air tanah. Penelitian ini menunjukkan penggabungan dari ketiga sistem sangat baik untuk dilakukan khususnya dalam meningkatkan kualitas air hasil filtrasi.

Luluk Edahwati dan Suprihatin, 2012, melakukan kombinasi proses aerasi, adsorpsi dan filtrasi untuk mengolah limbah industri perikanan dengan variabel berubahnya yaitu laju alir limbah dan tinggi batu apung. Hasil terbaik yang didapatkan pada penelitian ini adalah proses laju alir limbah 228.33 ml/menit dan tinggi batu apung 50 cm, dengan hasil COD akhirnya adalah: 58,95 mg/lt.

Penelitian dengan mengkombinasikan dari beberapa media filtrasi telah banyak dilakukan terutama untuk meningkatkan kualitas dari hasil filtrasi. Sarman Oktovianus Gultom, dkk 2018 telah melakukan penelitian kombinasi tiga jenis media filtrasi yaitu: pasir, serat kelapa, dan arang tempurung kelapa. Hasil penelitian menunjukkan media filtrasi arang batok kelapa lebih baik daripada dua jenis lainnya, namun, jika media filtrasi digabungkan, menghasilkan kualitas air limbah yang lebih baik dibandingkan dengan media penyaringan tunggal (tanpa kombinasi).

Untuk meneliti lebih jauh kombinasi media filtrasi maka akan dilakukan simulasi dengan menggunakan empat jenis filter dengan ukuran mesh yang berbeda. Hal ini dilakukan untuk mengetahui susunan filter yang terbaik dengan hasil filtrasi yang memenuhi standar kesehatan.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latarbelakang diatas maka disusun rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana pengaruh jumlah saringan terhadap kecepatan filtrasi?
- b. Bagaimana pengaruh susunan saringan terhadap kecepatan filtrasi?

- c. Bagaimana jumlah dan susunan saringan yang optimum dalam proses filtrasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Untuk mengetahui pengaruh jumlah saringan terhadap kecepatan filtrasi.
- b. Untuk mengetahui pengaruh susunan saringan terhadap kecepatan filtrasi
- c. Untuk mengetahui susunan dan jumlah saringan yang optimum dalam proses filtrasi

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini permasalahan dibatasi pada:

- a. Penelitian tidak membahas kapasitas air bersih yang dihasilkan.
- b. Penelitian hanya membahas pengaruh jumlah saringan dengan ukuran mesh yang ditentukan tanpa memvariasikan bahan saringan.
- c. Saringan yang digunakan adalah dua ukuran yaitu: 200 mikron dan 100 mikron (bahan nilon).

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Filtrasi

Salah satu strategi penyediaan air bersih saat ini yaitu memanfaatkan teknologi tepat guna. Teknologi tepat guna merupakan solusi yang paling cocok dalam menangani kebutuhan air dan sanitasi dengan melalui teknologi yang inovatif dan memberdayakan masyarakat untuk mencapai tujuan yang diinginkan (Murphy *et al*, 2008).

Filtrasi adalah proses yang digunakan untuk memisahkan padatan dari cairan atau gas dengan menggunakan media saring yang memungkinkan cairan tersebut lewat, tapi bukan padatan. Istilah “filtrasi” berlaku baik filter itu mekanis, biologis, atau fisik. Cairan yang melewati filter disebut filtrat. Media saringannya bisa berupa filter permukaan, yang merupakan padatan yang menjebak partikel padat, atau saringan dalam, yang merupakan bahan dasar yang menjebak padatan.

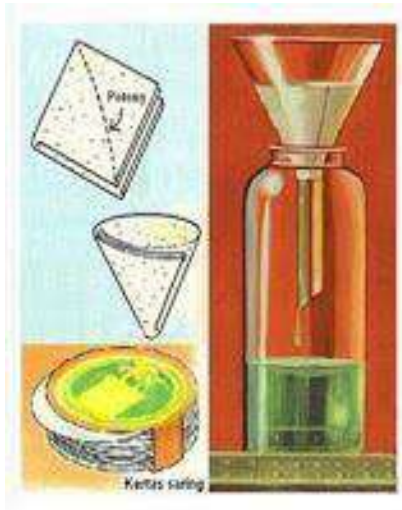
Filtrasi biasanya merupakan proses yang tidak sempurna. Beberapa cairan tetap berada di sisi umpan filter atau masih berada di media filter dan beberapa padatan kecil lolos melalui filter. Sebagai teknik kimia selalu ada beberapa produk yang hilang, entah itu cairan atau padatan yang terkumpul.

Contoh Filtrasi merupakan teknik pemisahan yang penting di laboratorium, selain itu juga biasa terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Pembuatan bir kopi melibatkan air panas yang melewati melalui kopi bubuk dan saringan, Kopi cair adalah filtratnya. Teh celup juga mempunyai proses yang sama, yaitu menggunakan kantong teh (kertas filter). Ginjal adalah contoh filter biologis, darah disaring oleh glomerulus. Molekul penting diserap kembali ke dalam darah. AC dan banyak penyedot debu menggunakan filter HEPA untuk menghilangkan debu dan serbuk kecil dari udara. Banyak akuarium menggunakan filter yang mengandung serat yang menangkap partikulat padat.

3.2 Jenis-jenis Filtrasi

Secara garis besar Filtrasi dibedakan menjadi tiga, yaitu :

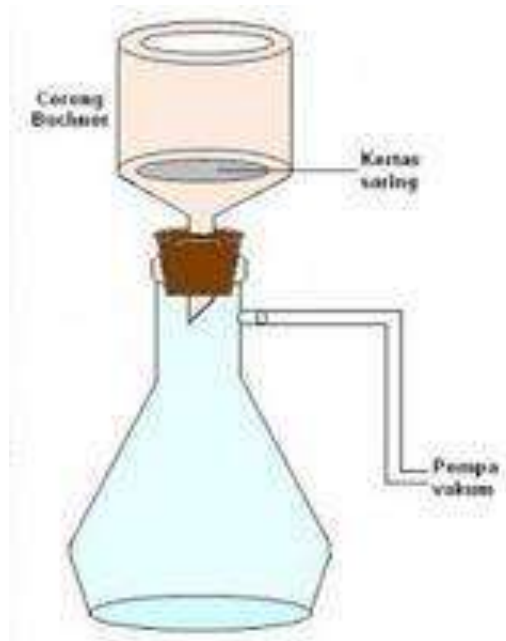
Proses filtrasi tanpa tekanan atau sederhana: ialah proses penyaringan menggunakan media filter kertas saring. Cara melakukannya yakni dengan memotong kertas saring melingkar, lalu dilipat dua, sampai tiga atau empat kali banyaknya. Berikutnya buka dan letakkan ke dalam corong pisah agar melekat pada corong pisah. Tuangkan campuran heterogen yang akan dipisahkan dengan sedikit demi sedikit. Hasil filtrasi ialah zat padat yang bernama residen dan zat cairnya bernama filtrat.



Gambar 2.1. Filtrasi tanpa tekanan (filtrasi Sederhana)

Sumber: <https://biologirendy.blogspot.com/2016/04/makalah-filtrasi.html>

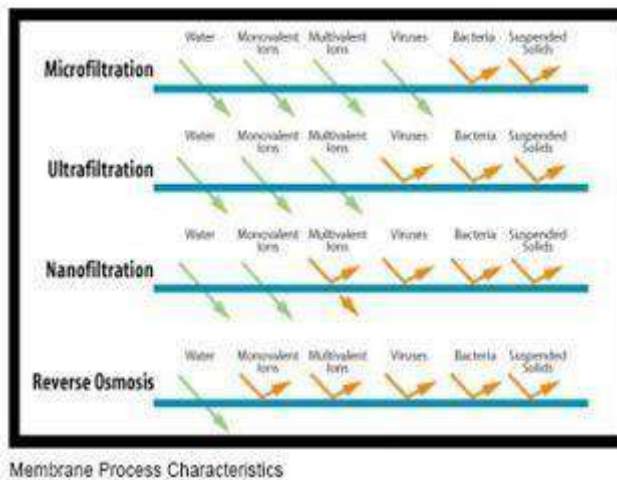
Proses filtrasi menggunakan tekanan: umumnya dilakukan dengan divakumkan (disedot menggunakan pompa vakum). Proses pemisahan menggunakan teknik ini paling tepat dilakukan, bila jumlah partikel padatnya jauh lebih besar daripada dengan cairannya.



Gambar 2.2. Filtrasi dengan tekanan

Sumber: <https://biologirendy.blogspot.com/2016/04/makalah-filtrasi.html>

Proses filtrasi menggunakan membran: adalah proses separasi menggunakan membran berukuran pori (0,1 mikron). Prinsip teknik filtrasi membran ini ialah dengan menyaring cairan berupa sampel melalui saringan yang paling tipis dan yang dibuat dari bahan sejenis selulosa.



Gambar 2.3. Filtrasi menggunakan membran

Sumber: <https://biologirendy.blogspot.com/2016/04/makalah-filtrasi.html>

Kelebihan filtrasi membrane adalah:

- a. Dapat menganalisa sampel dengan volume yang besar dalam waktu yang singkat yang dibatasi oleh kekentalan dan kekeruhan cairan sampel.
- b. Dapat menganalisa sampel dengan jumlah mikroba yang sedikit (peningkatan keakuratan pendeteksian mikroba).
- c. Inhibitor pada sampel yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba seperti antibiotik, klorin atau zat pengawet dapat terbilas.
- d. Pada umumnya cawan yang digunakan berukuran kecil (50mm) sehingga dapat menghemat penggunaan media dan tempat pada inkubator.
- e. Praktis dalam preparasinya, dapat dilakukan berulang kali penyaringan (melipatgandakan cabang corong) dan *reproduksibel*.
- f. Melalui proses pengeringan tertentu, kertas membran yang telah ditumbuhi koloni dapat dijadikan dokumen atau data permanen demi kepentingan perekaman data.

Kekurangan menggunakan filtrasi membran :

- a. Kurang cocok untuk menghitung sampel dengan jumlah mikroba yang terlalu pekat walaupun pengenceran dapat dilakukan dengan pengenceran bertingkat.
- b. Beberapa jenis mikroba yang berdiameter lebih kecil dari pori seperti *Rickettsia* dan *Mycoplasma* mampu lolos dari pori kertas membran.

3.3 Manfaat dan Tujuan Filtrasi

Manfaat filtrasi ada banyak, diantaranya sebagai berikut :

- Air keruh yang dipakai dapat berasal dari mana saja, seperti : telaga, sawah, sungai, rawa, dan air kotor lainnya,
- Bisa menghilangkan bau yang tidak sedap di air keruh,
- Bisa mengubah air keruh jadi lebih bening,
- Menghilangkan pencemar yang berada didalam air maupun mengurangi kadarnya supaya air dapat diminum,

- Cara ini dapat dipakai untuk desa yang masih jauh di daerah perkotaan dan tempat terpencil.

Adapun tujuan dari filtrasi antara lain :

- Memanfaatkan limbah atau air kotor untuk dapat digunakan kembali,
- Mengurangi resiko meluapnya limbah atau air kotor,
- Mengurangi terbatasnya air bersih menggunakan pembuatan filtrasi air,
- Mengurangi penyakit yang disebabkan oleh air kotor,
- Membantu pemerintah guna menggalakan air bersih.

3.4 Faktor-faktor yang mempengaruhi filtrasi

Didalam proses filtrasi terdapat sebuah reaksi fisika dan kimia, maka ada banyak faktor saling berhubungan yang nantinya mempengaruhi juga kualitas dari hasil efesiensinya, filtrasinya dll. Beberapa faktor tersebut diantaranya :

1. Debit filtrasi mengakibatkan tak berfungsinya filter dengan efisien, sehingga tidak bisa terjadi secara sempurna, dan menyebabkan beberapa partikel yang terlalu halus meloloskan diri dari saringan,
2. Konsentrasi kekeruhan pada air baku yang paling tinggi mengakibatkan penyumbatan pada lubang pori dari media (terjadinya *clogging*).
3. Adanya perubahan pada temperatur atau suhu ini mengakibatkan masa jenis, viskositas kinematis dan absolut dalam air mengalami perubahan, sehingga terdapat perbedaan ukuran partikel yang akan disaring.
4. Kedalaman ukuran, media, dan material pemilihan media serta ukuran adalah keputusan terpenting dalam merencanakan bangunan filter. Tebal tipisnya media menjadi penentu lamanya aliran dan daya saring.
5. Tinggi muka air yang ada di atas media serta kehilangan tekanan kondisi tinggi permukaan air yang ada diatas media menjadi pengaruh pada besarnya debit maupun laju filtrasi dalam media.

3.5 Metode Penelitian Filtrasi

Metode filtrasi paling sering dipakai di laboratorium menyesuaikan dengan sampel yang ditangani serta hasil yang diharapkan. Secara umum terdapat dua metode filtrasi yang kerap dipakai yaitu : metode filtrasi panas, digunakan untuk memisahkan antara padatan dan cairan, dimana dalam prosesnya diharapkan tidak menghasilkan kristal di area *funnel* penyaring serta peralatan lainnya. Metode filtrasi dingin, digunakan untuk memisahkan antara padatan dan cairan, dimana sesudah penyaringan diharapkan terjadinya pembentukan kristal. Metode ini memakai es untuk mendinginkan aparatus yang akan digunakan, sehingga temperatur yang ada dalam sistem akan menurun secara drastis serta dapat memicu tumbuhnya kristal.

Metode filtrasi saat ini telah banyak mengalami modifikasi diantaranya dengan mengkombinasikan arah aliran dan media penyaringannya. Menurut (Said, 1999) Teknologi saringan pasir lambat yang banyak diterapkan di Indonesia adalah saringan pasir lambat dengan arah aliran dari atas ke bawah (*down flow*). Metoda saringan pasir lambat juga bisa digunakan dengan arah aliran *up flow* yaitu arah aliran dari bawah ke atas dengan susunan media yang dibalik juga. Kelebihan dari *up flow* jika saringan telah jenuh atau buntu, dapat dilakukan pencucian dengan cara membuka kran penguras. Air bersih dimasukkan dari atas kemudian endapan akan turun dengan sendirinya dan keluar melalui kran.

Penelitian yang dilakukan oleh: (Deni Maryani, dkk, 2014) melakukan penelitian dengan metode variasi tebal media dan mengukur laju filtrasi. Sampel penelitian menggunakan air Sungai Surabaya dengan nilai rata-rata *total coliform* 90.000 per 100 ml sampel dan nilai rata-rata kekeruhan 87,4 NTU. Hasil penelitian ini menunjukkan pada variasi tebal media 120 cm dan *rate filtrasi* $5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jam}$ diperoleh nilai efisiensi tertinggi sebesar 99%.

Penelitian lain dilakukan oleh (Diko Susanto, 2014) dengan sistem filtrasi air bersih menggunakan mikrokontroller Atmega 32. Perangkat lunak yang digunakan meliputi sistem operasi, bahasa pemrograman dan perangkat lunak pengelola data. Sistem operasi yang digunakan Microsoft Windows 7 sebagai sistem operasi. Bahasa

pemrograman yang digunakan adalah bahasa Pemrograman Basic – Bascom AVR dan Visual Basic 6.0. Uji coba dilakukan dengan menguji Alat penyaringan air kotor menjadi air bersih sesuai dengan harapan dan rancangan. Sensor mampu mendeteksi tingkat kejernihan air sumber dan air hasil penyaringan dan ditampilkan pada LCD 16 x 2 dan Aplikasi PC dengan ukuran persen.

Penelitian yang dilakukan oleh Nugroho Setyo, 2013 adalah menggunakan metode kombinasi antara dua jenis media filtrasi yaitu: Zeolit dan Arang aktif yang merupakan kombinasi yang bagus untuk melakukan filtrasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh filtrasi zeolit dan arang aktif dalam menurunkan konsentrasi timbal (Pb) pada sampel air tambak. Percobaan terdiri dari lima perlakuan dan empat ulangan, P1 (tanpa zeolit dan arang aktif), P2 (125 gram zeolit dan 25 gram arang aktif), P3 (100 gram zeolit dan 25 gram arang aktif), P4 (75 gram zeolit dan 25 gram arang aktif) dan P5 (50 gram zeolit dan 25 gram arang aktif) 1 (Pb). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi zeolit dan arang aktif berbeda nyata terhadap penurunan konsentrasi logam berat timbal. Penurunan konsentrasi timbal yang paling optimal ditunjukkan pada perlakuan P4 (75 gram zeolit dan 25 gram arang aktif) sebesar 69,48%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa zeolit dapat dimanfaatkan sebagai bahan untuk filter timbal.

(Irfan Febiary, Agnes Fitria W, Saudin Yuniarno, 2016) melakukan penelitian pengolahan air dengan metode kombinasi tiga sistem filtrasi yaitu: Sistem tray, Sedimentasi dan Filtrasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keefektifan sistem tray, sedimentasi dan filtrasi dalam mengurangi kekeruhan dan tingkat zat besi dalam air. Penelitian ini merupakan eksperimen quasy dengan post test hanya dengan desain kelompok kontrol. Penelitian ini, telah dilakukan di Laboratorium Departemen Perikanan dan Kelautan UNSOED dan uji kadar besi telah dilakukan di Laboratorium Kesehatan Purbalingga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode kombinasi Sistem aerasi tray-sedimentasi-filtrasi efektif dalam menurunkan kekeruhan dan tingkat zat besi pada air tanah.

(Sri Widyastuti & Antik Sepdian Sari, 2011) membandingkan metode filtrasi Downflow dengan Upflow. Media yang digunakan zeolit karbon aktif setinggi 70 cm. Dalam waktu operasi 6 jam filtrasi diketahui sistem filtrasi upflow kecepatan alirnya stabil sedangkan sistem filtrasi downflow mengalami penurunan 46%. Efisiensi penurunan kesadahan untuk filtrasi dengan sistem upflow sebesar 94,79 % sedangkan sistem downflow sebesar 94,16 %. Dalam hal penurunan kesadahan tidak ada perbedaan yang signifikan antara system filtrasi downflow maupun upflow hal ini telah dibuktikan melalui statistik uji kilat tukey.

(Luluk Edahwati dan Suprihatin, 2012) meneliti mengenai metode filtrasi kombinasi aerasi, adsorpsi dan filtrasi. Prinsip kerja dari kombinasi proses aerasi, adsorpsi dan filtrasi adalah sebagai berikut; terlebih dahulu dilakukan proses aerasi selama 24 jam, setelah itu dimasukkan dalam bak penampung air limbah. Limbah yang telah diaerasi, dialirkan ke dalam tower filtrasi yang telah terisi dengan batu apung, dalam tower filtrasi tersebut dilakukan proses Adsorpsi dan proses filtrasi. Pada penelitian ini digunakan peubah-peubah dengan variabel tetapnya yaitu tinggi kolom 1 meter dan diameter kolom 7 cm. Sedangkan variabel berubahnya yaitu laju alir limbah : 255; 241,67; 235; 228,33; 216,67 ml/menit dan tinggi batu apung : 10; 20; 30; 40 dan 50 cm. Adapun hasil terbaik yang didapatkan pada penelitian ini yaitu pada laju alir limbah 228.33 ml/menit dan tinggi batu apung 50 cm, COD (*Chemical Oxygen Demand*) akhirnya 58,95 mg/l.

(Deni Maryani, Ali Masduqi dan Atiek Moesriati, 2014) Pada penelitian ini dilakukan proses filtrasi dengan menggunakan *sand filter* sebagai salah satu metode dalam pengolahan air bersih. Pada *sand filter* proses penyaringan terjadi pada media filter yang sangat halus, seperti media filter pada unit *slow sand filter*. Kecepatan penyaringan yang diinginkan pada *sand filter* ini adalah kecepatan seperti pada unit *rapid sand filter*. Sehingga *sand filter* ini adalah penggabungan antara kelebihan yang dimiliki *slow sand filter* dan *rapid sand filter*. Variasi pada penelitian ini yaitu: tebal media pasir 80 cm dengan *rate filtrasi* $5 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{jam}$, tebal media pasir 80 cm dengan *rate filtrasi* $7,5 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{jam}$, tebal media pasir 100 cm

dengan *rate filtrasi* $5 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{jam}$, tebal media pasir 100 cm dengan *rate filtrasi* $7,5 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{jam}$, tebal media pasir 120 cm dengan *rate filtrasi* $5 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{jam}$ dan tebal media pasir 120 cm dengan *rate filtrasi* $7,5 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{jam}$. Pada penelitian ini digunakan air baku yaitu air Kali Surabaya dengan nilai rata-rata *total coliform* 90.000 per 100 ml sampel dan nilai rata-rata kekeruhan 87,4 NTU (tingkat kekeruhan). Dihasilkan bahwa penyisihan *total coliform* pada variasi tebal media 120 cm dan *rate filtrasi* $5 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{jam}$ dengan nilai efisiensi sebesar 99% dan kekeruhan paling baik terjadi pada variasi panjang variasi tebal media 100 cm dan *rate filtrasi* $5 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{jam}$ dengan nilai efisiensi sebesar 98,27%.

(Sarman Oktovianus Gultom, Trhessya N. Mess, Isak Silamba, 2018) Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh beberapa jenis media filtrasi pada kualitas air limbah ekstraksi sagu. Dalam penelitian ini tiga jenis media filtrasi adalah digunakan, yaitu pasir (P), serat kelapa (S) dan arang tempurung kelapa (A) dan kombinasi pasir dan serat kelapa (PS), pasir dan arang tempurung kelapa (PA), serabut kelapa dan arang tempurung kelapa (SA). Parameter kualitas sagu air limbah ekstraksi diamati dalam total padatan tersuspensi (TSS), total terlarut padatan (TDS), pH, suhu, bau, dan warna. Hasil penelitian menunjukkan batok kelapa Media filtrasi arang lebih baik daripada dua jenis lainnya dalam menurunkan TSS dan TDS masing-masing sebesar 17% dan 24%. Namun, jika media filtrasi digabungkan, menghasilkan kualitas air limbah yang lebih baik dibandingkan dengan media penyaringan tunggal (tanpa kombinasi) untuk semua parameter pengamatan. Terjadi peningkatan pH dan tidak berbau untuk air limbah setelah filtrasi di semua perawatan.

