

STUDI SIMULASI FILTRASI PADA FORMASI TIGA JENIS UKURAN MEMBRAN BERBEDA DENGAN VARIASI KECEPATAN DAN TEKANAN

1,2,3,4) Staff pengajar, Prodi
Teknik Mesin Universitas
Lambung Mangkurat, Jl. A.
Yani KM-35,5, Banjarbaru,
Indonesia.

5,6) Mahasiswa, Prodi Teknik
Mesin Universitas Lambung
Mangkurat, Jl. A. Yani
KM-35,5, Banjarbaru,
Indonesia

Corresponding email ²⁾ :
rachmatsubagyo@ulm.ac.id

Received: 14-04-21
Accepted: 10-06-21
Published: 28-06-21

©2021 Politala Press.
All Rights Reserved.

**Ma'ruf ¹⁾, Rachmat Subagyo ²⁾, Hajar Isworo ³⁾, Abdul Ghofur ⁴⁾,
Muhammad Ibnu Candra ⁵⁾, Muhammad Rusdianoor ⁶⁾**

Abstrak. Filtrasi merupakan metode pemisahan fisik antara cairan dan padatan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui desain terbaik berdasarkan analisis Ansys pada variasi tekanan dan kecepatannya pada formasi Three Filter (ABC/BCA), FourFilter (ABCA/CBAC) dan Five Filter (ABCAB/CBACB). Metode Penelitian ini menggunakan simulasi ANSYS, dengan terlebih dahulu membuat desain gambar susunan filtrasi. Adapun data ukuran meshing yang digunakan adalah tipe-A (0,354mm), tipe-B (0,21mm) dan tipe-C (0,105mm). Hasil dari simulasi pada kondisi terbaik dimana kerugian akibat gesekan dan Cross Flow Reversal (CFR) yang terjadi paling rendah karena kecepatan dan tekanan meningkat yaitu pada Formasi Four filter ABCA dengan masing-masing nilai kecepatan dan tekanannya adalah VABCA= 5,708m/s, dan PABCA= 3,554 x 104 pa.

Kata Kunci: Filtrasi, simulasi ANSYS, meshing, Cross Flow Reversal

Abstract. Filtration is a method of physical separation between liquids and solids. The purpose of this study was to determine the best design based on Ansys analysis of pressure and velocity variations in the Three Filter (ABC/BCA), FourFilter (ABCA/CBAC), and Five Filter (ABCAB/CBACB) formations. This research method uses ANSYS simulation, by first making an image design of the filtration arrangement. The meshing size data used are type-A (0.354mm), type-B (0.21mm) and type-C (0.105mm). The results of the simulation in the best conditions where losses due to friction and Cross Flow Reversal (CFR) that occur are lowest due to increased speed and pressure, namely the Four filter ABCA Formation with each velocity and pressure value being VABCA = 5.708m/s, and PABCA = 3.554 x 104 pa.

Keywords: Filtration, ANSYS simulation, meshing, Cross Flow Reversal.

To cite this article at <https://doi.org/10.34128/je.v8i1.161>

1. Pendahuluan

Filtrasi merupakan metode pemisahan fisik, yang dipakai dalam memisahkan antara cairan (larutan) serta padatan. Cairan yang telah diproses filtrasi/penyaringan itu disebut dengan filtrat, sedangkan untuk padatan yang tertumpuk di penyaring itu disebut dengan residu. Meskipun ada kalanya residu itu merupakan produk yang diinginkan.

Jenis-jenis filtrasi adalah filtrasi umum, filtrasi vakum, filtrasi dingin, filtrasi panas dan filtrasi hampa. Filtrasi umum adalah bentuk filtrasi paling dasar yang menggunakan gaya gravitasi untuk menyaring campuran. Campuran dituangkan dari atas ke media saring (misalnya kertas saring) dan adanya gaya gravitasi akan menarik cairan ke bawah. Padatan selanjutnya akan tertinggal pada filer, sedangkan cairan mengalir di bawahnya.