(Usman Bapa Jenti dan Indah Nurhayati, 2014), Tujuan penelitian ini adalah mengkaji tingkat kekeruhan dan kadar Fe sebelum dan sesudah difiltrasi dengan media kerikil, pasir kuarsa dan karbon aktif serta mengkaji pengaruh kombinasi media filtrasi terhadap penurunan kekeruhan dan Fe. Variabel bebas pada penelitian ini adalah kombinasi media filtrasi pada filter 1 menggunakan batu kerikil 20 cm, pasir kwarsa 40 cm, dan karbon aktif 20 cm sedangkan filter 2 menggunakan batu

kerikil 20 cm, pasir kwarsa 50 cm dan karbon aktif 10 cm. Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah kekeruhan dan kadar Fe. Reaktor filtrasi adalah pipa PVC ukuran 4 inchi dengan panjang 1 meter. Penelitian ini diperoleh hasil bahwa filter 1 setelah filtrasi selama 65 menit dapat menurunkan tingkat kekeruhan 75 % dan kadar Fe 83 % sedangkan pada filter 2 dapat menurunkan tingkat kekeruhan 87 % dan kadar Fe 89 %. Setelah difiltrasi pada masing-masing filter dapat menurunkan tingkat kekeruhan dan kadar Fe dengan cukup baik namun penurunan tingkat kekeruhan dan kadar Fe pada filter 2 lebih bagus dari filter 1. Kesimpulan dari penelitian ini adalah Setelah difiltrasi dengan filter 1 selama 65 menit tingkat kekeruhan menjadi 9,80 NTU dan kadar Fe menjadi 7,10 mg/l sedangkan filter 2 tingkat kekeruhan menjadi 4,90 NTU dan kadar Fe menjadi 4,50 mg/l serta Filter 2 dengan menggunakan media kerikil 20 cm, pasir kwarsa 50 cm dan karbon aktif 10 cm mendapatkan hasil filtrasi yang lebih bagus daripada filter 1 dengan menggunakan media kerikil 20 cm, pasir kwarsa 40 cm dan karbon aktif 20 cm.

(Masthura, dan Ety Jumiati, 2017) Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh perbandingan dan peningkatan kualitas air menggunakan metode elektrokoagulasi dan filter karbon. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode yang aman untuk menjadi suatu alternatif dalam menghasilkan air bersih sampai dengan air minum yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari sesuai dengan standar air bersih dan air minum. Parameter yang diuji antara lain parameter fisika (suhu, TDS, kekeruhan, warna, bau, dan rasa), parameter kimia (pH, besi (Fe), dan aluminium (Al)), dan parameter mikrobiologi (Bakteri E.coli dan Coliform). Hasil pengujian menunjukkan bahwa penjernihan air sumur dengan menggunakan karbon aktif jauh lebih baik dibandingkan dengan hasil pengujian air sumur dengan metode elektrokoagulasi. Hal ini terlihat pada parameter fisika dan kimia yang sudah memenuhi standar air bersih (Permenkes RI No. 416 Tahun 1990) dan standar air minum (No. 492/MENKES/PER/IV/2010). Sedangkan untuk parameter mikrobiologi masih belum memenuhi standar air bersih dan air minum.

(Ronny, Muhammad Saleh, 2018) Pencucian pakaian dan peralatan rumah tangga (binatu) adalah salah satu bisnis yang bergerak dalam layanan pekerjaan rumah tangga. Pengusaha kecil pencuci pakaian (laundry) dimulai di kota besar, banyak orang yang tidak memiliki waktu untuk mencuci pakaiannya sendiri karena pekerjaannya. Usaha laundry ini sangat membantu, tetapi pada akhirnya akan timbul masalah lingkungan yang disebabkan oleh limbah. Limbah yang dihasilkan oleh sisa proses pencucian memiliki potensi untuk menyebabkan polutan ke lingkungan, terutama pada tempat pembuangan air. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi kadar COD dengan suatu metode *filtration multimedia fliters* pada limbah cucian dengan menggunakan berbagai ketebalan media yang berbeda. Penelitian ini dilakukan secara eksperimen, yaitu untuk mengetahui bagaimana persen efisiensi penurunan kadar COD dengan *filtration multimedia filters* pada cucian limbah. Hasil penelitian yang dilakukan oleh *filtration multimedia filters* berbagai ketebalan rata-rata media turun menjadi 453,33 mg / l dengan persentase penurunan 46,33% dan *filtration multimedia filters* berbagai ketebalan rata-rata media kedua turun menjadi 320 mg / l dengan persentase penurunan 63,07%. Kesimpulan dari percobaan ini, *filtration multimedia filters* dapat mengurangi tingkat limbah cair COD tetapi tidak efisien jika tidak memenuhi persyaratan Peraturan Gubernur mengenai Regulation Nomor 69 tahun 2010 Tentang Persyaratan standar lingkungan hidup yang diizinkan tingkat COD adalah 100 mg / l.

(Nine Elissa Maharani, Wartini, 2017) melakukan penelitian efektifitas filter serpihan batu marmer dalam penurunan kadar besi, mangan dan magnesium pada air sumur gali di Desa Kaloran Kecamatan Wonogiri Kabupaten Wonogiri. Sampel diambil dari salah satu air sumur gali penduduk yang memiliki karakteristik berwarna kekuningan kecoklatan, berbau besi dan agak amis, serta meninggalkan noda kuning pada bak mandi. Jenis penelitian ini adalah *eksperimental* dengan rancangan *post test only control group design*. Pada penelitian ini dilakukan dengan 3 perlakuan terhadap sampel air. Perlakuan I sebagai kontrol yaitu sampel air tidak diberikan perlakuan filter serpihan batu marmer. Perlakuan II sampel diberikan perlakuan berupa filter

batu marmer dengan diameter < 1 mm dan yang ketiga sampel air sumur gali diberikan perlakuan dengan media filter batu marmer dengan diameter ≥ 1 mm. Hasil dari ketiga jenis perlakuan tersebut kemudian dibandingkan dan dianalisis efektivitas filter batu marmer dalam menurunkan kadar besi, mangan dan magnesium dalam air sumur gali. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *One Way Anova* dengan taraf 5%. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa tidak ada efektivitas filter batu marmer dalam penurunan besi, mangan dan magnesium, dengan nilai p berturut-turut 0,193; 0,930 dan 0,729.

(Zulia Nur Rachma, Suparno, 2016) Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui : (1) pengaruh volume absorben dan jenis absorben terhadap kejernihan air, *total dissolved solid* (TDS), dan pH, (2) pengaruh jenis absorben terhadap kadar Fe, (3) pengaruh variasi komposisi jenis absorben terhadap Intensitas transmisi cahaya, total dissolved solid (TDS), pH, dan kadar Fe, dan (4) pengaruh daya serap sistem FAS (*Filtrasi, Absorpsi, Sedimentasi*) terhadap penurunan kadar total *coliform* dalam proses filtrasi sampel air sumur di LPPMP UNY. Penelitian ini menggunakan sistem penjernihan air FAS (*Filtration, Absorbstion, and Sedimentation water purification system*). Sistem ini menggunakan 5 kolom pipa dan air dialirkan melalui pipa pralon. Filtrasi dan absorpsi terjadi pada semua pipa, sedangkan sedimentasi terjadi saat air mengalir ke atas. Hasil proses filtrasi ini diukur menggunakan alat transmisi cahaya lux meter untuk uji kejernihan air, dengan TDS meter digital untuk uji total zat padat terlarut, pH meter digital untuk uji derajat keasaman, dan uji kadar Fe dan uji total *coliform*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: Efisiensi transmisi cahaya (*ET*) dan TDS untuk variasi volume tertinggi adalah karbon aktif kayu sengon yaitu $(92\pm 1)\%$ dan 150 ppm. Hasil pengukuran pH konstan dari sebelum proses filtrasi dan setelah proses filtrasi, efisiensi penyerapan kadar Fe tertinggi yaitu karbon aktif kayu sengon yaitu $(96,88\pm 0,32)\%$, *ET* dan TDS pada variasi komposisi jenis absorben yang tertinggi adalah variasi karbon-karbon-pasir-pasir yaitu $(90\pm 1)\%$ dan 151 ppm. Efisiensi penyerap anion Fe tertinggi untuk variasi komposisi jenis absorben adalah karbon-pasir-pasir-kerikil dan karbon-pasir-kerikil-kerikil yaitu $(93,75\pm 0,33)\%$.

Hasil total coliform pada karbon aktif kayu sengon menunjukkan penurunan dari 210MPN/100ml menjadi 43MPN/100ml.

3.6 Pemanfaatan Membran untuk filtrasi

(Yusriani Sapta Dewi, 2009) melakukan penelitian membandingkan pemanfaatan membran selulosa dan kertas saring *milliphore pada aplikasi filtrasi*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa membran selulosa efektif dalam proses filtrasi pengelolaan limbah tekstil. Membran selulosa tanpa *vacuum* pada proses filtrasi mempunyai efisiensi lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lain.

(F. Zulfi, K. Dahlan, P. Sugita, 2014) melakukan penelitian filtrasi dengan membran kitosan dan silika sekam padi (biosilika) dengan teknik inversa fasa. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa karakteristik fluks membran, yang merupakan salah satu indikator kualitas kinerja membran. Variasi rasio massa kitosan dan biosilika adalah 1; 1,5; 2 dan 3 untuk membran A, B, C, dan D. Hasil perhitungan fluks pada masing-masing membran menunjukkan bahwa terjadi penurunan fluks membran secara eksponensial seiring bertambahnya waktu. Membran B mempunyai karakteristik fluks yang lebih baik dibandingkan dengan lainnya karena fluks rata-rata pada filtrasi limbah elektroplating paling besar dibandingkan yang lainnya yaitu 19115,62 L/m²;jam dengan nilai porositas paling tinggi yaitu 87,79 %. Mekanisme fouling pada membran kitosan-biosilika disebabkan karena terjadinya penutupan sejumlah pori membran yang dijelaskan melalui pendekatan kurva penurunan fluks dengan data eksperimen.

BAB 3

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan desain filtrasi terbaik pada tipe dua, tiga, dan empat, dengan variasi tekanan dan kecepatan. Untuk mencapai tujuan tersebut dilakukan dengan:

- Membuat dua, tiga, dan empat jenis desain filter dengan dua jenis membran filtrasi yang berbeda kemudian melakukan simulasi dengan variasi kecepatan dan tekanan untuk mendapatkan desain filtrasi terbaik
- Menganalisis pengaruh tekanan dan kecepatan pada proses filtrasi

3.2. Manfaat penelitian

Sebagai bahan masukan bagi masyarakat yang menggunakan sistem membran dalam mengolah air asam sebagai sumber air minum. Susunan membran dengan jumlah membran: 2, 3 dan 4 memberikan kelebihan dan kekurangan yang perlu dipelajari sehingga dapat menghasilkan air filtrasi dengan hasil yang terbaik dan layak untuk dikonsumsi. Jumlah kolaborasi membran 2 sampai 3 yang berbeda menghasilkan laju filtrasi yang baik. Namun pada filter tipe empat, penggunaan filter sejenis sangat disarankan. Dalam kasus lain dari sistem yang beroperasi pada tekanan tinggi, wilayah *Cross-Flow Reversal* (CFR) muncul. Pada area dekat dinding, tekanan cenderung melambat akibat CFR dan gesekan dengan dinding.

Bagi para peneliti, hasil penelitian ini dapat dijadikan salah satu sumber informasi dan data dasar mengenai teknik pengolahan air yang paling efektif dalam menurunkan kadar kesadahan serta untuk melakukan penelitian selanjutnya dibidang filtrasi menggunakan membran.

BAB 4

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Tempat dan waktu pelaksanaan

Pelaksanaan riset ini dilakukan di Laboratorium Perancangan Teknik mesin ULM, waktu pelaksanaan bulan januari-Juli 2020.

4.2 Alat dan Bahan

Penelitian ini dilakukan dengan cara simulasi menggunakan ANSYS seri 14.5, versi student. Adapun proses simulasi dimulai dengan mendesain sebuah alat filtrasi dengan beberapa tingkat lapisan yang masing-masing lapisan memiliki beda kerapatannya. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh jumlah saringan terhadap pola kecepatan aliran dan mengetahui pengaruh jumlah saringan terhadap pola tahanan aliran.

Alat dan bahan yang digunakan meliputi:

a) Simulasi ANSYS:

- Seperangkat Komputer dengan data teknis: RAM minimum: 16 GB (64GB+ lebih direkomendasikan, Hard drive space: 2TB, Physical cores: 4-12, OS;Windows 7/10, Workstation graphics card.
- Software ANSYS R 14.5, Versi Student.
- Mouse Wireless
- Hardisk penyimpan data
- CD
- Flashdisk

b) Pengukuran data air asam gambut:

- Hidrometer (Alat pengukur massa jenis)
- Termometer (Alat pengukur suhu)
- Barometer (Alat untuk mengukur tekanan gas di udara terbuka)

c) Pengambilan gambar:

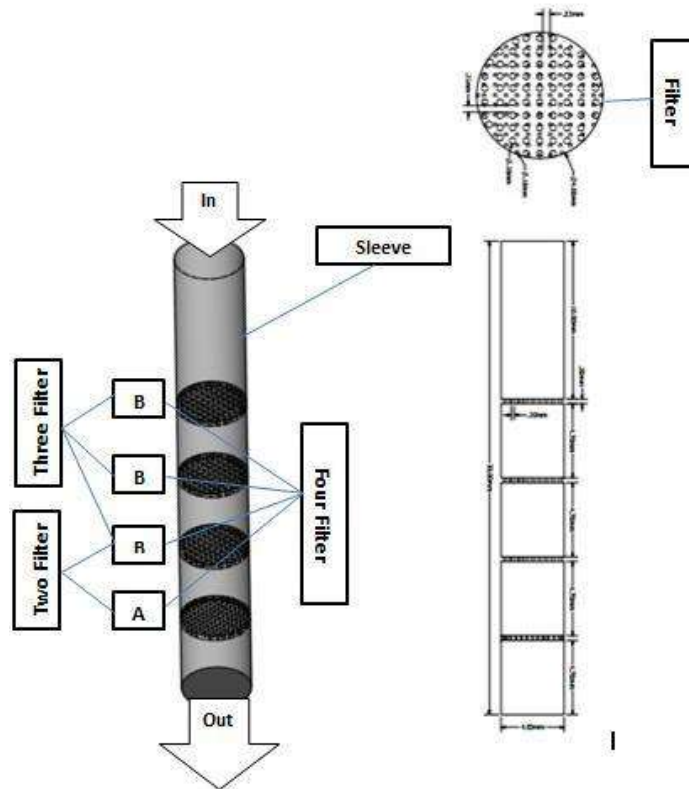
- Mikroskop digital
- Kamera mikro

d) Alat filtrasi untuk uji efektifitas dari saringan:

Tabel 4.1 Nama dan Ukuran filter

No.	Nama Filter	Bahan	Mesh	Thickness (mm)	Ukuran (<i>meshing</i>)		
					inchi	mm	Mikro meter
1.	Filter A	Nilon	80	0,30	0,00787	0,2	200
2.	Filter B	Nilon	150	0,25	0,00393	0,1	100

e) Pengukuran kualitas air dari sampel air asam gambut di tiga tempat yang mewakili didaerah kalimantan selatan.

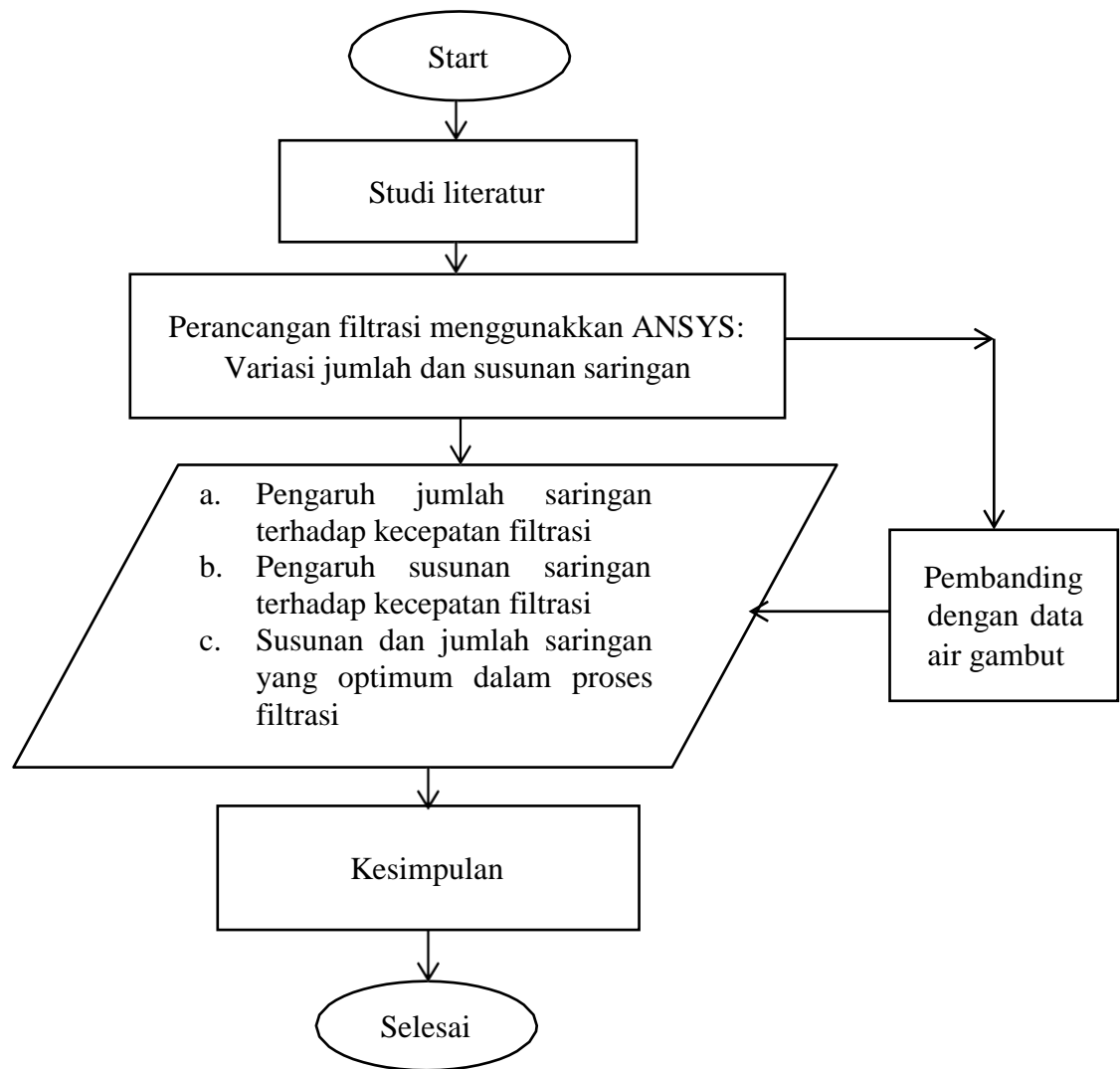


Gambar 4.1. Rancangan Filtrasi air asam gambut

f) Variasi jumlah saringan filtrasi:

- Variasi tipe Two filter dengan jumlah dan susunan saringan 2 buah
- Variasi tipe Three filter dengan jumlah dan susunan saringan 3 buah
- Variasi tipe Four filter dengan jumlah dan susunan saringan 4 buah

4.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 4.2. Diagram alir penelitian

4.4 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini meliputi variabel bebas dan variabel terikat sebagai berikut:

- Variabel bebas: Jumlah, susunan saringan dan meshing filter
- Variabel terikat: kecepatan filtrasi, tekanan filtrasi dan desain optimum

Tabel 4.2. Rencana Simulasi Filtrasi dengan Variasi Jumlah dan Susunan Filter

No.	Tipe	Jumlah Filter (buah)	Susunan Filter	Kecepatan Filtrasi (m^3/s)	Desain Terbaik
1.	<i>Two Filter</i>	2	A-A; B-B; A-B; B-A	V_{1-4}	DT
2.	<i>Three Filter</i>	3	A-A-A; B-B-B; B-A-B; B-B-A	V_{1-4}	
3.	<i>Four Filter</i>	4	A-A-A-A; B-B-B-B; B-A-B-B; B-B-B-A	V_{1-4}	

Tabel 4. 3. Pengambilan data pada Air Asam didaerah Gambut

No.	Air Asam	Data lapangan Air Asam		
		Temperatur ($^{\circ}C$)	Massa Jenis (Kg/m^3)	Tekanan udara (N/m^2)
1.	Daerah I	T_1	ρ_1	P_1
		T_2	ρ_2	P_2
		T_3	ρ_3	P_3
2.	Daerah II	T_1	ρ_1	P_1
		T_2	ρ_2	P_2
		T_3	ρ_3	P_3
3.	Daerah III	T_1	ρ_1	P_1
		T_2	ρ_2	P_2
		T_3	ρ_3	P_3

Tabel 4.4. Uji Kualitas air hasil filtrasi

No.	Parameter	Satuan	Kadar maksimum
1.	PH (<i>Potential Hidrogen</i>)	-	6-9
2.	TDS (<i>Total Dissolve Solid</i>)	mg/L	150
3.	BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>)	mg/L	50
4.	COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	mg/L	100

4.5 Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian ini dimulai dengan studi literatur, penyediaan bahan dan alat penelitian. Langkah selanjutnya adalah desain filtrasi menggunakan ANSYS: dengan variasi jumlah dan susunan saringan. Setelah itu menganalisa hasil dari desain yang terbaik dari penelitian ini kemudian membandingkan hasilnya dengan data hasil survey air asam gambut pada 3 daerah yang berbeda diwilayah Kalimantan Selatan.