Penelitian-penelitian mengenai filtrasi umum sudah banyak dilakukan, yaitu dengan memanfaatkan bahan-bahan filtrasi seperti pasir, sabut kelapa, kerikil. Bahan-bahan ini biasanya untuk menyaring air yang memiliki kandungan yang non-kimiawi, seperti debu dan kotoran yang lain. Tetapi jika mengandung bahan-bahan yang memiliki sifat kimiawi maka diperlukan tambahan bahan-bahan lain seperti arang tempurung kelapa, karbon aktif dimana ketika air melalui bahan-bahan tersebut akan terjadi reaksi. Penelitian mengenai filtrasi

umum ini telah banyak dilakukan antara lain: proses filtrasi dengan sand filter [1,2], kombinasi antara pasir, sabut kelapa dan arang tempurung kelapa [3], kerikil, pasir kwarsa dan karbon aktif [4].

Prinsip dasar filtrasi ini sangat sederhana yakni menyaring molekul-molekul padatan yang tercampur pada larutan, maka tingkat kemurnian filtrat yang didapat dari filtrasi tersebut bergantung pada kualitas dari ukuran pori filter (penyaring) yang digunakan. Untuk metode filtrasi, yang di inginkan yakni residu-nya (ampas) umumnya itu dibutuhkan langkah pengertingan supaya seluruh cairan yang tersisa dalam padatan menguap. Proses filtrasi sangat dipengaruhi oleh lama waktu sampling dan waktu pengadukan semakin besar pula endapan yang tersaring oleh alat filter [5]

Ada dua sistem Teknologi filtrasi yang sudah banyak dikenal yaitu arah aliran dari atas ke bawah (downflow) dan aliran dari bawah keatas (upflow) masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Pada sistem downflow memerlukan tenaga yang banyak karena harus melakukan pencucian ketika terjadi penyumbatan pada pasir, hal ini terjadi ketika tingkat kekeruhan air yang tinggi [6]. Jika tingkat kekeruhan air bakunya cukup tinggi misalnya pada waktu musim hujan, maka supaya beban saringan pasir lambat tidak terlalu besar, perlu dilengkapi dengan peralatan pengolahan pendahuluan misalnya bak pengendapan awal atau saringan "Up Flow" dengan media berikil atau batu pecah, dan pasir kwarsa/silika. Selanjutnya dari bak saringan awal, air dialirkan ke bak saringan utama dengan arah aliran dari bawah ke atas (Up Flow). Air yang keluar dari bak saringan pasir Up-Flow tersebut merupakan air olahan dan di alirkan ke bak penampung air bersih, selanjutnya didistribusikan ke konsumen dengan cara gravitasi atau dengan memakai pompa.

Salah satu jenis filtrasi umum yang sering digunakan adalah Jenis filtrasi membran mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, nanofiltrasi dan reverse osmosis. Pada proses pengolahan air, teknologi membran mampu menghasilkan air dengan kualitas tinggi baik untuk keperluan domestik seperti air minum dan untuk keperluan industri terutama pada penyediaan air. Keunggulan-keunggulan yang ditawarkan teknologi membran pada proses pengolahan air baik dari segi teknologi maupaun ekonomi menjadikan teknologi membran sebagai teknologi yang menjanjikan di masa mendatang untuk proses pengolahan air.

Jenis filtrasi membran Mikrofiltrasi menggunakan membran mikroporous yang mempunyai ukuran pori efektif berkisar antara 0,07 – 1,3 μm . Ukuran partikel yang dapat dihilangkan dengan proses mikrofiltrasi berkisar antara 0.05 sampai 1 μm . Aliran melalui membrane mikroporus dapat terjadi dengan menggunakan yang tekanan rendah, tetapi umumnya untuk aplikasi pengolahan air minum atau air limbah dilakukan dengan memberikan sedikit tekanan untuk meningkatkan produksi (fluks). Membran mikro filtrasi dapat menyaring atau menghilangkan partikel dengan ukuran sampai 0,1 – 0,2 μm . Dalam hal ini mikro filtrasi dapat digunakan untuk menghilangkan kekeruhan, alga, bacteria, cysta giardia, oocysta cryptosporidium dan seluruh material padatan. Mikro filtrasi sering juga digunakan untuk menghilangkan padatan tersuspensi atau koloid di dalam air limbah.