BAB 5

HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1. Hasil penelitian studi simulasi filtrasi membran dengan variasi jumlah filter pada media air gambut

Tabel 5.1., menunjukkan hasil simulasi pada filter tipe-2, 3, dan 4 diperoleh nilai kecepatan dan tekanan yang bervariasi. Dalam pembentukan dua filter diperoleh nilai kecepatan antara (8,553 hingga 12,46 m/s), tiga filter (9,1313 hingga 11,33 m/s) dan empat filter (9,271 hingga 12,56 m/s). Nilai kecepatan terendah terjadi pada filter tipe-2 (2B) sebesar 8,553 m/s, sedangkan kecepatan tertinggi pada filter tipe-4 (4A) dengan nilai 12,56 m/s. Tekanan pada filter tipe-2, berkisar dari ($6,066 \times 10^4$ hingga $13,18 \times 10^4$ Pa), filter tipe-3: ($9,29 \times 10^4$ hingga $15,30 \times 10^4$ Pa) dan filter tipe-4: ($10,57 \times 10^4$ hingga $19,66 \times 10^4$ Pa). Nilai tekanan terendah terjadi pada filter tipe-2 (2B) sebesar $6,066 \times 10^4$ Pa, sedangkan tekanan tertinggi terjadi pada filter tipe-4 (4A) sebesar $19,66 \times 10^4$ Pa.

Tabel 5.1. Hasil simulasi kecepatan dan tekanan untuk berbagai filter

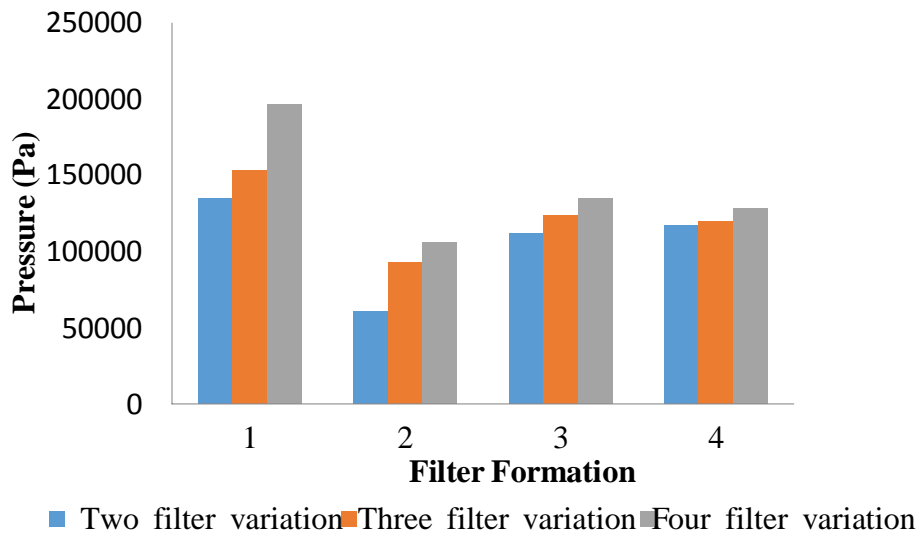
Filter Type	Velocity (m/s)	Pressure (Pa)	Filter Formation
2	12.29	13.48×10^4	(A-A) or 2A
	8.553	6.066×10^4	(B-B) or 2B
	11.32	11.16×10^4	(A-B)
	12.46	11.74×10^4	(B-A)
3	11.27	15.30×10^4	(A-A-A) or 3A
	9.313	9.29×10^4	(B-B-B) or 3B
	10.64	12.41×10^4	(B-A-B)
	11.33	11.96×10^4	(B-B-A) or 2B-A
4	12.56	19.66×10^4	(A-A-A-A) or 4A
	9.271	10.57×10^4	(B-B-B-B) or 4B
	9.594	13.52×10^4	(B-A-B-B) or B-A-2B
	11.10	12.85×10^4	(B-B-B-A) or 3B-A

Tabel 5.1., menunjukkan hasil simulasi pada filter tipe 2, 3, dan 4 dengan masing-masing 4 formasi yang berbeda. Tipe dua, hasil laju filtrasi terbaik diperoleh pada formasi B-A, dengan nilai kecepatan 12,46 m/s. Tipe 3 menghasilkan kecepatan

filtrasi terbaik pada formasi 2B-A, dengan nilai kecepatan 11,33 m/s. Tipe 4 menghasilkan laju filtrasi terbaik dalam formasi 4A. Hasil ini dapat disimpulkan bahwa bila jumlah membran 2 dan 3 maka kolaborasi antara dua membran yang berbeda menghasilkan laju filtrasi yang baik. Namun pada filter tipe-empat, penggunaan filter sejenis lebih disarankan.

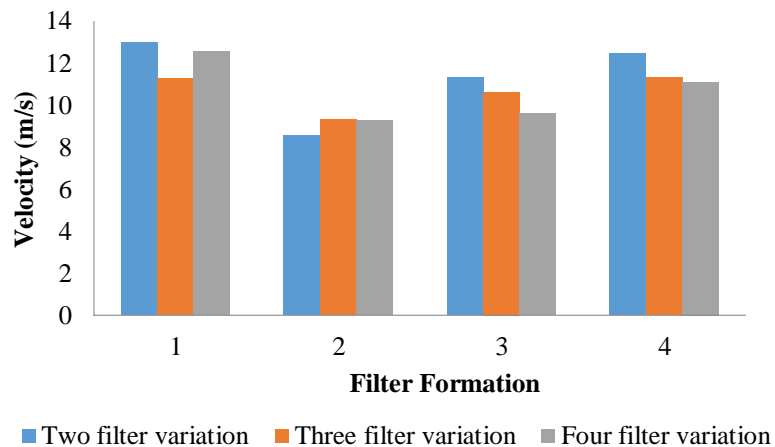
5.2. Pembahasan hasil penelitian studi simulasi filtrasi membran dengan variasi jumlah filter pada media air gambut

Gambar 5.1., menunjukkan grafik hubungan antara formasi filter dan tekanan yang terjadi pada proses filtrasi. Grafik ini menunjukkan kejadian tekanan terendah di setiap jenis filter yang diwakili oleh tipe-2 dengan formasi 2B; tipe-3 dengan formasi 3B dan tipe-4 dengan formasi 4B. Hal ini menunjukkan bahwa menggunakan filter lubang yang sama memberikan keuntungan pada tingkat tekanan yang lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan filter yang berbeda dengan lubang yang berbeda. Dalam penggunaan lubang filter yang berbeda, nilai tekanan cenderung lebih tinggi. Nilai tekanan meningkat bila ada resistansi besar saat melewati filter. Penempatan filter dengan lubang besar pada awal filtrasi akan meningkatkan tekanan seperti pada filter tipe-2 dengan formasi BA, dengan nilai tekanan $P_{B-A} = 11,74 \times 10^4$ Pa. Hal ini terjadi karena proses filtrasi pada level pertama akan lebih halus dengan lubang membran yang lebih besar. Kemudian dilanjutkan ke tahap filtrasi kedua dengan lubang membran yang lebih kecil agar tekanannya lebih baik jika dibandingkan dengan formasi A-B.



Gbr. 5.1. Hubungan antara formasi Filter dan Tekanan

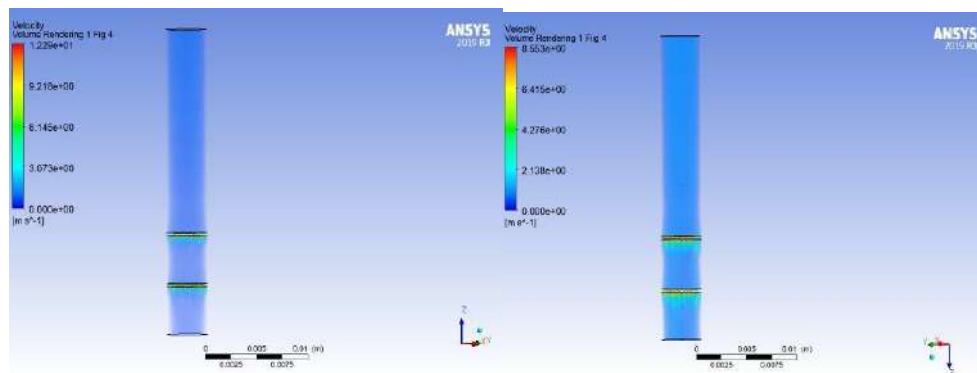
Gambar 5.2., menunjukkan grafik hubungan antara formasi filter dan laju filtrasi yang terjadi. Hasil grafik ini menunjukkan bahwa kecepatan terendah pada setiap jenis filter diwakili oleh: tipe-2 dengan formasi 2B (8,553 m/s); tipe-3 dengan formasi 3B (9,133 m/s) dan tipe-4 dengan formasi 4B (9,271 m/s). Hal ini menunjukkan bahwa menggunakan filter dengan lubang membran yang sama memberikan kecepatan yang lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan filter dengan lubang membran yang berbeda. Nilai kecepatan meningkat ketika fluida melewati filter dengan lubang kecil karena tahanannya besar.



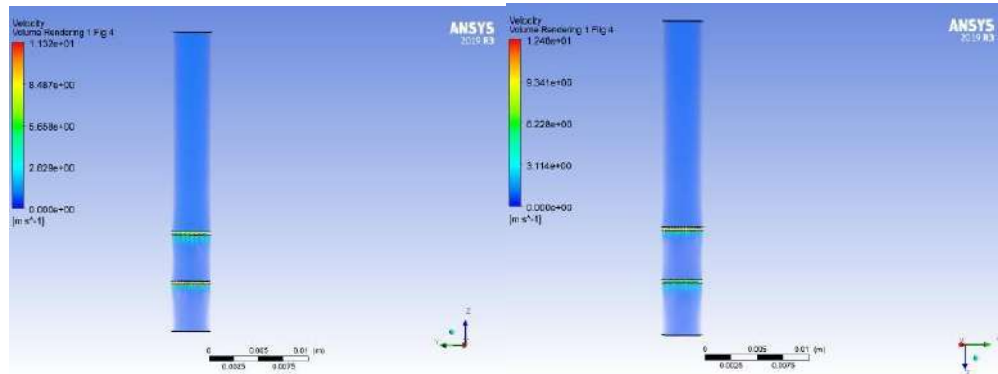
Gambar 5.2. Hubungan antara formasi Filter dan Kecepatan filtrasi

Ada tiga keunikan yang dapat dijadikan pedoman dalam menyusun formasi filtrasi saat menggabungkan beberapa filter yang memiliki lubang membran dengan ukuran berbeda. Pertama, penataan membran filtrasi secara berurutan dari ukuran lubang besar ke kecil sangat menguntungkan, hal ini dibuktikan dengan nilai kecepatan dan tekanan yang lebih baik seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.1., terjadi pada formasi A-B dan B-A. Dalam filter tipe-3, jika membran diposisikan dengan lubang kecil di tengah, kecepatan berkurang, dan tekanan meningkat. Jika posisi membran lubang kecil ditempatkan pada susunan terakhir maka berlaku sebaliknya. Hal ini dapat diamati pada fenomena yang ditunjukkan pada Tabel 5.1., yang terjadi pada formasi B-A-B dan 2B-A. Pada filter tipe-4, jika membran lubang kecil ditempatkan di tengah, kecepatan berkurang tetapi tekanan meningkat. Hal ini berlaku sebaliknya ketika membran lubang kecil disusun di ujungnya. Hal ini dapat diamati pada fenomena yang ditunjukkan pada Tabel 5.1., pada formasi B-A-2B dan 3B-A.

Hasil simulasi kecepatan pada filter tipe-2 dengan formasi AA, BB, AB, dan BA ditunjukkan pada Gambar 5.3. Kecepatan tertinggi pada formasi BA dengan nilai kecepatan 12,46 m/s, kecepatan terendah dalam formasi BB dengan nilai kecepatan 8,553 m/s.



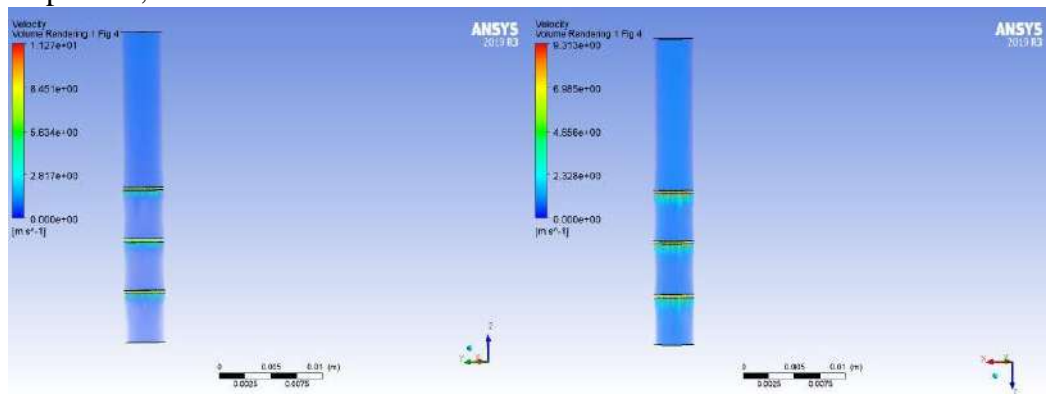
a b



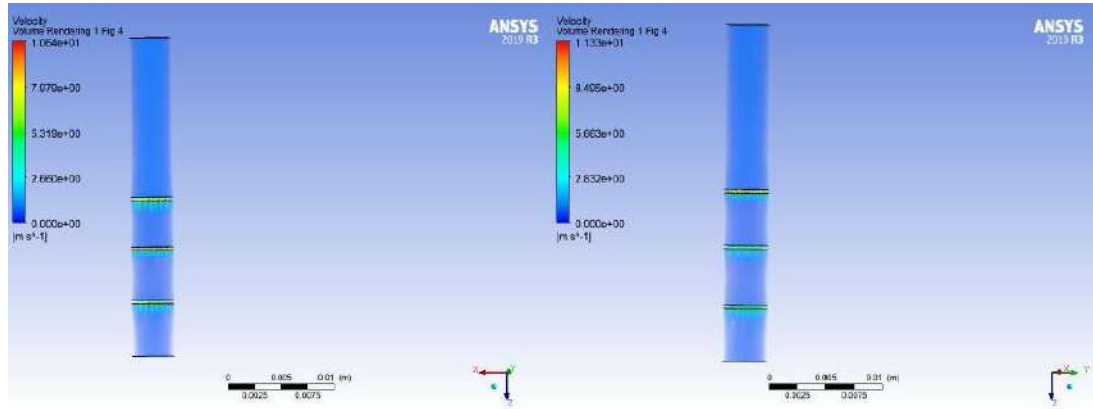
c d

Gambar 5.3. Simulasi kecepatan pada: a - Filter tipe 2 formasi: A-A; b - Formasi tipe 2 filter: B-B; c - Formasi Filter Tipe 2: A-B dan d - Formasi filter tipe 2: B-A

Hasil simulasi kecepatan pada filter tipe-3 dengan formasi 3A, 3B, BAB, dan 2B-A ditunjukkan pada Gambar 5.4. Kecepatan tertinggi pada formasi 2B-A dengan nilai kecepatan 11,33 m/s, kecepatan terendah pada formasi 3B dengan nilai kecepatan 9,1313 m/s.



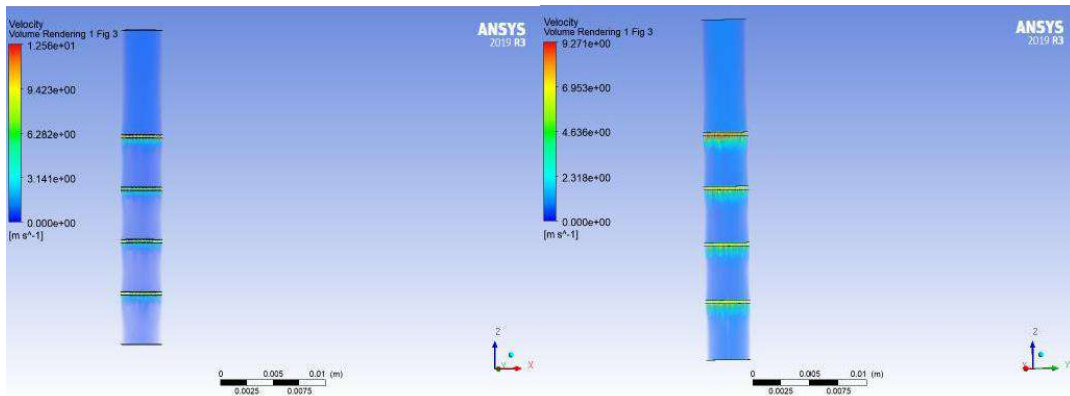
a b



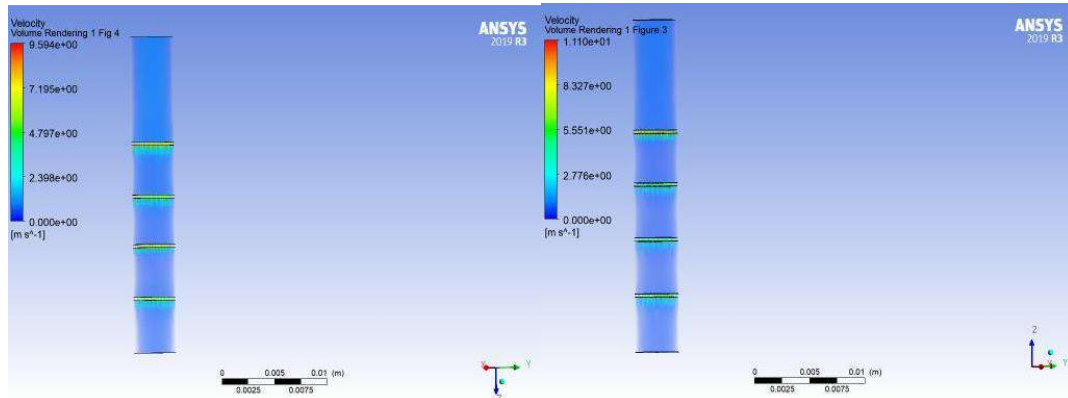
c d

Gambar 5.4. Simulasi kecepatan dalam formasi - Filter tipe 3: 3A; b - Filter tipe 3 formasi: 3B; c - Formasi Tipe 3 Filter: B-A-B dan d - Formasi tipe filter 3: B-B-A

Hasil simulasi kecepatan pada filter tipe-4 dengan formasi 4A, 4B, BA-2B, dan 3B-A ditunjukkan pada Gambar 5.5. Kecepatan tertinggi pada formasi 4A dengan nilai kecepatan 19,66 m/s, kecepatan terendah pada formasi 4B dengan nilai kecepatan 9,271 m/s.



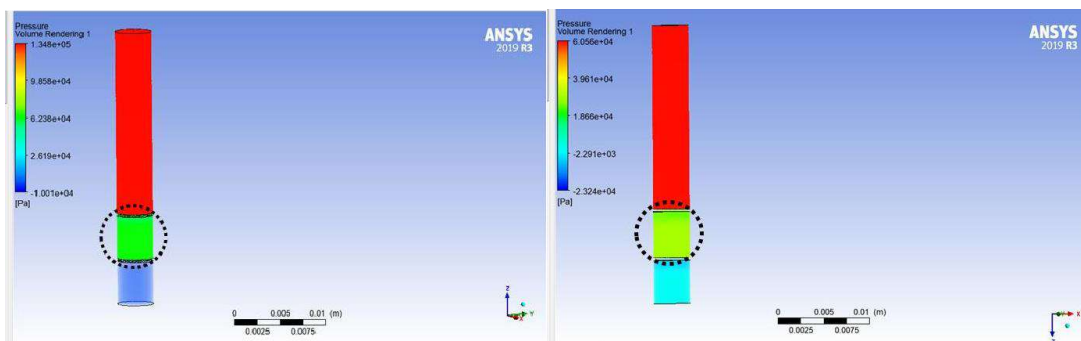
a b



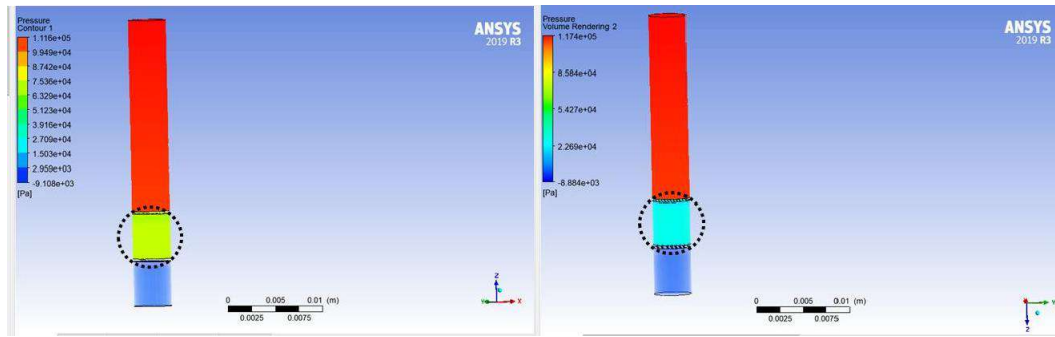
c d

Gambar 5.5. Simulasi kecepatan dalam formasi - Filter tipe 4: A-A-A-A; b - Formasi tipe 4 filter: B-B-B-B; c - Formasi Tipe 4 Filter: B-A-B-B dan d - Formasi tipe filter 4: B-B-B-A

Gambar 5.6., merupakan hasil simulasi tekanan yang terjadi pada proses filtrasi dengan formasi 2A; 2B; A-B dan B-A. Tekanan pada setiap formasi filter adalah: $P_{2A} = (13,48 \times 10^4 \text{ Pa})$, $P_{2B} = (6,056 \times 10^4 \text{ Pa})$, $P_{A-B} = (11,16 \times 10^4 \text{ Pa})$ dan $P_{B-A} = (11,74 \times 10^4 \text{ Pa})$. Dua hal yang penting dalam persiapan dan pemilihan jenis filtrasi pada kondisi ini, yaitu: jika menggunakan membran filtrasi lubang kecil di awal kemudian diakhiri dengan lubang filtrasi yang besar, didapat tekanan rendah seperti pada Gambar 5.6., c (tanda lingkaran), sedangkan jika sebaliknya tekanannya cenderung lebih tinggi Gambar 5.6., d (tanda lingkaran). Jika menggunakan membran filtrasi dengan ukuran lubang yang sama maka tekanan cenderung tinggi pada lubang membran kecil, Gambar 5.6., a (tanda lingkaran) dan jika lubang membran besar tekanan cenderung rendah Gambar 5.6., b (tanda lingkaran).



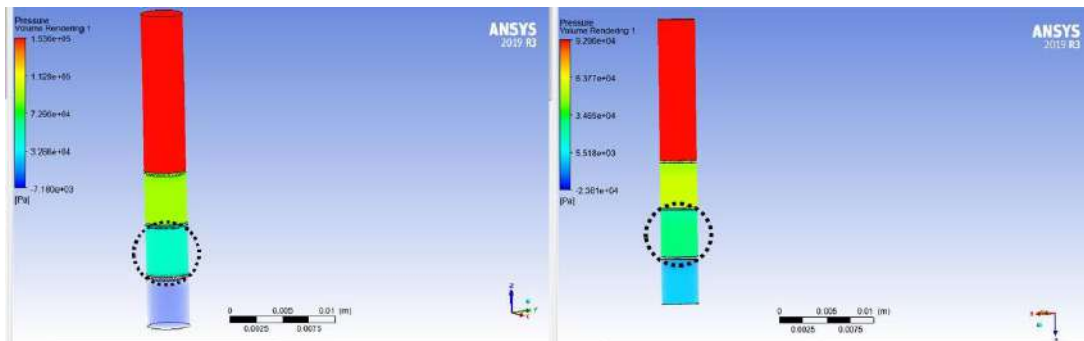
a b



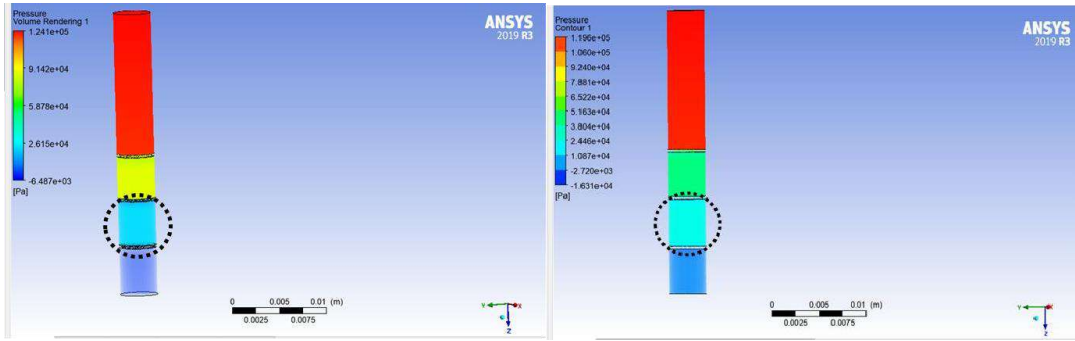
c d

Gambar 5.6. Simulasi tekanan pada filter tipe-2: a - Formasi: A-A; b - Formasi: B-B; c - Formasi: A-B dan d - Formasi: B-A

Gambar 5.7., merupakan hasil simulasi filter tipe-3 dengan formasi: 3A; 3B, B-A-B, dan 2B-A. Tekanan pada setiap formasi filter adalah: $P_{3A} = (15,30 \times 10^4 \text{ Pa})$, $P_{3B} = (9,29 \times 10^4 \text{ Pa})$, $P_{B-A-B} = (12,41 \times 10^4 \text{ Pa})$ dan $P_{2B-A} = (11,96 \times 10^4 \text{ Pa})$. Filter tipe-3 menunjukkan bahwa formasi 3A cenderung lebih tinggi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.7., (tanda lingkaran) jika dibandingkan dengan formasi lain hal ini disebabkan ukuran lubang filtrasi yang lebih kecil. Formasi filter B-A-B cenderung memiliki tekanan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan filter B-B-A. Hal ini dikarenakan tekanan balik aliran fluida yang mengenai membran A sangat efektif untuk meningkatkan tekanan yang terjadi pada ruang antara membran satu dan dua seperti yang ditunjukkan oleh tanda lingkaran pada Gambar 5.7., c. Ini berlaku secara terbalik pada formasi B-B-A yang ditunjukkan pada Gambar 5.7., d (tanda lingkaran).



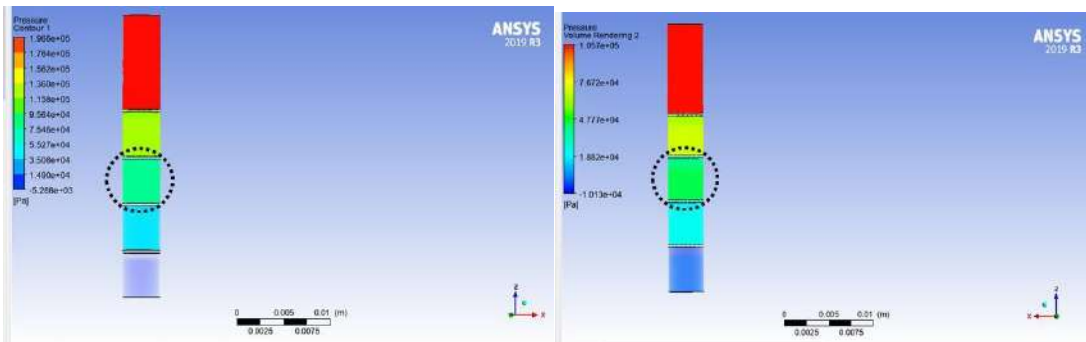
a b



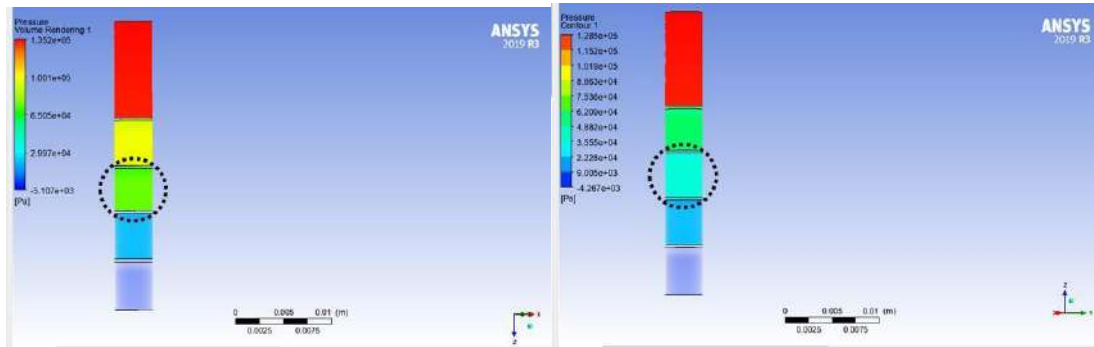
c d

Gbr 5.7. Tekanan simulasi pada a - Formasi tipe 3 filter: 3A; b - Filter tipe 3 formasi: 3B; c - Formasi Tipe 3 Filter: B-A-B dan d - Formasi tipe filter 3: B-B-A.

Gambar 5.8., merupakan hasil simulasi tekanan yang terjadi pada proses filtrasi tipe-4: 4A; 4B; B-A-2B dan 3B-A. Tekanan pada setiap formasi filter adalah: $P_{4A} = (19,66 \times 10^4 \text{ Pa})$, $P_{4B} = (10,57 \times 10^4 \text{ Pa})$, $P_{B-A-2B} = (13,52 \times 10^4 \text{ Pa})$ dan $P_{3B-A} = (12,85 \times 10^4 \text{ Pa})$. Hasil ini menunjukkan bahwa susunan filter empat filter-A cenderung memiliki tekanan yang lebih tinggi pada Gambar 5.8. (tanda lingkaran) jika dibandingkan dengan susunan empat filter-B pada Gambar 5.8. (tanda lingkaran). Hal ini karena lubang filter yang lebih kecil meningkatkan tekanan balik. Untuk pembentukan kolaborasi filter A dengan B, tekanannya lebih tinggi ketika filter-A berada di antara filter B seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.8. (tanda lingkaran). Ketika filter-A berada di ujung formasi maka tekanan cenderung menurun seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.8. (tanda lingkaran).



a b



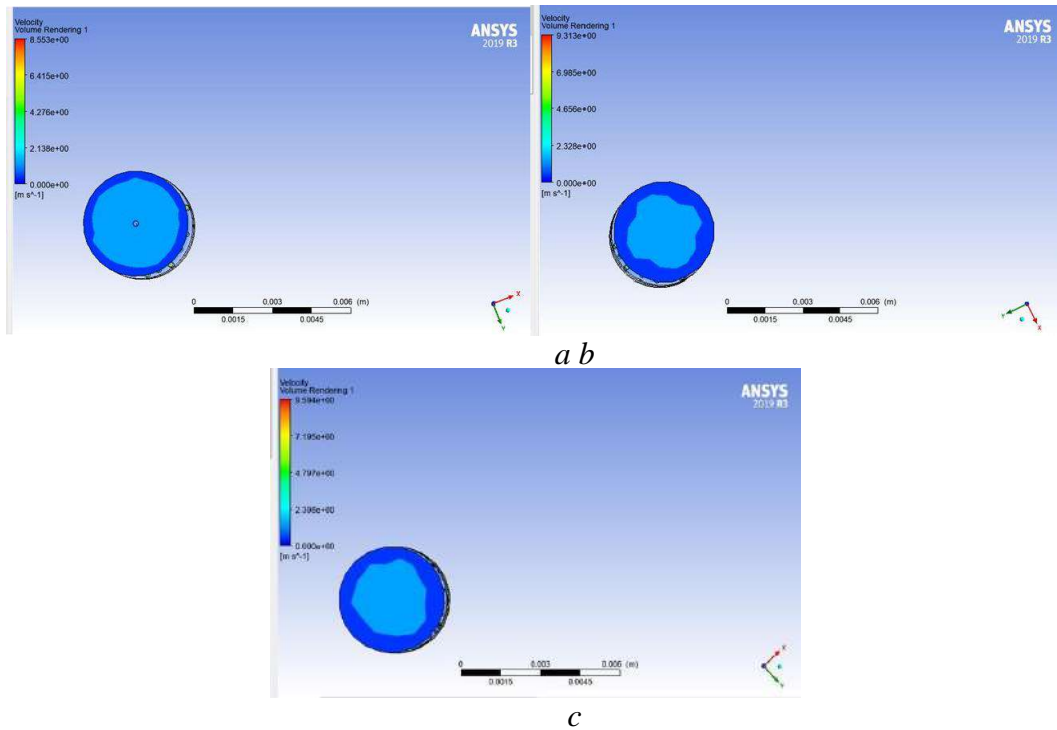
c d

Gbr 5.8. Tekanan simulasi pada: a - Filter tipe 4 formasi: 4A; b - Filter tipe 4 formasi: 4B; c - Formasi Tipe 4 Filter: B-A-2B dan d - Formasi tipe filter 4: 3B-A

Gambar 5.9., merupakan hasil simulasi kecepatan pada filter formasi tipe-2 (B-B), formasi tipe-3 (3B), dan formasi tipe 4 (B-A-2B). Kecepatan di tengah (biru muda) lebih tinggi dari kecepatan di tepi (biru tua). Simulasi ini menghasilkan nilai filter tipe-2 (8,553m/s) <filter tipe-3 (9,313m/s) <filter tipe-4 (9,594m/s). Ada perubahan dari satu profil kecepatan ke profil kecepatan berikutnya: area biru muda menyempit, hal ini menunjukkan peningkatan energi kecepatan terkonsentrasi di pusat. Dimana pusat gravitasi fluida berpusat di tengah kemudian memberikan dorongan untuk melewati celah filtrasi ke bawah. Partikel yang memiliki ukuran besar tetap tertahan oleh filter, sedangkan ukuran yang lebih kecil melewati proses filtrasi ke filter berikutnya. Bagian tengah membran adalah area yang menerima dorongan terkuat dari fluida filtrasi, jadi area ini kemungkinan besar akan cepat rusak. Ketika kecepatan bertambah, proses filtrasi menjadi lebih cepat.

Pada operasi bertekanan tinggi berkontribusi pada lapisan batas yang berkembang pesat di seluruh saluran. Kondisi ini tidak memungkinkan sistem mencapai kondisi steady-state aksial [22]. Perkembangan lapisan batas ini juga dipengaruhi oleh kecepatan masuknya, saat kecepatan masuknya rendah maka zat terlarut cenderung berada di sepanjang saluran medium dengan kecepatan tinggi cenderung macet dan menurun akibat pengaruh viskositas. Dalam kasus lain, sistem yang beroperasi pada tekanan tinggi memunculkan area *Cross-Flow Reversal* (CFR) seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 5.9. (biru tua). Pada area dekat dinding,

kecepatan cenderung melambat akibat CFR dan gesekan dengan dinding.



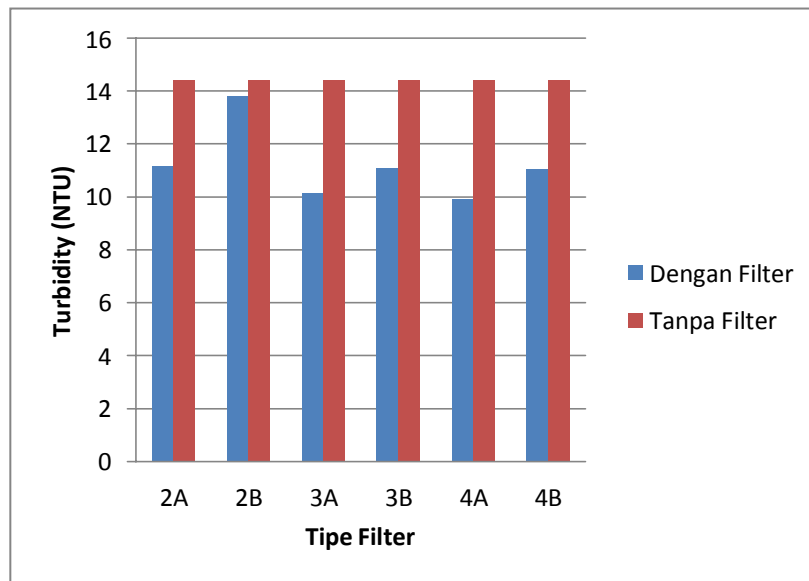
Gambar 5.9. Simulasi kecepatan pada: a –Filter tipe - 2 formasi: B-B; b – filter tipe - 3 formasi: 3B; dan c - Formasi tipe-4 Filter: B - A - 2B

Gambar 5.9., menampilkan hasil simulasi peningkatan kecepatan pada setiap kondisi: gambar (5.9., a): $V_{2B} = 8,553 \text{ m/s}$, gambar (5.9., b): $V_{3B} = 9,133 \text{ m/s}$ dan gambar (5.9., c): $V_{B-A-2B} = 9,594 \text{ m/s}$. Terlihat bahwa ketika kecepatan bertambah, area warna biru muda semakin kecil dan area biru tua semakin lebar. Hal ini disebabkan adanya senyawa organik yang terdapat pada air gambut yang terkumpul di tengahnya sehingga menghambat laju proses filtrasi yang terjadi. Bagian tepi cenderung memiliki hambatan yang kecil sehingga air gambut menerobos membran di tepi terlebih dahulu.

5.3. Pembahasan Analisis Filtrasi Susun Rangkap pada Formasi Filter Sejenis dengan Media Air Gambut

5.3.1. Grafik Hubungan antara formasi filter terhadap turbidity

Gambar 5.10. menunjukkan grafik hubungan antara formasi filter terhadap tingkat kekeruhan hasil filtrasi. Pada eksperimen ini menggunakan 6 formasi filter masing-masing dengan rincian sebagai berikut: formasi dua filter (2A, 2B), formasi tiga filter (3A, 3B) dan formasi empat filter (4A, 4B).



Gambar 5.10. Grafik hubungan antara formasi filter terhadap turbidity

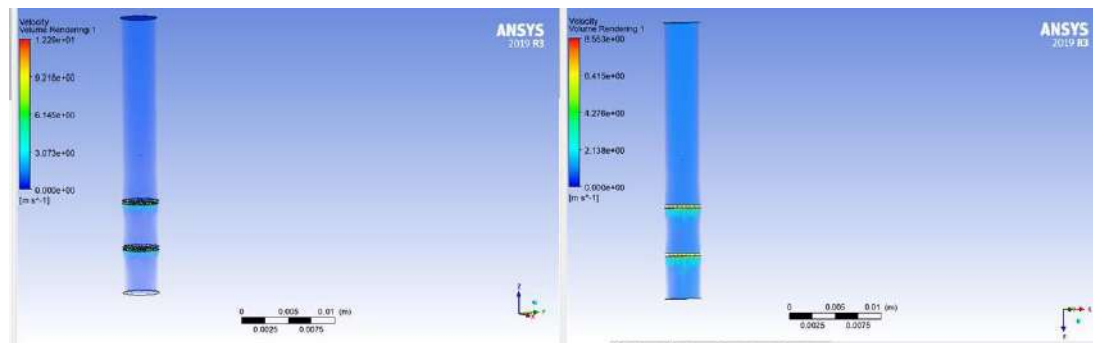
Tabel 5.2. menunjukkan hasil pengambilan data tingkat kekeruhan (turbidity) air gambut. Hasil pengujian ini menunjukkan tingkat kekeruhan yang berbeda berkisar antara (9,90-11,17 NTU) pada formasi (4A-2A) dan (11,03-13,80 NTU) pada formasi (4B-2B). Hasil presentase penurunan kekeruhan ditampilkan dalam tabel 5.2., dimana presentase penurunan kekeruhan berkisar (22,43-31,25%) pada formasi 2A, 3A dan 4A. Sedangkan pada formasi 2B, 3B dan 4B berkisar antara (4,17-23,40%). Hasil ini menunjukkan peningkatan jumlah filter berpengaruh terhadap penurunan kekeruhan filtrasi dan berlaku sebaliknya. Hasil presentase kekeruhan menunjukkan formasi filter jenis A lebih baik jika dibandingkan dengan filter jenis B. Hal ini disebabkan oleh ukuran lubang filtrasi jenis A yang lebih kecil jika dibandingkan dengan lubang filtrasi B seperti ditunjukkan pada gambar 5.10.

Tabel 5.2. Hasil Tes turbidity pada air gambut

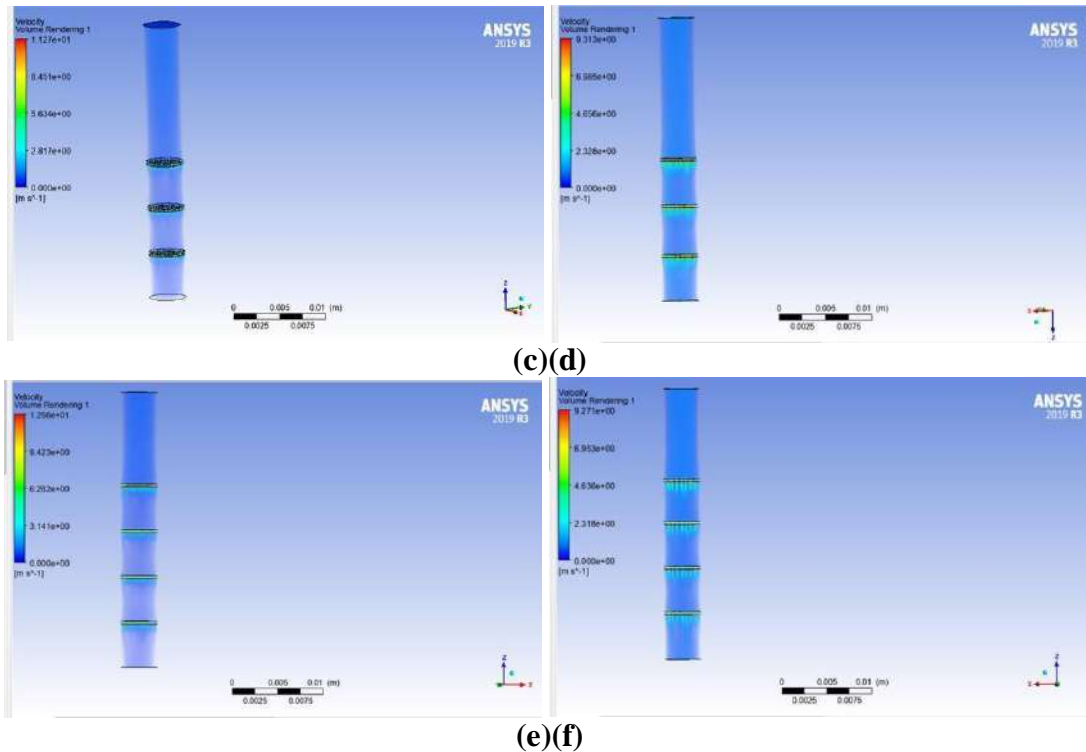
No.	Formasi Filter	Uji Turbidity (NTU)	Uji Turbidity/ Tanpa filter (NTU)	Presentase penurunan kekeruhan (%)
1.	2A	11,17	14,4	22,43
2.	2B	13,80	14,4	4,17
3.	3A	10,13	14,4	29,65
4.	3B	11,10	14,4	22,92
5.	4A	9,90	14,4	31,25
6.	4B	11,03	14,4	23,40

5.3.2. Hasil simulasi kecepatan pada berbagai formasi filter susun rangkap

Gambar 5.11. menunjukkan hasil simulasi kecepatan pada formasi filter 2A, 2B, 3A, 3B dan 4A, 4B. Masing-masing kecepatan dalam setiap formasi filter jenis A (2A, 3A, 4A) adalah: 12,29 m/s, 11,27 m/s, 12,56 m/s dan jenis filter B (2B, 3B, 4B) adalah: 8,553 m/s, 9,313 m/s, 9,271 m/s. Kecepatannya filtrasi cenderung meningkat dengan penambahan jumlah filter. Hasil simulasi ini menunjukkan tingkat kecepatan filtrasi jenis A lebih tinggi jika dibandingkan dengan filtrasi jenis B. Hal ini disebabkan oleh lubang filtrasi jenis A yang lebih kecil jika dibandingkan dengan lubang filtrasi jenis B.



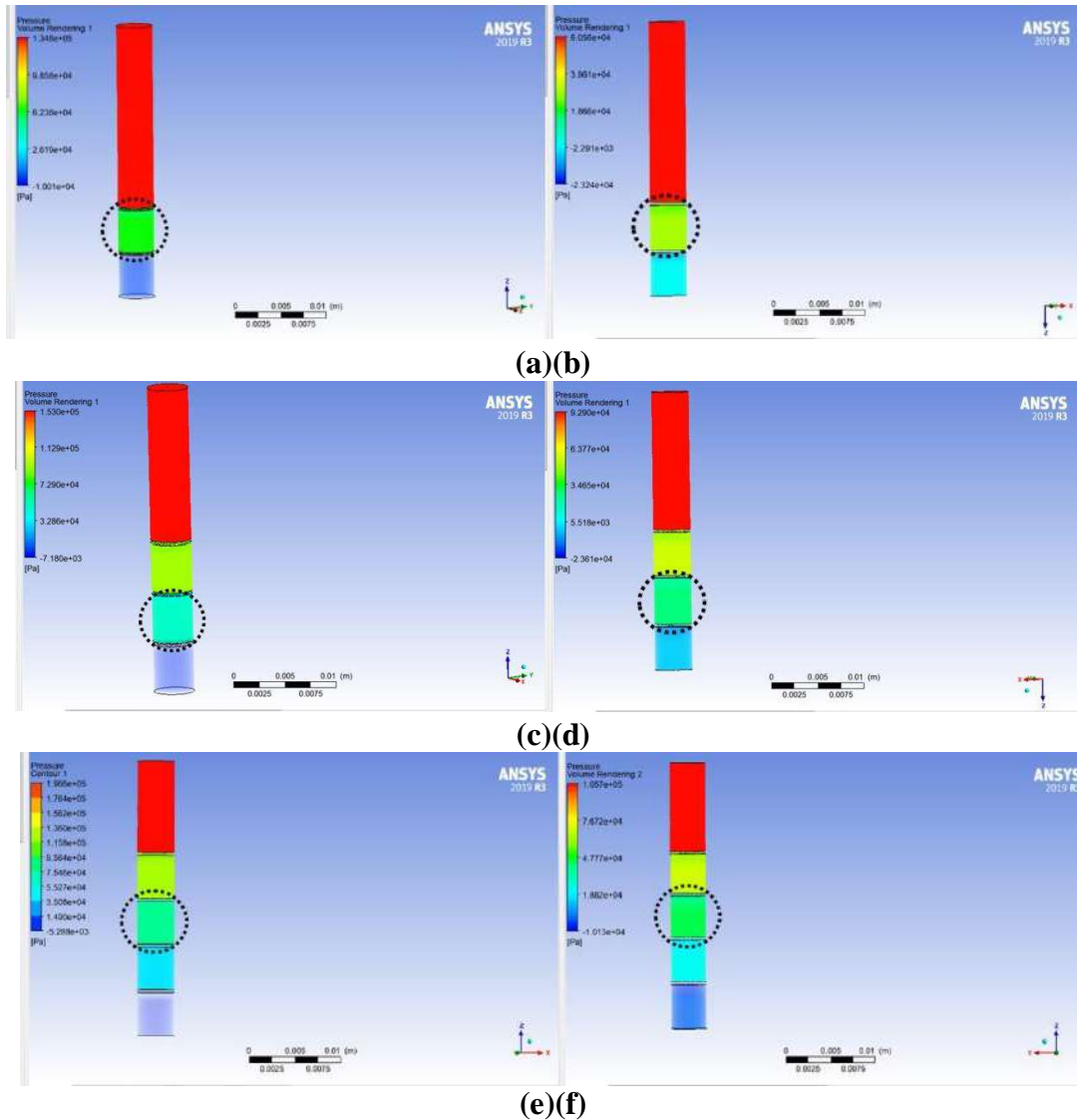
(a)(b)



Gambar 5.11. Simulasi kecepatan pada: (a). Formasi-2A (b). Formasi-2B (c). Formasi-3A (d). Formasi-3B (e). Formasi-4A (f). Formasi-4B

5.3.3. Hasil simulasi tekanan pada berbagai formasi filter susun rangkap

Gambar 5.12. menunjukkan hasil tekanan pada formasi filter 2A, 2B, 3A, 3B, 4A dan 4B. Masing nilai tekaannya adalah sebagai berikut: $P_{2A}=1,348 \times 10^5 \text{ Pa}$, $P_{2B}=6,056 \times 10^4 \text{ Pa}$, $P_{3A}= 1,530 \times 10^5 \text{ Pa}$, $P_{3B}= 9,290 \times 10^4 \text{ Pa}$, $P_{4A}= 1,966 \times 10^5 \text{ Pa}$, $P_{4B}= 1,057 \times 10^5 \text{ Pa}$. Hasil tekanan ini menunjukkan jenis filtrasi-A lebih tinggi tekanannya jika dibandingkan dengan tipe-B, Hal ini menunjukkan penggunaan filter dengan lubang kecil meningkatkan tekanan yang terjadi pada proses filtrasi. Daerah tekanan yang berbeda mulai terjadi pada level kedua masing-masing ditunjukkan tanda lingkaran hitam, sedangkan pada formasi 3, 4 terjadi pada level ketiga. Hal ini disebabkan oleh tahanan yang terjadi ketika air melewati filtrasi pada level kedua yang terus meningkat hingga mencapai filtrasi pada level yang terakhir. Simulasi ini menggambarkan peningkatan tekanan yang semakin tinggi ketika menggunakan jumlah saringan yang semakin banyak.

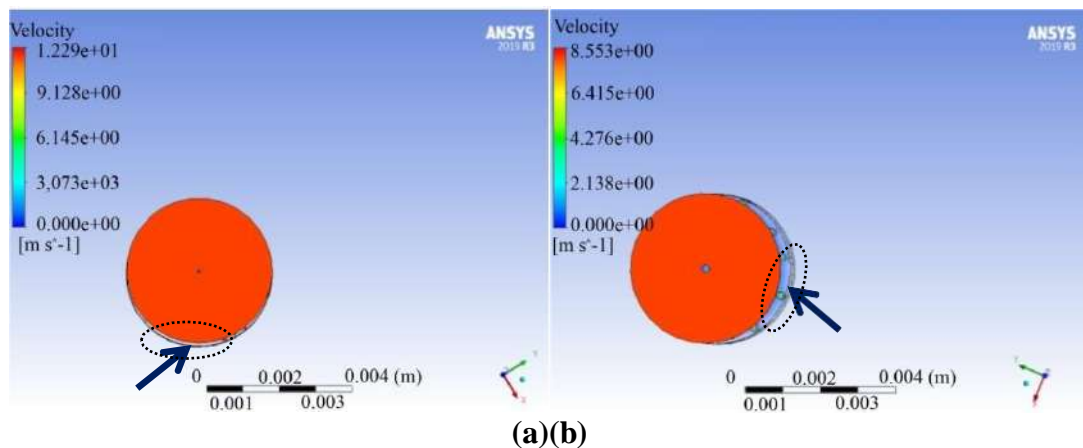


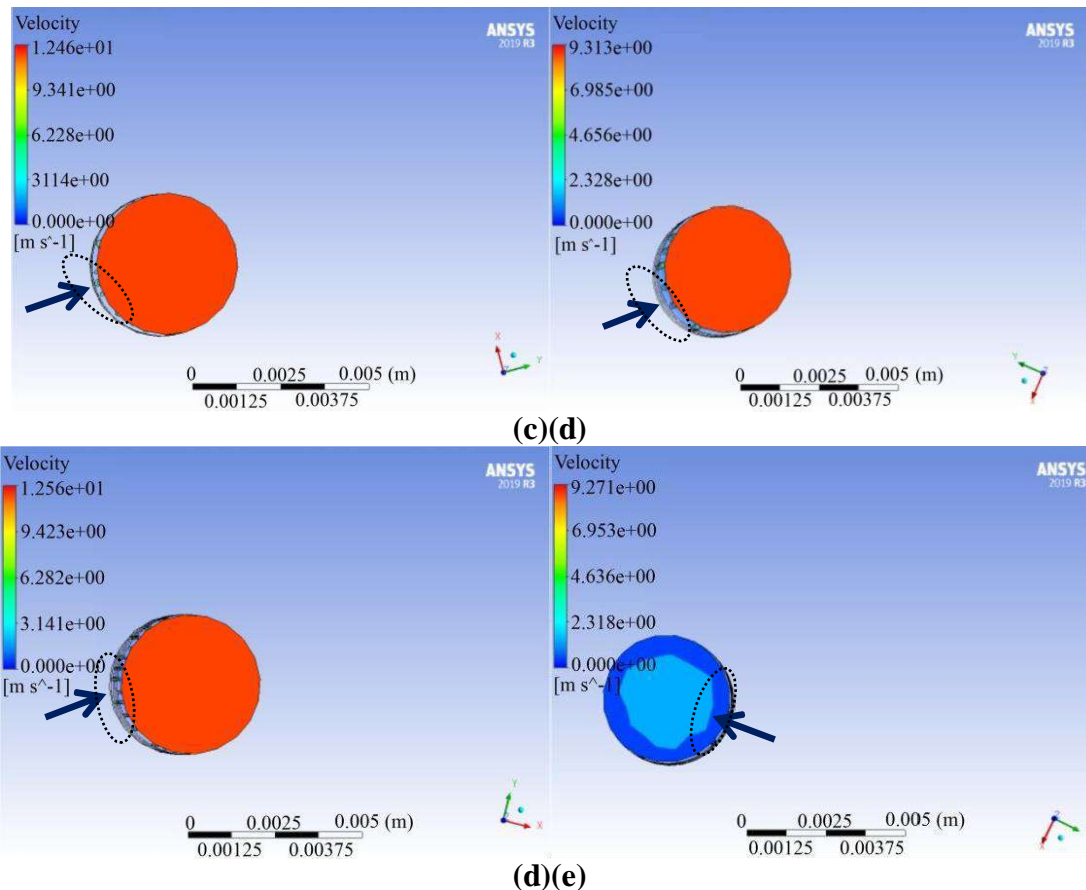
Gambar 5.12. Simulasi tekanan pada: (a). Formasi-2A (b). Formasi-2B (c). Formasi-3A, (d). Formasi-3B (e). Formasi-4A (f). Formasi-4B

5.3.4. Hasil simulasi kecepatan pada penampang melintang formasi filter susun rangkap

Gambar 5.13. menunjukkan gambar kecepatan pada formasi filter 2A, 2B; 3A, 3B dan 4A dan 4B masing-masing menunjukkan hasil kecepatan sebagai berikut $V_{2A}=12,29$ m/s, $V_{3A}= 12,46$ m/s, $V_{4A}= 12,56$ m/s dan $V_{2B}= 8,553$ m/s, $V_{3B}= 9,313$ m/s, $V_{4B}= 9,27$ m/s. Hasil data ini menunjukkan adanya tren peningkatan kecepatan dengan penambahan jumlah filter.

Operasi bertekanan tinggi berkontribusi pada lapisan batas yang berkembang pesat di seluruh saluran. Kondisi ini tidak memungkinkan sistem mencapai kondisi steady-state aksial [11, 12]. Perkembangan lapisan batas ini juga dipengaruhi oleh kecepatan masuknya, saat kecepatan masuknya rendah maka zat terlarut cenderung berada di sepanjang saluran medium dengan kecepatan tinggi cenderung macet dan menurun akibat pengaruh viskositas. Dalam kasus lain, sistem yang beroperasi pada tekanan tinggi muncul di area Cross-Flow Reversal (CFR) seperti yang ditunjukkan pada Gambar (5.13) tanda lingkaran. Pada area dekat dinding, tekanan cenderung melambat akibat CFR dan gesekan dengan dinding. Peningkatan kecepatan yang terjadi pada formasi A gambar (5.13a, b, d) mampu mengatasi terjadinya *Cross-Flow-Reversal* (CFR), sehingga hambatan ini hanya terjadi pada daerah yang tidak terlalu luas ditandai oleh lingkaran. Tetapi pada variasi 3B, gambar (5.13d) nampak jelas daerah CFR yang terbentuk (tanda lingkaran) daerah ini semakin membesar dan pada formasi 4B, gambar (5.13e) daerah CFR sangat nyata. CFR ini mampu menyerap energi kecepatan aliran sehingga memperlambat kecepatan filtrasi. Ketika kecepatan menurun terjadi perubahan warna pada penampangnya dari merah gambar (5.13d) menjadi warna biru tua dan muda gambar (5.13e) yang ditunjukkan oleh tanda lingkaran ellips.





Gambar 5.13. Simulasi kecepatan penampang (a). Formasi-2A (b). Formasi-2B (c). Formasi-3A (d). Formasi-3B (e). Formasi-4A (f). Formasi-4B

5.4. Luaran Yang Dicapai

Luaran pada penelitian ini adalah draft jurnal internasional wajib, tetapi dalam pelaksanaan penelitian ini berhasil publish di jurnal internasional bereputasi dan terindek scopus Q3 (lampiran 3.1.), publish di bulan Oktober pada edisi No. (5(107).2020). Selain jurnal internasional luaran penelitian adalah prosiding pada seminar nasional lahan basah yang diselenggarakan oleh LPPM Universitas Lambung Mangkurat (lampiran 3.2 dan 3.3).

Tabel 5.3. Luaran dari Penelitian

No.	Jenis Luaran				Indikator Capaian		
	Kategori	Sub Kategori	Wajib	Tambahan	TS ¹⁾	TS ⁺¹	TS ⁺²

1.	Artikel ilmiah dimuat di jurnal ²⁾	Internasional bereputasi	Draft Jurnal	Accepted	√		
		Nasional Terakreditasi	Tidak ada	Tidak ada			
		Nasional tidak terakreditasi	Tidak ada	Tidak ada			
2.	Artikel ilmiah Dimuat di prosiding ³⁾	Internasional Terindeks	Tidak ada	Tidak ada			
		Nasional	Draft Artikel	Publish	√		
3.	Invited speaker dalam temu ilmiah ⁴⁾	Internasional	Tidak ada	Tidak ada			
		Nasional	Tidak ada	Tidak ada			
4.	Visiting Lecturer ⁵⁾	Internasional	Tidak ada	Tidak ada			
5.	Hak Kekayaan Intelektual (HKI) ⁶⁾	Paten	Tidak ada	Tidak ada			
		Paten sederhana	Tidak ada	Tidak ada			
		Hak cipta	Tidak ada	Tidak ada			
		Merek dagang	Tidak ada	Tidak ada			
		Rahasia dagang	Tidak ada	Tidak ada			
		Desain produk industri	Tidak ada	Tidak ada			
		Indikasi Geografis	Tidak ada	Tidak ada			
		Perlindungan Varietas Tanaman	Tidak ada	Tidak ada			
		Perlindungan Topografi Sirkuit Terpadu	Tidak ada	Tidak ada			
6.	Teknologi Tepat Guna ⁷⁾	Tidak ada	Tidak ada				
7.	Model/Purwarupa/Desain/Karya seni/ Rekayasa Sosial ⁸⁾	Tidak ada	Tidak ada				
8.	Bahan Ajar ⁹⁾	Tidak ada	Tidak ada				
9.	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT) ¹⁰⁾	Tidak ada	Tidak ada				

1) TS = Tahun sekarang (tahun pertama penelitian)

2) Isi dengan tidak ada, draf, submitted, reviewed, accepted, atau published

3) Isi dengan tidak ada, draf, terdaftar, atau sudah dilaksanakan

4) Isi dengan tidak ada, draf, terdaftar, atau sudah dilaksanakan

5) Isi dengan tidak ada, draf, terdaftar, atau sudah dilaksanakan

- 6) Isi dengan tidak ada, draf, terdaftar, atau granted
- 7) Isi dengan tidak ada, draf, produk, atau penerapan
- 8) Isi dengan tidak ada, draf, produk, atau penerapan
- 9) Isi dengan tidak ada, draf, atau proses editing, atau sudah terbit
- 10) Isi dengan skala 1-9 dengan mengacu pada Lampiran A

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

a. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jumlah kolaborasi membran 2 sampai 3 dengan dua membran yang berbeda menghasilkan laju filtrasi yang baik. Namun pada filter tipe empat, penggunaan filter serupa disarankan.
2. Dalam kasus lain dari sistem yang beroperasi pada tekanan tinggi, wilayah *Cross-Flow Reversal* (CFR) muncul. Pada area dekat dinding, tekanan cenderung melambat akibat CFR dan gesekan dengan dinding.
3. Peningkatkan jumlah filter berpengaruh terhadap penurunan tingkat kekeruhan hasil filtrasi dan berlaku sebaliknya. Presentase kekeruhan menunjukkan formasi filter jenis A lebih baik jika dibandingkan dengan filter jenis B. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh ukuran lubang filtrasi terhadap hasil filtrasi.
4. Tingkat kecepatan filtrasi dipengaruhi oleh jenis lubang filtrasi yang digunakan semakin kecil ukuran lubang filtrasi maka proses filtrasi lebih cepat.
5. Terbentuknya *Cross-Flow-Reversal* (CFR) ketika menggunakan lubang filtrasi ukuran 200 mikron pada formasi 4 filter. Efek CFR sangat merugikan karena menyerap energi kecepatan aliran sehingga memperlambat kecepatan filtrasi.

b. Saran:

1. Menggunakan membran yang lebih bervariasi lagi baik bahan dan jumlah ukuran lubang yang berbeda.
2. Membuat variasi susunan membran yang lebih banyak lagi untuk menghasilkan hasil filtrasi yang lebih baik.
3. Menggunakan variasi tekanan dan kecepatan yang lebih luas lagi meliputi kecepatan rendah, sedang dan tinggi sehingga diperoleh desain yang terbaik pada tiga daerah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Asmadi, Khayan dan Heru SB, 2011, Teknologi Pengolahan Air Minum, Edisi Pertama, Gosyen Publishing, Yogyakarta, Hal: 16 – 31.
2. Ardiansyah, Bahri, S., Saryono, Wawan (2015). Peat Water Treatment with Natural Inorganic Coagulant International Journal of Science and Research (IJSR), 5 (8), 389–394. doi: <http://doi.org/10.21275/art2016833>.
3. Apriani, M., Masduqi, A., Hadi, W. (2016). Degradation of Organic, Iron, Color and Turbidity from Peat Water. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 11 (13), 8132–8138.
4. Arhin, S. G., Banadda, N., Komakech, A. J., Pronk, W., Marks, S. J. (2017). Optimization of hybrid coagulation-ultrafiltration process for potable water treatment using response surface methodology. Water Supply, 18 (3), 862–874. doi: <http://doi.org/10.2166/ws.2017.159>.
5. Brown, J. M. (2007). Effectiveness of Ceramic Filtration for Drinking Water Treatment in Cambodia. Chapel Hill, 256.
6. Braulio Bernales, 2013, Modeling of hydro dynamics and transfer phenomena in cross-flow membrane filtration, These *pour obtenir le grade de* Doctorat De L'universite D'aix-Marseille Discipline: M'ecanique et Physique des Fluide Pr'esent'ee et soutenue par: Braulio Bernalesle 10 d'ecembre 2013.
7. Basha, N., Cochrane, L., Culham, S., Hamad, F., Zulfiquir, A. (2016). CFD Study of Filtration Process in Moulded Filters within a Vacuum pump. Filtech 2016 – G3 – Mist and Droplet Separation.
8. Boutilier, M. S. H., Lee, J., Chambers, V., Venkatesh, V., Karnik, R. (2014). Water Filtration Using Plant Xylem. PLoS ONE, 9 (2), e89934. doi: <http://doi.org/10.1371/journal.pone.008993>.
9. Diko Susanto, Toibah Umi Kalsum, Yanolanda Suzantri H, 2014, Alat Penyaringan Air Kotor Menjadi Air Bersih Menggunakan Mikrokontroller Atmega-32, Jurnal Media Infotama Vol. 10 No. 2, September 2014, ISSN 1858 – 2680 Alat Penyaringan Air 142.
10. Deni Maryani, Ali Masduqi dan Atiek Moesriati, 2014, Pengaruh Ketebalan Media dan Rate filtrasi pada Sand Filter dalam Menurunkan Kekeruhan dan Total Coliform, Jurnal Teknik Pomits, Vol. 3, No. 2, (201 4), ISSN: 2337-3539 (2301 - 9271 Print).
11. Deni Maryani , Ali Masduqi dan Atiek Moesriati, 2014, Deni Maryani , Ali Masduqi dan Atiek Moesriati, 2014, Pengaruh Ketebalan Media dan Rate filtrasi pada Sand Filter dalam Menurunkan Kekeruhan dan Total Coliform, JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 3, No.2, (2014) ISSN: 2337-3539 (2301 -9271 Print).
12. F. Zulfi, K. Dahlan, P. Sugita, 2014, Karakteristik Fluks Membran Dalam Proses Filtrasi Limbah Cair Industri Pelapisan Logam, Jurnal Biofisika, Vol.10, No.1 . Maret 2014, 19-29.

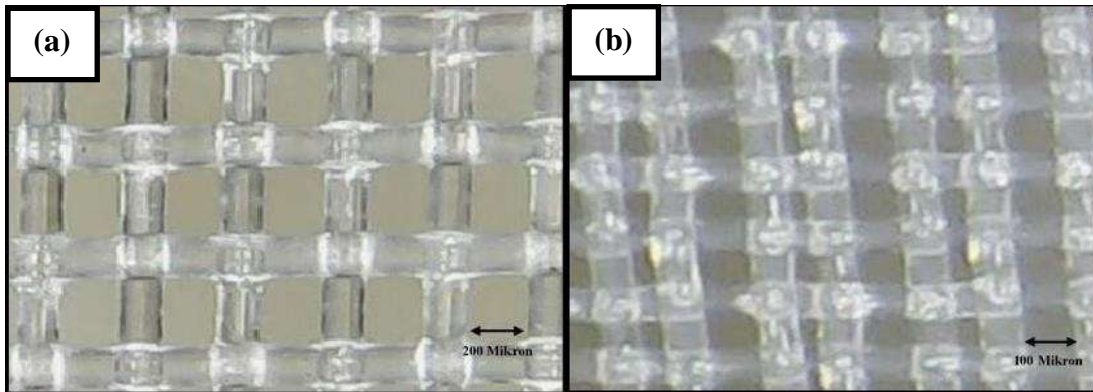
13. Gaulinger, S. (2007). Coagulation Pre-Treatment for Microfiltration with Ceramic Membranes, *Techneau*, 71.
14. Hosseini, S. A. (2011). Modeling Particle Filtration and Caking in Fibrous Filter Media. Virginia Commonwealth University, 224.
15. Ing. Daniel Kweku, Govi Paul Goddey G, 2016, Design of a Model Filtration System and Performing CFD/ Floxpress Analysis on It, *Journal of Resources Development and Management ISSN 2422-8397 An International Peer-reviewed Journal Vol.16*, 2016.
16. Irfan Febiary, Agnes Fitria W, Saudin Yuniarno, 2016, Efektivitas Aerasi, Sedimentasi, dan Filtrasi untuk Menurunkan Kekeruhan dan Kadar Besi (*Fe*) Dalam Air, *Jurnal Kesmas Indonesia*, Volume 8 No 1, Januari 2016, Hal 32-39.
17. Luluk Edahwati dan Suprihatin, 2012, Kombinasi Proses Aerasi, Adsorpsi, dan Filtrasi pada Pengolahan Air Limbah Industri Perikanan, *J u r n a l Ilmiah Teknik Lingkungan Vol.1 No.*
18. Londono, I. C. (2011). Assessment of Causes of Irreversible Fouling in Powdered Activated Carbon/ Ultrafiltration Membrane (PAC/UF) Systems. Vancouver, 56.
19. Murphy, Mike, 2008, Optimizing Filter Backwashing Bergren Associates, Inc www.entechdesign.com/pdf/Optimizing%20Filter%20Backwashing.pdf.
20. Mahestra Putra Utama , Rahayu Kusdarwati, danAdriana Monica Sahidu, 2017, Pengaruh Penggunaan Filtrasi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Penurunan Logam Berat Timbal (Pb) Air Tambak Kecamatan Jabon, Sidoarjo, *Journal of Marine and Coastal Science*, Vol. 6 No.1, Februari 2017.
21. Masthura, dan Ety Jumiati, 2017, Peningkatkan Kualitas Air Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dan Filter Karbon, *FISITEK: Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi*, Vol. 1, No. 2 , 2017, 1 -6 ISSN: 2580-989X.
22. Muhammad, J. (2020). Peat Water Purification by Hybrid of Slow Sand Filtration and Coagulant Treatment. *Journal of Environmental Science and Technology*, 13 (1), 22–28. doi: <http://doi.org/10.3923/jest.2020.22.28>.
23. Mahmud, M., Abdi, C., Mu'min, B. (2013). Removal Natural Organic Matter (NOM) in Peat Water from Wetland Area by Coagulation-Ultrafiltration Hybrid Process with Pretreatment Two-Stage Coagulation. *Journal of Wetlands Environmental Management*, 1 (1), 42–49. doi: <http://doi.org/10.20527/jwem.v1i1.88>.
24. Nine Elissa Maharani, Wartini, 2017, Efektifitas Filter Serpihan Marmer Terhadap Penurunan Kadar Besi, Mangan dan Magnesium pada Air Sumur Gali, *JURNAL KESEHATAN*, ISSN 1979-7621, Vol. 10, No. 1. Juni 2017.
25. Osterdahl, M. (2015). Slow sand filtration as a water treatment method An inventorying study of slow sand filters purification rates in rural areas in Colombia, 95.
26. Permenkes nomor 492/Men.Kes/ PER/IV/2010.
27. Patel, R., Shah, D., Prajapati, B. G., Patel, M. (2010). Overview of industrial filtration technology and its applications. *Indian Journal of Science and*

- Technology, 3 (10), 1121–1127.
28. Ronny, Muhammad Saleh, 2018, Penurunan Kadar COD dengan Metode Filtrasi Multimedia Filter pada Air Limbah Laundry, VOLUME 4, NO. 1, JANUARI —APRIL 2018 HIGIENE.
 29. Rachmat Subagyo, Hajar Isworo, 2020, Membrane Filtration Simulation Study with Variation in the Number of Filters on Peat Water Media, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729-3774 5/10 (107) 2020, DOI: 10.15587/1729-4061.2020.210462.
 30. Sri Widyastuti & Antik Sepdian Sari, 2011, Kinerja Pengolahan Air Bersih Dengan Proses Filtrasi Dalam Mereduksi Kesadahan, Jurnal Teknik WAKTU Volume 09 Nomor 01 – Januari 2011 – ISSN : 1412 – 1867.
 31. Sarman Oktovianus Gultom, Trhessya N. Mess, Isak Silamba, 2018, Pengaruh Penggunaan Beberapa Jenis Media Filtrasi Terhadap Kualitas Limbah Cair Ekstraksi Sagu, AGROINTEK Volume 12, No. 2 Agustus 2018.
 32. Sun, W., Liu, J., Chu, H., Dong, B. (2013). Pretreatment and Membrane Hydrophilic Modification to Reduce Membrane Fouling. *Membranes*, 3 (3), 226–241. doi: <http://doi.org/10.3390/membranes3030226>.
 33. Said Idaman Nusa, Wahyono, H., 1999, Pembuatan Filter Untuk Menghilangkan Zat Besi dan Mangan di dalam Air. (online) dari: <http://www.kelair.ppt.go.id/publikasi/buku10Patek/02Filter.pdf>[7oktober2016].
 34. Saifudin, MR dan Astuti, D., 2005, Kombinasi Media Filter untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe). *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*, Vol. 6, No. 1, 2005: 49 –64.
 35. Syafalni, S., Abustan, I., Brahmana, A., Farhana Zakaria, S. N., Abdullah, R. (2013). Peat Water Treatment Using Combination of Cationic Surfactant Modified Zeolite, Granular Activated Carbon, and Limestone. *Modern Applied Science*, 7 (2). doi: <http://doi.org/10.5539/mas.v7n2p39>.
 36. Usman Bapa Jenti dan Indah Nurhayati, 2014, Pengaruh Penggunaan Media Filtrasi Terhadap Kualitas Air Sumur Gali di Kelurahan Tambak Rejo Waru Kabupaten Sidoarjo, *Jurnal Teknik WAKTU* Volume 12 Nomor 02 – Juli 2014 – ISSN : 1412-1867.
 37. Yusriani Sapti Dewi, 2009, Efektivitas Filtrasi Membran Selulosa Dalam Pengelolaan Limbah Tekstil, *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT'S* Vol. 5 No.1.
 38. Zulia Nur Rachma, Suparno, 2016, Sistem Filtrasi dengan Karbon Aktif Kayu Sengon, Kerikil Aktif Sungai Krasak, dan Pasir Aktif Pantai Indrayanti pada Air Sumur di LPPMP UNY Sebagai Air Minum, *Jurnal Fisika* Volume 5, Nomor 2, Tahun 2016.
 39. Zularisam, A. W., Ismail, A. F., Salim, M. R., Sakinah, M., Matsuura, T. (2009). Application of coagulation–ultrafiltration hybrid process for drinking water treatment: Optimization of operating conditions using experimental design. *Separation and Purification Technology*, 65 (2), 193–210. doi: <http://doi.org/10.1016/j.seppur.2008.10.018>.

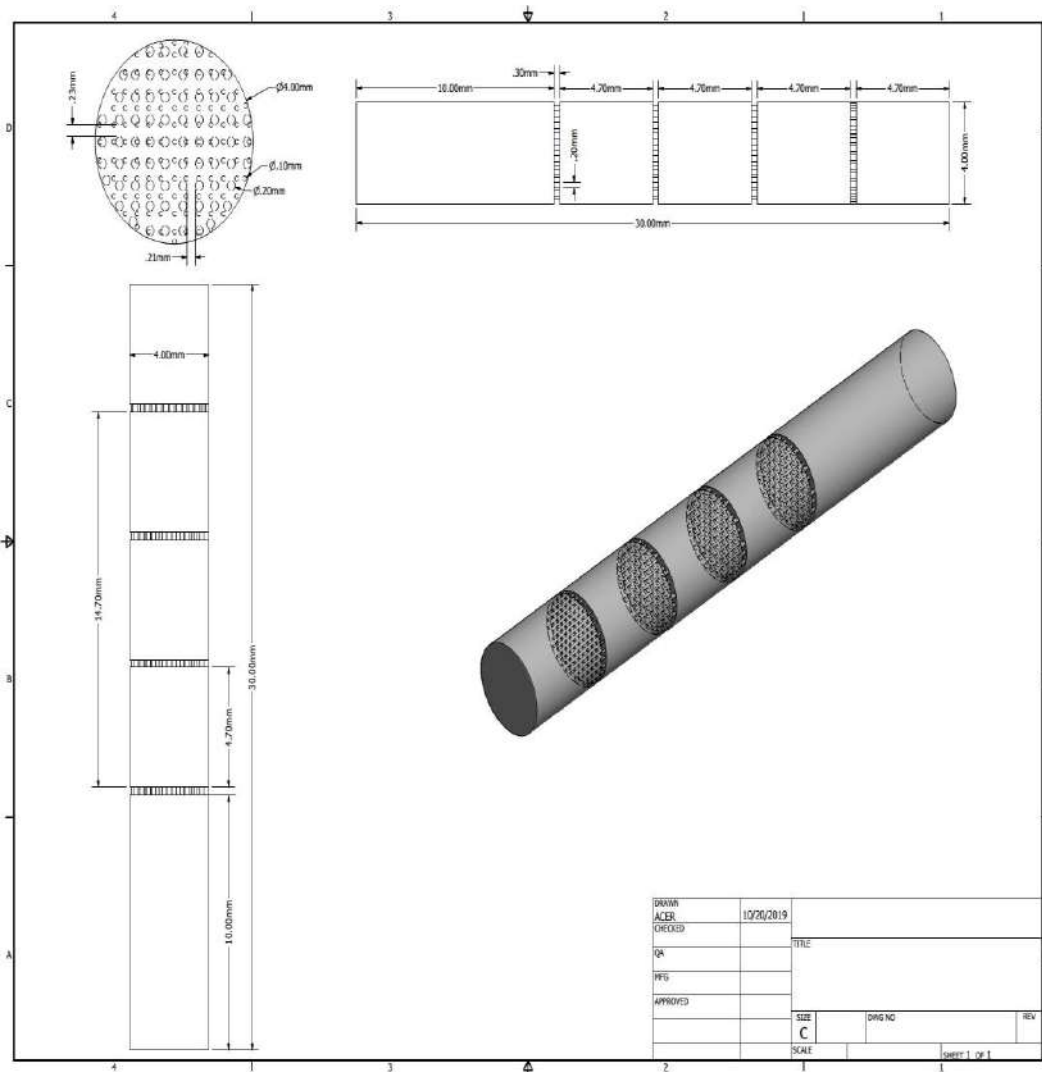
40. Zein, R., Mukhlis, Swesti, N., Novita, L., Novrian, E., Ningsih, S., Syukri (2016). Peat Water Treatment by Using Multi Soil Layering (MSL) Method. *Der Pharma Chemica*, 8 (12), 254–261.

LAMPIRAN

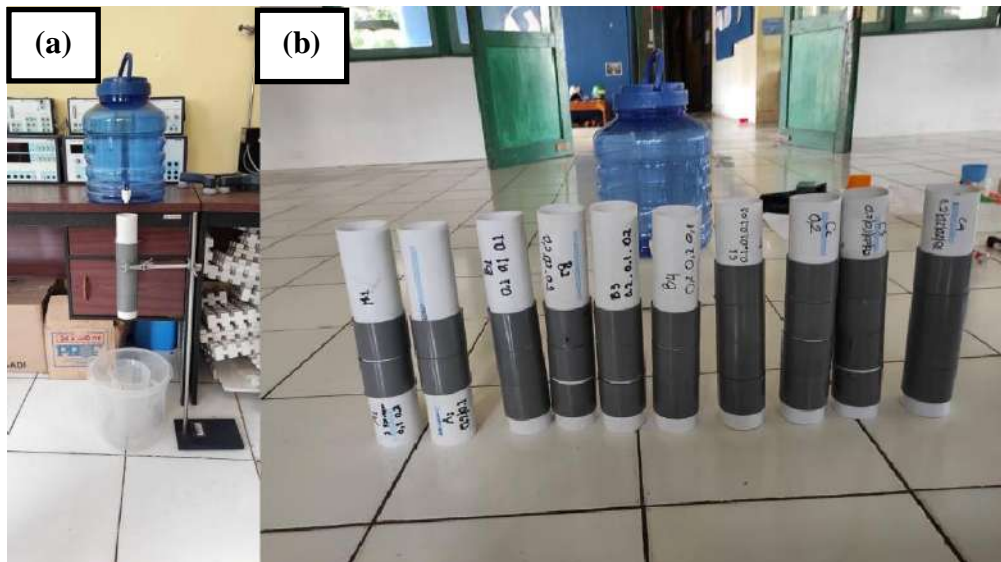
Lampiran 1. Instrumentasi Penelitian



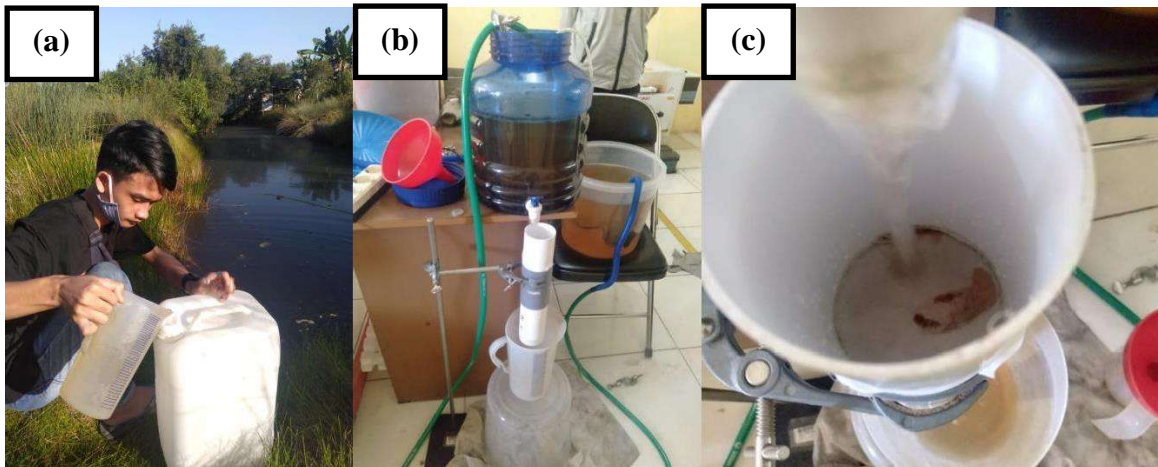
Lampiran 1. Gambar jenis filtrasi yang digunakan (a). Ukuran 100 mikron (b). Ukuran 200 mikron



Lampiran 2. Gambar desain alat filtrasi



Lampiran 3. Gambar persiapan penelitian (a). Pembuatan instalasi filtrasi (b). Pembuatan selongsong filtrasi



Lampiran 4. Proses penelitian (a). Pengambilan sampel air gambut (b). Pengambilan data filtrasi (c). Proses penuangan air sampel pada proses filtrasi

LAMPIRAN 2. PERSONALIA TENAGA PELAKSANA

1. Ketua Pelaksana

- a. Nama Lengkap : Dr. Rachmat Subagyo, ST, MT.
- b. Jenis Kelamin : Laki-Laki
- c. NIDN/ NIP : 0005087604
- d. Disiplin Ilmu : Teknik Mesin Konversi Energi
- e. Pangkat/Golongan : Penata Tk. I/ III d
- f. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
- g. Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Mesin
- h. Waktu Pelaksanaan : 20 jam/ Minggu

2. Anggota Pelaksana

- a. Nama Lengkap : Hajar Isworo, S.Pd, MT.
- b. Jenis Kelamin : Laki-Laki
- c. NIDN/ NIP : 0005087604
- d. Disiplin Ilmu : Teknik Mesin Desain
- e. Pangkat/Golongan : -
- f. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
- g. Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Mesin
- h. Waktu Pelaksanaan : 20 jam/ Minggu

3. Anggota Pelaksana

- a. Nama Lengkap : Najib Rahman, ST.
- b. Jenis Kelamin : Laki-Laki
- c. NIM : -
- d. Disiplin Ilmu : Teknik Mesin
- e. Pangkat/Golongan : -
- f. Jabatan Fungsional : -
- g. Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Mesin
- h. Waktu Pelaksanaan : 10 jam/ Minggu

4. Anggota Pelaksana

- a. Nama Lengkap : Hansen Rivaldo Napitupulu
- b. Jenis Kelamin : Laki-Laki
- c. NIM : 1710816110003
- d. Disiplin Ilmu : Teknik Mesin
- e. Pangkat/Golongan : -
- f. Jabatan Fungsional : -
- g. Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Mesin
- h. Waktu Pelaksanaan : 10 jam/ Minggu

5. Anggota Pelaksana

- a. Nama Lengkap : Dani Surya H. Silalahi
- b. Jenis Kelamin : Laki-Laki
- c. NIM : 1710816210007
- d. Disiplin Ilmu : Teknik Mesin
- e. Pangkat/Golongan : -
- f. Jabatan Fungsional : -
- g. Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Mesin
- h. Waktu Pelaksanaan : 10 jam/ Minggu

**LAMPIRAN 3.
ARTIKEL ILMIAH**

No.	Jenis Luaran	Nama Jurnal/ Proseding	Judul	Volume	Bukti
1.	Jurnal Internasional Bereputasi terindeks scopus Q3	Eastern-European Journal of Enterprise Technologies	Membrane Filtration Simulation Study with Variation in the Number of Filters on Peat Water Media	5/10 (107) 2020	Lampiran 1 Jurnal
2.	Proseding Seminar Nasional	Seminar Nasional Lahan Basah 2020	Analisis Filtrasi Susun Rangkap Pada Formasi Filter Sejenis Dengan Media Air Gambu	Proses Publikasi	Lampiran 2 (LOA)

25. Ipat'ev, V. A., Bulko, N. I., Mitin, N. V., Shabaleva, M. A., Didenko, L. G. (2004). Radioekologicheskiy fenomen lesnyh ekosistem. Gomel': IL NAN Belarusi, 310.
26. Eliashevich, N. V., Matsko, V. P., Skvernnyuk, I. I., Orehova, M. G. (1998). Verhovye bolota – fitomigratsionnye radionuklidnye anomalii. Fundamental'nye i prikladne aspekty radiobiologii: biologicheskie efekty malyh doz i radioaktivnoe zagryaznenie sredy: Tez. dokl. mezhdunar. nauchn. konf. Minsk, 73.
27. Ipatyev, V., Bulavik, I., Baginsky, V., Goncharenko, G., Dvornik, A. (1999). Forest and Chernobyl: forest ecosystems after the Chernobyl nuclear power plant accident: 1986–1994. Journal of Environmental Radioactivity, 42 (1), 9–38. doi: [https://doi.org/10.1016/s0265-931x\(98\)00042-3](https://doi.org/10.1016/s0265-931x(98)00042-3)
28. Kurchenko, I. N., Sokolova, E. V., Orlov, A. A. (2013). Endofitnye mikroskopicheskie griby vysshih rasteniy i ih ekologicheskaya rol' v biogeotsenozah sfagnovyh bolot Ukrainskogo Poles'ya. Mikobiota Ukrainskogo Poles'ya. Posledstviya Chernobyl'skoy katastrofy. Kyiv: Naukova dumka, 101–197.
29. Kurchenko, I. N., Sokolova, E. V., Orlov, A. A. (2013). Endofitnye mikroskopicheskie griby vysshih rasteniy i ih ekologicheskaya rol' v biogeotsenozah sfagnovyh bolot Ukrainskogo Polesya. Mikobiota Ukrainskogo Polesya. Posledstviya Chernobyl'skoy katastrofy. Kyiv: Naukova dumka, 101–197.

The rapid population growth has an impact on the increasing need for drinking water. In swamp areas, the need for drinking water cannot be met immediately because it still contains organic compounds that make the water unfit for consumption. Peat water contains dissolved organic compounds that cause the water to turn brown and have an acidic character, so it needs special processing before it is ready for consumption. For peat water to be used by the community for drinking water, it is necessary to find an easy and cheap way to treat peat water. The use of a filtration device is one of the solutions that must be done in peat water treatment. The purpose of this study was to determine the effect of flow patterns, speed, and pressure on the filtration process with variations in the type of membrane and filtration arrangement. This research method was carried out by simulation using ANSYS 14.5 series. The simulation process begins with designing a filtration device with the following types: two-filter, three-filter, and four-filter. Then the simulation was performed by entering the value of the peat water properties into the regulatory equation.

The results of this study indicate that the collaboration of two membranes with different holes in type-2 and 3 filters produces a good filtration rate. However, in type-4 filters, the use of a similar membrane is highly recommended. This filtration rate is influenced by the presence of a cross-flow reversal (CFR) region that appears, when using different filtration membranes at low pressure it doesn't matter. However, in other cases of systems operating at high pressure, CFR that appears tends to decrease the filtration rate, this is because CFR inhibits the flow rate in the filtration process

Keywords: *swamp areas, peat water, type of membrane, filtration arrangement, ANSYS 14.5*

Received date 10.09.2020

Accepted date 13.10.2020

Published date 31.10.2020

1. Introduction

The rapid population growth has an impact on the increasing need for drinking water. In swamp areas, the need for drinking water cannot be met immediately because it still contains organic compounds that make the water unfit for consumption. In the South Kalimantan area, we still encounter a lot of peat water, which is inundated peatlands or lowlands. Peat water contains dissolved organic compounds that cause the water to turn brown and have an acidic char-

acter, so it needs special processing before it is ready for consumption. For peat water to be used by the community for drinking water, it is necessary to find an easy and cheap way to treat peat water. The use of a filtration device is one of the solutions that must be done in peat water treatment.

Filtration with a membrane system is very suitable for application in peat water purification. In this purification process, several layers of membranes are needed to remove dissolved organic substances, so that the purified water is suitable for consumption. To determine the processes that

UDC 628.1

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.210462

MEMBRANE FILTRATION SIMULATION STUDY WITH VARIATION IN THE NUMBER OF FILTERS ON PEAT WATER MEDIA

Rachmat Subagyo

Doctor of Mechanical Engineering, Researcher*

E-mail: rachmatsubagyo@ulm.ac.id

Hajar Isworo

Masters of Mechanical Engineering, Researcher*

E-mail: hajarisworo@gmail.com

*Department of Mechanical Engineering

University of Lambung Mangkurat Banjarmasin

Jl. Brigjen. H. Hasan Basri, Kotak Pos 219,

Banjarmasin-South Kalimantan, Indonesia, 70123

Copyright © 2020, Rachmat Subagyo, Hajar Isworo

This is an open access article under the CC BY license

(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>)

occur in each layer of the membrane, it is necessary to examine the flow pattern, velocity, and pressure at each layer level. The best membrane arrangement needs to be examined by means of simulations in each layer by making variations in the arrangement of membranes in each type.

Therefore, a special study is examining membranes suitable for filtration of peat water, which contains a lot of dissolved organic compounds that cause water to turn brown and have an acidic nature so that it needs special processing before it is ready for consumption.

2. Literature review and problem statement

A fairly complicated and very challenging filtration simulation research has been carried out by [1]. In this research, the calculation of the airflow field and the trajectory of the air particles in a 3-D geometry that resembles the internal structure of a fibrous filter media was made. The pressure drop and efficiency of the microfilter (nanofibers) were simulated and compared with existing experimental studies. The results of this study were successful in finding the cross-section of the filtration fibers for the flow-slip type preferably (nanofibers) and no-slip microfibers. The leaner the fiber geometry, the lower the resistance, this shows that micron-sized fibers are better than nano-sized fibers. This research was continued by [2], conducting a simulation to determine the phenomenon of inflow concentration, flow rate, pressure, and membrane permeability in the filtration process. The simulation results can explain the variables that affect the filtration process, but they are not specifically able to explain the effect of flow patterns on the number of filters with different membrane hole sizes. Different membrane hole sizes have a great influence on the filtration flow rate, this is influenced by the size of the fiber itself [1]. The size of the membrane fibers at the micro-scale affects the flow that occurs, especially the speed during filtration. To determine the effect of micro-size membranes on the filtration rate, it is necessary to further study the numerical analysis of the membrane filtration process with variations in the filtration arrangement.

Filtration is a method of physical separation or better known as filtering that is done to separate solids and liquids. The types of filtration we are familiar with are: crystallization, distillation, sublimation, extraction, adsorption, chromatography, sieving, and evaporation. Research on various filtration methods has been carried out, including ceramic membrane microfiltration method [3, 4], coagulation filtration method [5], filtration method using self-cleaning materials [6], filtration method with adsorption mechanism [7], filtration method with xylem plant [8], biological sand filtration method (BSF) [9], filtration method with organic filtration membrane [10], Multi Soil Layering (MSL) filtration method [11], coagulation and flocculation type filtration methods [12], hybrid coagulation-ultrafiltration system filtration method [13] and hybrid coagulation-ultrafiltration method [14]. Each of these types of filtration has its advantages and results in different filtration results.

The disadvantages of Ceramic water purifiers (CWP) mainly arise from the preparation process where it is very difficult to achieve reproducible final product quality. This is due to the brittle nature of the ceramic membrane making it more expensive than polymer membranes. In addition, the price of this membrane increases significantly with the in-

creasing requirements for product properties, such as porosity, pore size, reproducibility, and reliability. Apart from the weaknesses that have been stated according to the research [4], there is frequent damage to ceramic filter elements during implementation, limited availability of spare parts, and susceptibility to contamination. The absence of further studies regarding backwash ability, increasing the efficiency of backwash chemically to remove membrane foulants [3]. For these reasons, it is very important to look for superior filtration membranes to be developed further apart from being cheap, easy to produce, and easily increasing their capacity as needed.

Membrane filtration systems have become a hot topic in recent years. Membrane separation has many advantages that other separation methods do not. This advantage is that separation from membranes does not require additional chemical substances and also has a very minimum energy requirement. The membrane can act as a very specific filter. Only molecules of a certain size can pass through the membrane while the rest will be stuck on the membrane surface. Apart from the advantages already mentioned, this membrane technology is simple, practical, and easy to do.

Membrane separation is a technique for separating a mixture of 2 or more components without using heat. The components are separated by size and shape, with the aid of pressure and a semi-permeable membrane. The separation results are in the form of retentate (part of the mixture that does not pass through the membrane) and permeate (part of the mixture that passes through the membrane). Research with membrane technology continues to evolve in line with expanding filtration needs. The researchers tried to combine membrane filtration with other methods such as that done by [15], this research method was carried out by mixing Powdered Activated Carbon (PAC) in the liquid. The results showed that PAC did not cause fouling on the filtration but instead facilitated the absorption of organic and inorganic materials in the filtered liquid.

The main problem faced in the application of membrane technology is membrane fouling [16]. So far, the hybrid process with coagulation-ultrafiltration in drinking water treatment has been carried out by several studies, namely using one-stage coagulation. This study aimed to investigate the effect of two-stage coagulation as a pretreatment on the performance of the coagulation-ultrafiltration hybrid process to remove Natural Organic Matter (NOM) in peat water. NOM is a problem that needs to be considered in the problem of filtration, especially in terms of membrane decay, which results in a gradual decrease in infiltration ability. The research conducted in [17] found the organic causes of membrane fouling, including its molecular weight and hydrophilicity/hydrophobicity and then presented a brief introduction to methods that can prevent membrane fouling such as feedwater pretreatment (e.g. coagulation, adsorption, and pre-oxidation) and membrane hydrophilic modification (e.g. plasma modification, irradiation graft modification, surface coating modification, mixture modification, etc.).

Membrane research can be carried out experimentally and simulated, each type of research has its advantages and disadvantages. The weaknesses of experimental research are: it is difficult to generalize in everyday life, generally requires a relatively long time and costs a lot of money, hurts knowledge, psychology, and morals. Whereas simulation research is a way of proving a model that when carried out using analytic failure, simulation is seen as more realistic in representing real

system behavior because there are fewer assumptions, changes in configuration and structure in simulations are simpler if needed to answer various possible changes in system behavior and most cases, simulation is cheaper.

One of the software that has been applied in the simulation is Computational Fluid Dynamics (CFD). CFD is an excellent tool for understanding the flow and trajectory characteristics of droplets through a filter, which is very difficult to do experimentally. In this study, CFD was developed using commercial FLUENT ANSYS. Various methodologies and tests were developed to obtain the data needed to be included in the model and to validate the data predicted by the computational model. The simulation results are close to the experimental results [18].

3. The aim and objectives of the study

The aim of this research is to find the best filtration design in types two, three, and four, with variations in pressure and speed.

To achieve the aim, the following objectives are set:

- to create two, three, and four type filter designs with two different types of filtration membranes then perform simulations with variations in speed and pressure to obtain the best filtration design;
- to analyze the effect of pressure and speed on the filtration process.

4. Material, methods, and models of research

This research was conducted by simulation using ANSYS 2019 series, student version. The simulation process begins with designing a filtration device with the following types: Two-filter, Three-filter, and Four-filter as shown in Fig. 1. Each type has four formations with the following details: Type-2 is (2A; 2B; AB and BA), Type-3 is (3A; 3B; BAB and 2B-A) and Type-4 is (4A; 4B; BA-2B and 3B-A) as shown in Table 1. This is intended to determine the effect of the number of filters on the flow rate pattern and the effect of the number of filters on the flow resistance pattern. The results of measurements of peat water properties at three locations in the Banjarbaru area are shown in Table 1, while the dimensions of the filtration membrane are shown in Fig. 1. Filters were used, each with a hole size of 0.1 mm and 0.2 mm.

The simulation process begins with entering the properties of peat water in Table 1, the measurement results into the equation set as follows:

$$Q = \frac{dv}{dt} \tag{1}$$

$$Q = \frac{\Delta P A}{\mu \left(\frac{\alpha_{ave} c_v}{A} + R_m \right)}$$

with the value, $\left(\frac{\alpha_{ave} c_v}{A} + R_m \right) = 1$, where:

- Q - flow rate (m³/s);
- T - time of filtration (s);
- ΔP - pressure drop (Pa);
- A - effective area of filtration (m²);
- μ - viscosity of filtrate (Pa·s);

- α_{ave} - average specific resistance;
- c - kg of dry cake per volume of filtrate;
- V - volume of filtrate (m³);
- R_m - medium resistance.

The peat water variables measured: density (ρ), temperature (T), air pressure (P), and viscosity (μ) are shown in Table 1.

Assumptions: constant area, ignore gravity.

Table 1

Results of measurement of peat water properties

Properties	Unit	Measurement results			Average results
		1	2	3	
Density (ρ)	(gr/m ³)	1.00175	0.99425	0.9950	0.9970
Temperature (T)	(°C)	28	29	30	29
Air pressure (P)	(hPa)	1006.4	1006.2	1006.7	1006.4
Viscosity (μ)	Pa.s	1.109×10 ⁻³	1.101×10 ⁻³	1.143×10 ⁻³	1.118×10 ⁻³

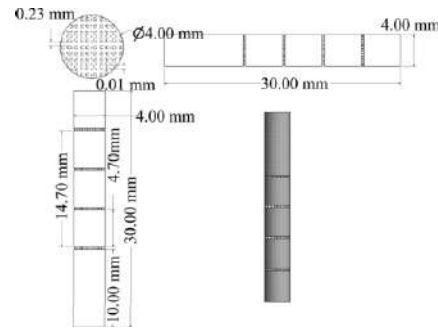


Fig. 1. Design of a type-four filter peat water filtration device

Fig. 1 shows the type-four filter filtration design, in the 3B-A filter variation, the position of the water entering from above passes through vertically arranged filters then the water comes out as a result of filtration. Inlet distance=10 mm, the distance between filters=4.70 mm, and outlet distance=4.70 mm. The dimensions of the filter used are shown in Fig. 2, with filter diameter-A (100 microns): 4 mm, hole diameter 0.10 mm, and the distance between holes 0.31 mm. While the filter diameter-B (200 microns): 4 mm, hole diameter: 0.20 mm, and the distance between holes is 0.53 mm.

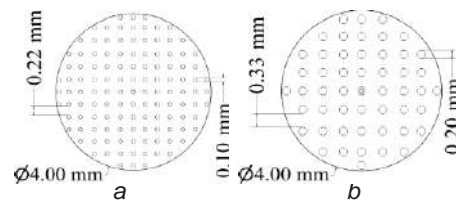


Fig. 2. Filter size dimension: a – 100 micron (Type-A) and filter sizes; b – 200-micron filter (Type-B)

The choice of two types of filters with different sizes is to distinguish their advantages and disadvantages if they are arranged uniformly or non-uniformly. With this formation, it is hoped that it can determine the best arrangement that can be used as a practical guide for infiltration design.

5. Results of the membrane filtration simulation study with variation in the number of filters on peat water media

Table 2 shows the simulation results on the filter type 2, 3, and 4, the values of varying velocity and pressure. In the formation of two filters, the velocity values between two (8.553 to 12.46 m/s), three filters (9.1313 to 11.33 m/s) and four filters (9.271 to 12.56 m/s) are obtained. The lowest velocity value of 8.553 m/s occurs in the type-2 filter (2B), while the highest velocity of 12.56 m/s occurs in the type-4 (4A) filter. The pressure on the type-2 filter ranges from (6.066×10⁴ to 13.18×10⁴ Pa), type-3 filter: (9.29×10⁴ to 15.30×10⁴ Pa) and type-4 filter: (10.57×10⁴ to 19.66×10⁴ Pa). The lowest pressure value of 6.066×10⁴ Pa occurs in the type-2 (2B) filter, while the highest pressure of 19.66×10⁴ Pa occurs in the type-4 (4A) filter.

Table 2

Velocity and pressure simulation results for various filters

Filter type	Velocity (m/s)	Pressure (Pa)	Filter formation
2	12.29	13.48×10 ⁴	(A-A) or 2A
	8.553	6.066×10 ⁴	(B-B) or 2B
	11.32	11.16×10 ⁴	(A-B)
	12.46	11.74×10 ⁴	(B-A)
3	11.27	15.30×10 ⁴	(A-A-A) or 3A
	9.313	9.29×10 ⁴	(B-B-B) or 3B
	10.64	12.41×10 ⁴	(B-A-B)
	11.33	11.96×10 ⁴	(B-B-A) or 2B-A
4	12.56	19.66×10 ⁴	(A-A-A-A) or 4A
	9.271	10.57×10 ⁴	(B-B-B-B) or 4B
	9.594	13.52×10 ⁴	(B-A-B-B) or B-A-2B
	11.10	12.85×10 ⁴	(B-B-B-A) or 3B-A

Table 2 shows the simulation results on filter types 2, 3, and 4 with 4 different formations each. For type two, the best filtration rate results are obtained in the B-A formation, with a speed value of 12.46 m/s. Type 3 results in the best filtration speed in the 2B-A formation, with a speed value of 11.33 m/s. Type 4 results in the best filtration rates in the 4A formation. These results allow concluding that when the number of membranes is 23, the collaboration between two different membranes results in good filtration rates. But in type four filters, the use of a similar filter is recommended.

6. Discussion of the research results of the membrane filtration simulation study with variation in the number of filters on peat water media

These results allow concluding that when the number of membranes is 23, the collaboration between two different membranes results in good filtration rates. But in type four filters, the use of a similar filter is recommended.

Based on the calcification of the research conducted by [2], there are three cases during filtration that are studied, namely: high pressure and low intake speed, high pressure and high intake speed, low pressure and high intake speed.

In this experiment, the third case at low pressure and high speed was tried. Three things happen, namely: the velocity value is directly proportional to the pressure value that occurs, but there is one uniqueness that occurs in Type 2 and 3 filters, in the use of twin membranes: 2A, 3A, and 4A, each at a speed of 12.29 m/s, 11.27 m/s and 12.56 m/s shown in Table 2, the highest pressure value is obtained. This is supported by the research [1], but the highest flow rates are achieved by the BA and BBA formations. In type-4 filters, this is no longer the case, the greater number of membrane holes leads to a higher flow rate [1] but causes a non-uniform flow that disturbs dust deposition on the membrane surface. In the type four filter, the above phenomenon is no longer valid, this is because the number of holes in the membrane does not affect increasing the speed and pressure.

The limitation of this study is that it only simulates one case of filtration, namely the low pressure and higher intake speed compared to previous research. It is not possible to know globally to conclude all cases that occurred in filtration. The advantage of this research is that it can provide an overview of the filtration process at higher speeds.

The drawback of this study is that it only uses one model, namely at high pressure and speed, to produce a more in-depth analysis, research will be carried out on all filtration models so that it can solve all cases in membrane filtration.

The development of this determination is to carry out experiments to test the results of this simulation so that more valid results will be obtained. Fig. 3 shows a graph of the relationship between the filter formation and the pressure that occurs in the filtration process. This graph shows the lowest pressure occurrence in each filter type represented by type-2 with a 2B formation; type-3 with a 3B formation and type-4 with a 4B formation. This shows that using the same hole filter provides an advantage at a lower pressure level compared to using a different type of filter with a different hole. In the use of different filter holes, the pressure value tends to be higher. The pressure value increases when there is a large resistance as it passes through the filter. Placement of the filter with a large hole at the beginning of the filtration will increase the pressure as in the type-2 filter with the B-A formation, with a pressure value of P_{B-A}=11.74×10⁴ Pa. This happens because the filtration process at the first level will be smoother with a larger membrane hole. Then proceed to the second level of filtration with a smaller membrane hole so that the pressure is better when compared to the A-B formation.

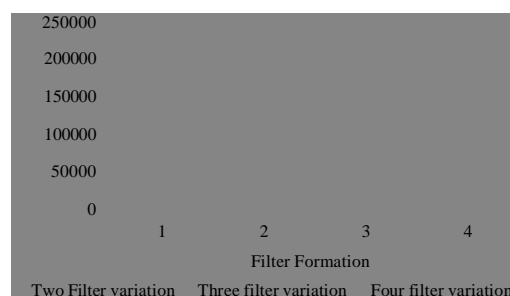


Fig. 3. Relationship between filter formation and pressure

Fig. 4 shows a graph of the relationship between filter formation and the rate of filtration that occurs. The results of this graph show that the lowest velocity in each filter type is represented by: type-2 with a 2B formation (8.553 m/s); type-3 with the 3B formation (9.133 m/s) and type-4 with the 4B formation (9.271 m/s).



Fig. 4. Relationship between filter formation and velocity of filtration

This shows that using a filter with the same membrane hole provides a lower velocity rate compared to using a filter with a different membrane hole. The velocity value increases as the fluid passes through the filter with a small hole due to the large resistance.

There are three unique features that can be used as guidelines in arranging the filtration formation when combining several filters that have membrane holes of different sizes. The first is that the arrangement of the filtration membrane in sequence from large to small hole sizes is very advantageous, this is evidenced by the better velocity and pressure values as shown in Table 1, occurring in the A-B and B-A formations. In a type-3 filter, if the membrane is positioned with a small hole in the middle, the velocity decreases, and the pressure increases. If the pinhole membrane is placed in the last arrangement then the opposite applies. This can be observed in the phenomenon shown in Table 1, which occurs in the B-A-B and 2B-A formations. In a type-4 filter, if the small hole membrane is placed in the middle, the velocity decreases but the pressure increases. This applies the other way around when the membrane of the pinhole is arranged at the end. This can be observed in the phenomena shown in Table 1, in the B-A-2B and 3B-A formations.

The results of the velocity simulation on a type-2 filter, with the formations A-A, B-B, A-B, and B-A are shown in Fig. 5. The highest velocity in the B-A formation with a velocity value of 12.46 m/s, the lowest velocity in the B-B formation with a velocity value of 8.553 m/s.

The results of velocity simulation on a type-3 filter, with the formations 3A, 3B, B-A-B, and 2B-A are shown in Fig. 6. The highest velocity in the 2B-A formation with a velocity value of 11.33 m/s, the lowest velocity in the 3B formation with a velocity value of 9.1313 m/s.

The results of velocity simulation on a type-4 filter, with the formations 4A, 4B, B-A-2B, and 3B-A are shown in Fig. 7. The highest velocity in the 4A formation with a speed value of 19.66 m/s, the lowest velocity in the 4B formation with a speed value of 9.271 m/s.

Fig. 8 is the simulation result of the pressure that occurs in the filtration process with the formation of 2A; 2B; A-B and B-A. The pressure in each filter formation is: $P_{2A}=(13.48 \times 10^4 \text{ Pa})$, $P_{2B}=(6.056 \times 10^4 \text{ Pa})$, $P_{A-B}=(11.16 \times 10^4 \text{ Pa})$ and $P_{B-A}=(11.74 \times 10^4 \text{ Pa})$. Two things are important in the preparation and selection of the type of filtration in this condition, namely: if you use a small hole filtration membrane at the beginning and then end with a large filtration hole, low pressure is obtained as shown in Fig. 8, c (circle mark), whereas if the opposite is true the pressure tends to be higher, Fig. 8, d (circle mark).

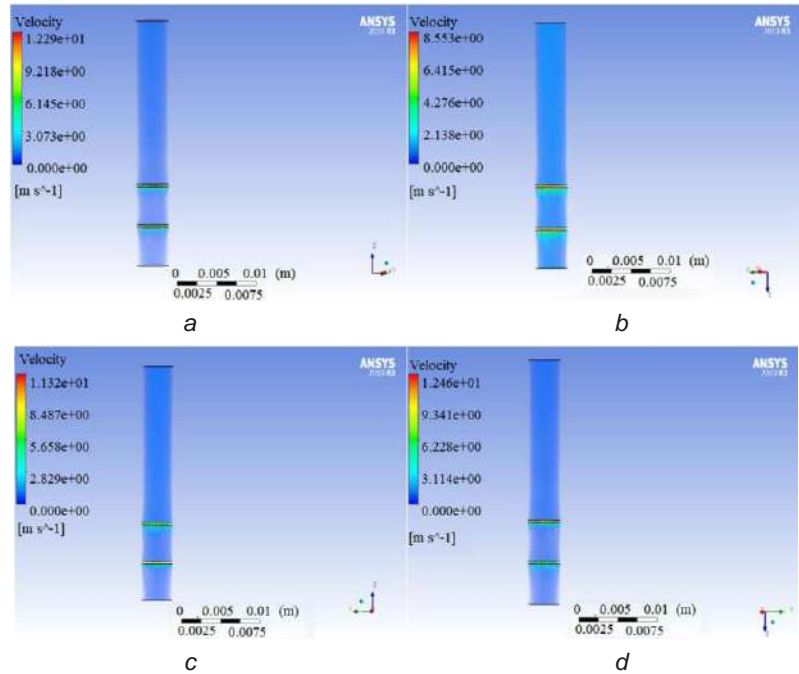


Fig. 5. Velocity simulation on: a – Filter type 2 formation: A-A; b – Filter type 2 formation: B-B; c – Filter Type 2 formation: A-B; d – Filter type 2 formation: B-A

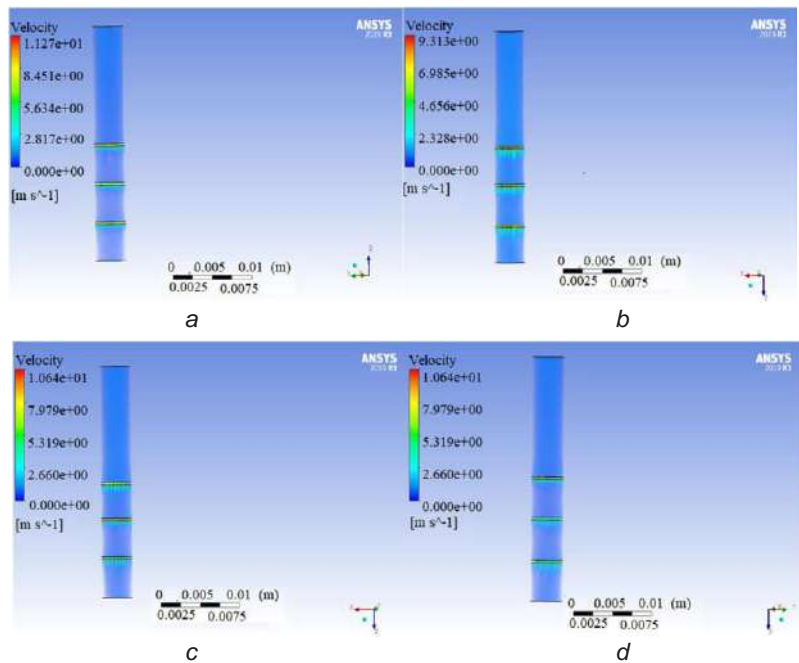


Fig. 6. Simulation of velocity on: a – Filter type 3 formation: 3A; b – Filter type 3 formation: 3B; c – Filter Type 3 formation: B-A-B; d – Filter type 3 formation: B-B-A

When using a filtration membrane with the same hole size, the pressure tends to be high in the small membrane hole, Fig. 8, *a* (circle mark) and if the membrane hole is large, the pressure tends to be low Fig. 8, *b* (circle mark).

when compared to the B-B-A filter. This is because the backpressure of the fluid flow hitting membrane A is very effective at increasing pressure that occurs in the space between membranes one and two as shown by the circle mark in Fig. 9, *c*. This applies in reverse to the B-B-A formation shown in Fig. 9, *d* (circle mark).

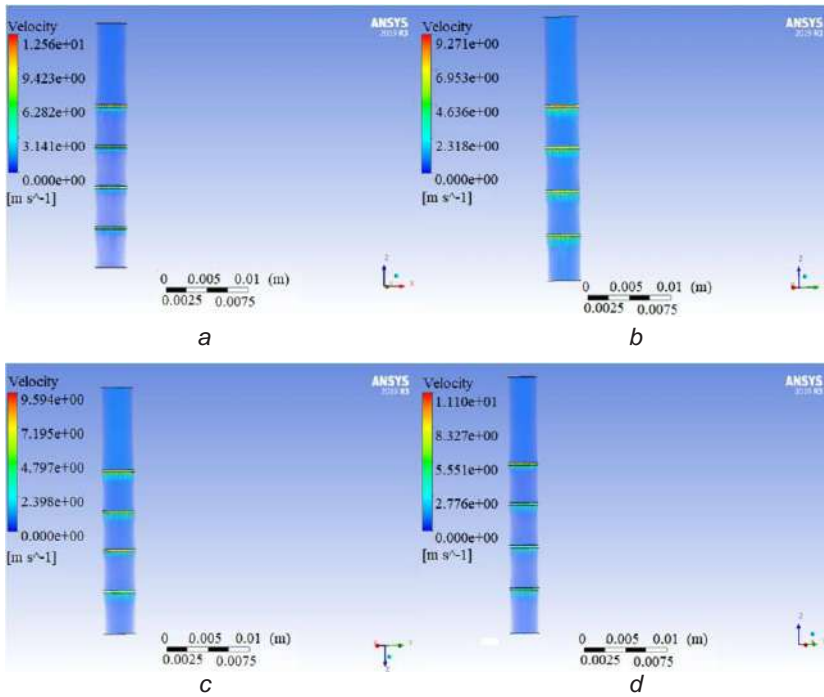


Fig. 7. Velocity simulation on: *a* – Filter type 4 formation: A-A-A-A; *b* – Filter type 4 formation: B-B-B-B; *c* – Filter Type 4 formation: B-A-B-B; *d* – Filter type 4 formation: B-B-B-A

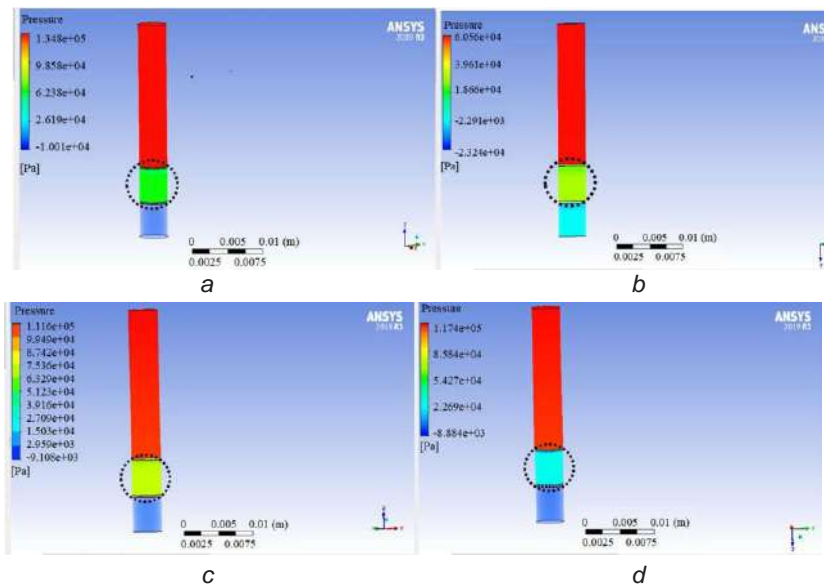


Fig. 8. Pressure simulation on type-2 filter: *a* – Formation: A-A; *b* – Formation: B-B; *c* – Formation: A-B; *d* – Formation: B-A

Fig. 9 is the result of simulation on a type-3 filter with the formation: 3A; 3B, B-A-B, and 2B-A. The pressure in each filter formation is: $P_{3A}=(15.30 \times 10^4 \text{ Pa})$, $P_{3B}=(9.29 \times 10^4 \text{ Pa})$, $P_{B-A-B}=(12.41 \times 10^4 \text{ Pa})$ and $P_{2B-A}=(11.96 \times 10^4 \text{ Pa})$. The 3-type filter shows that the 3A formation tends to be higher as shown in Fig. 9 (circle mark) when compared to other formations, this is due to the smaller size of the filtration holes. The B-A-B filter formation tends to have higher pressure

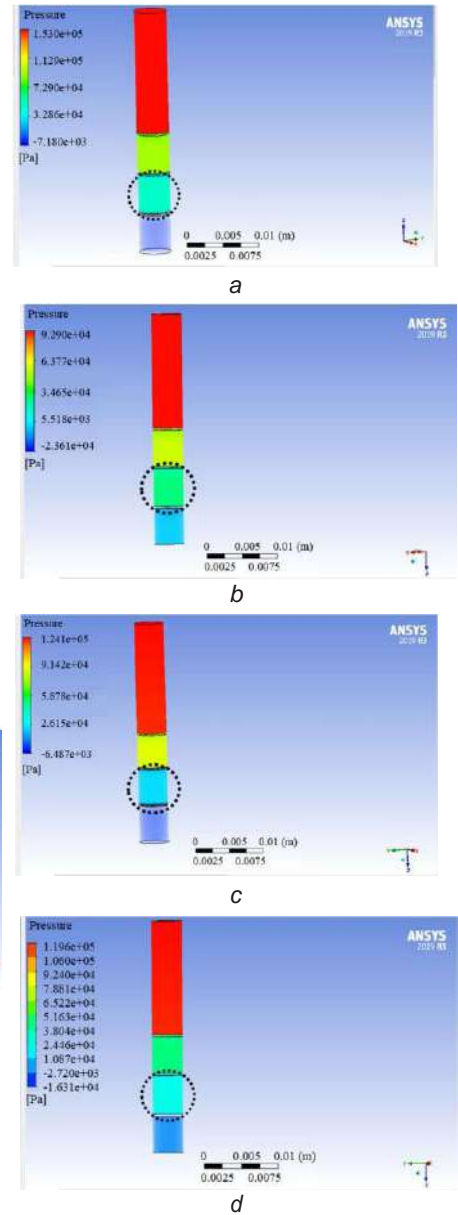


Fig. 9. Simulated pressure on: *a* – Filter type 3 formation: 3A; *b* – Filter type 3 formation: 3B; *c* – Filter Type 3 formation: B-A-B; *d* – Filter type 3 formation: B-B-A

Fig. 10 is the simulation result of the pressure that occurs in the filtration process at type-4: 4A; 4B; B-A-2B and 3B-A. The pressure in each filter formation is: $P_{4A}=(19.66 \times 10^4 \text{ Pa})$, $P_{4B}=(10.57 \times 10^4 \text{ Pa})$, $P_{B-A-2B}=(13.52 \times 10^4 \text{ Pa})$ and $P_{3B-A}=(12.85 \times 10^4 \text{ Pa})$. This result shows that the four-layer filter arrangement-A tends to have higher pressure in Fig. 10 (circle mark) when compared to the arrangement of four B-filters in Fig. 10 (circle mark). This is due to the

smaller filter holes, which increase the backpressure. For the collaboration formation of filter A with B, the pressure is higher when filter-A is between filter B as shown in Fig. 10 (circle mark). When filter-A is at the end of the formation, the pressure tends to decrease as shown in Fig. 10 (circle mark).

Fig. 11 is the result of velocity simulation on the type-2 formation (B-B), type-3 formation (3B), and type 4 formation (B-A-2B) filters. The velocity in the center (light blue) is higher than the velocity at the edge (dark blue). This simulation resulted in the value of filter type-2 (8.553 m/s)<filter type-3 (9.313 m/s)<filter type-4 (9.594 m/s).

There is a change from one velocity profile to the next: the light blue area is narrowing, this indicates an increase in the concentrated velocity energy in the center. Where the center of gravity of the fluid is centered in the middle then gives the impetus to pass through the filtration gaps down to the bottom. The particles that have a large size remain in the filter, while the smaller sizes pass through the filtration to the next filter. The center of the membrane is the area that receives the strongest thrust from the filtration fluid, so this area is likely to be damaged quickly. When the velocity increases, the filtration process becomes faster.

The high-pressure operation contributes to the rapidly expanding boundary layer across the channel. This condition does not allow the system to reach axial steady-state conditions [2]. The development of this boundary layer is also influenced by the entry speed. When the entry velocity is low, the solute tends to be along the medium channel, at high speed tends to be stuck and decreases due to the viscosity effect. In another case of a system operating at high pressure, the Cross-Flow Reversal (CFR) area appears as shown in Fig. 11 (dark blue). In the area near the wall, the pressure tends to slow down due to CFR and friction with the wall.

Fig. 11 displays the simulation results of increasing the speed under each condition: image (Fig. 11, a): $V_{2B}=8.553$ m/s, image (Fig. 11, b): $V_{3B}=9.133$ m/s and image (Fig. 11, c): $V_{B-A-2B}=9.594$ m/s. It appears that when the speed increases the area of the light blue color gets smaller and the area of the dark blue is getting wider. This is due to the presence of organic compounds contained in the peat water that is collected in the middle so that it inhibits the rate of the filtration process that occurs. The edge tends to be less obstructed so that the peat water breaks through the membrane at the edge first.

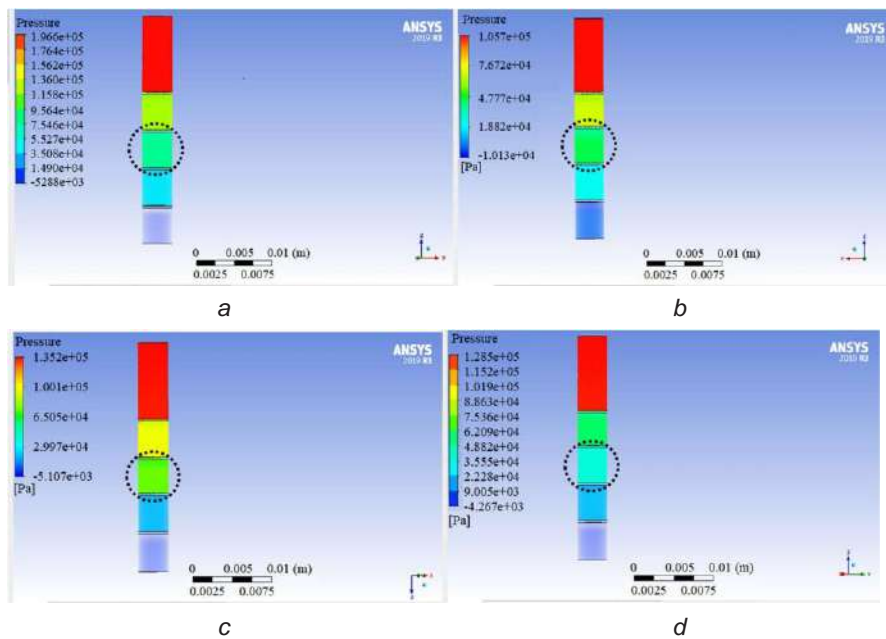


Fig. 10. Simulated pressure on: a – Filter type 4 formation: 4A; b – Filter type 4 formation: 4B; c – Filter Type 4 formation: B-A-2B; d – Filter type 4 formation: 3B-A

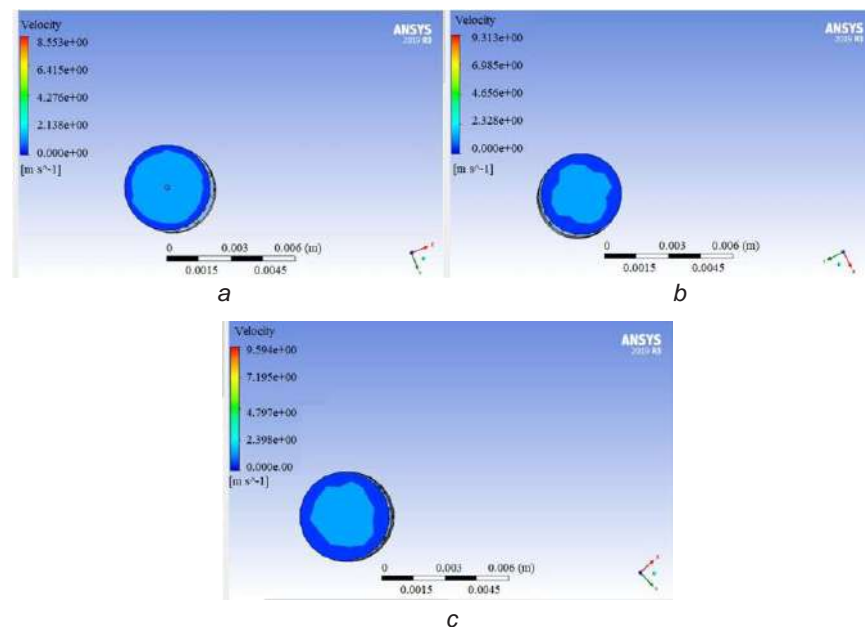


Fig. 11. Velocity simulation on: a – Filter type-2 formation: B-B; b – Filter type-3 formation: 3B; c – Filter type-4 formation: B – A – 2B

7. Conclusions

1. The amount of membrane 2–3 collaboration between two different membranes results in a good filtration rate. But in type four filters, the use of a similar filter is recommended.

2. In another case of a system operating at high pressure, the Cross-Flow Reversal (CFR) region appears. In the area near the wall, the pressure tends to slow down due to CFR and friction with the wall.

Reference

1. Hosseini, S. A. (2011). *Modeling Particle Filtration and Caking in Fibrous Filter Media*. Virginia Commonwealth University, 224.
2. Bernales, B. (2013). *Modeling of hydro dynamics and transfer phenomena in cross-flow membrane filtration*. Aix-Marseille University, 160.
3. Gaulinger, S. (2007). *Coagulation Pre-Treatment for Microfiltration with Ceramic Membranes*, Technau, 71.
4. Brown, J. M. (2007). *Effectiveness of Ceramic Filtration for Drinking Water Treatment in Cambodia*. Chapel Hill, 256.
5. Zularisam, A. W., Ismail, A. F., Salim, M. R., Sakinah, M., Matsuura, T. (2009). Application of coagulation-ultrafiltration hybrid process for drinking water treatment: Optimization of operating conditions using experimental design. *Separation and Purification Technology*, 65 (2), 193–210. doi: <http://doi.org/10.1016/j.seppur.2008.10.018>
6. Patel, R., Shah, D., Prajapati, B. G., Patel, M. (2010). Overview of industrial filtration technology and its applications. *Indian Journal of Science and Technology*, 3 (10), 1121–1127.
7. Syafalni, S., Abustan, I., Brahmana, A., Farhana Zakaria, S. N., Abdullah, R. (2013). Peat Water Treatment Using Combination of Cationic Surfactant Modified Zeolite, Granular Activated Carbon, and Limestone. *Modern Applied Science*, 7 (2). doi: <http://doi.org/10.5539/mas.v7n2p39>
8. Boutilier, M. S. H., Lee, J., Chambers, V., Venkatesh, V., Karnik, R. (2014). Water Filtration Using Plant Xylem. *PLoS ONE*, 9 (2), e89934. doi: <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0089934>
9. Österdahl, M. (2015). Slow sand filtration as a water treatment method An inventorying study of slow sand filters purification rates in rural areas in Colombia, 95.
10. Ardiansyah, Bahri, S., Saryono, Wawan (2015). Peat Water Treatment with Natural Inorganic Coagulant *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 5 (8), 389–394. doi: <http://doi.org/10.21275/art2016833>
11. Zein, R., Mukhlis, Swesti, N., Novita, L., Novrian, E., Ningsih, S., Syukri (2016). Peat Water Treatment by Using Multi Soil Layering (MSL) Method. *Der Pharma Chemica*, 8 (12), 254–261.
12. Apriani, M., Masduqi, A., Hadi, W. (2016). Degradation of Organic, Iron, Color and Turbidity from Peat Water. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 11 (13), 8132–8138.
13. Arhin, S. G., Banadda, N., Komakech, A. J., Pronk, W., Marks, S. J. (2017). Optimization of hybrid coagulation-ultrafiltration process for potable water treatment using response surface methodology. *Water Supply*, 18 (3), 862–874. doi: <http://doi.org/10.2166/ws.2017.159>
14. Muhammad, J. (2020). Peat Water Purification by Hybrid of Slow Sand Filtration and Coagulant Treatment. *Journal of Environmental Science and Technology*, 13 (1), 22–28. doi: <http://doi.org/10.3923/jest.2020.22.28>
15. Londono, I. C. (2011). Assessment of Causes of Irreversible Fouling in Powdered Activated Carbon/ Ultrafiltration Membrane (PAC/UF) Systems. *Vancouver*, 56.
16. Mahmud, M., Abdi, C., Mu'min, B. (2013). Removal Natural Organic Matter (NOM) in Peat Water from Wetland Area by Coagulation-Ultrafiltration Hybrid Process with Pretreatment Two-Stage Coagulation. *Journal of Wetlands Environmental Management*, 1 (1), 42–49. doi: <http://doi.org/10.20527/jwem.v1i1.88>
17. Sun, W., Liu, J., Chu, H., Dong, B. (2013). Pretreatment and Membrane Hydrophilic Modification to Reduce Membrane Fouling. *Membranes*, 3 (3), 226–241. doi: <http://doi.org/10.3390/membranes3030226>
18. Basha, N., Cochrane, L., Culham, S., Hamad, F., Zulfiqur, A. (2016). CFD Study of Filtration Process in Moulded Filters within a Vacuum pump. *Filtech 2016 – G3 – Mist and Droplet Separation*.