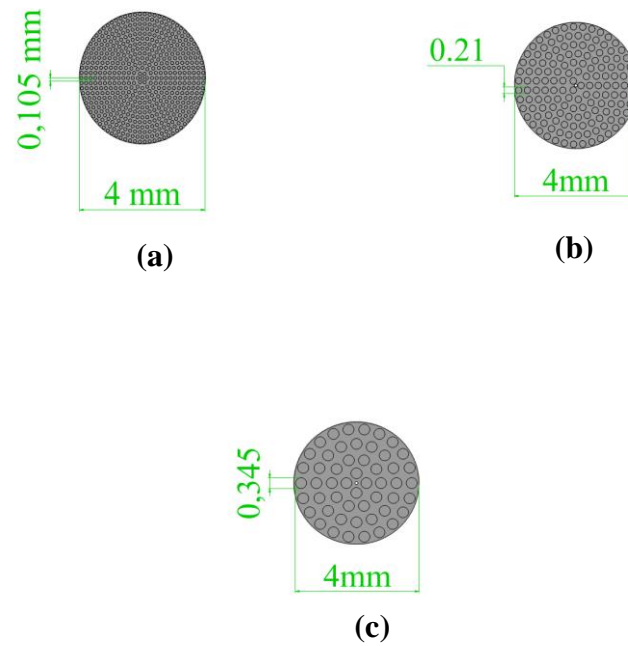
Penelitian-penelitian filtrasi menggunakan membran terus berkembang, bukan hanya secara eksperimental tetapi juga dilakukan secara simulasi. Berkenaan dengan eksperimen yang telah dilakukan [7], untuk mengetahui karakteristik filtrasi air limbah yang diencerkan menggunakan kertas lakmus. Simulasi ini dilakukan dengan CFD untuk mengetahui kesesuaian antara eksperimen dan simulasi. Analisis CFD menunjukkan bahwa filtrasi mampu meningkatkan pemurnian air limbah.

Penelitian simulasi ini tidak berhenti sampai disini [8,9] melakukan perbandingan simulasi menggunakan ANSYS dan ekperimental menggunakan air gambut. Proses simulasi dimulai dengan mendesain perangkat filtrasi dengan tipe berikut: dua filter, tiga filter, dan empat filter. Kemudian simulasi dilakukan dengan memasukkan sifat-sifat air gambut menjadi persamaan pengaturan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kolaborasi dua membran dengan lubang yang berbeda pada filter tipe-2 dan 3 menghasilkan laju filtrasi yang baik. Namun, pada filter tipe-4, penggunaan membran sejenis sangat dianjurkan. Kecepatan filtrasi ini dipengaruhi oleh adanya daerah cross-flow reversal (CFR) yang muncul, saat menggunakan membran filtrasi yang berbeda pada tingkat tekanan rendah. Namun, dalam kasus sistem lainnya beroperasi pada tekanan tinggi, CFR yang muncul cenderung menurunkan laju filtrasi, ini karena CFR menghambat laju aliran masuk proses filtrasi. Pada penelitian ini hanya menggunakan dua meshing membran yang berbeda dari meshing besar ke meshing kecil dan sebaliknya.

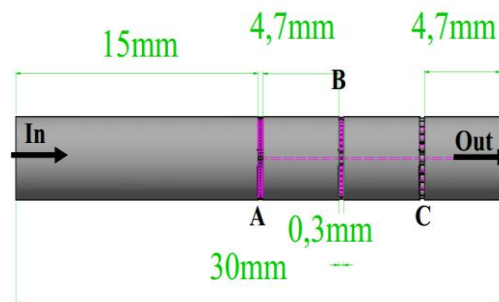
Untuk meneliti fenomena terjadinya CFR secara lebih mendalam maka akan digunakan 3 jenis membran filter dengan meshing yang berbeda dengan formasi 3, 4 dan 5. Tujuan pada variasi formasi filter ini untuk mengetahui desain terbaik berdasarkan analisis Ansys pada variasi tekanan dan kecepatannya.

2. Metodologi

Penelitian ini menggunakan simulasi ANSYS, dengan terlebih dahulu membuat desain gambar susunan filtrasi seperti Gambar 2. Dengan proses air masuk kemudian melewati Filter tipe A, B dan C. Salah satu variasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Three filter dengan menggunakan tiga jenis filter yang berbeda Gambar 1. Adapun data ukuran meshing yang digunakan pada tabel1., dengan ukuran lubang pada masing-masing filter adalah tipe A (0,354mm), tipe B (0,21mm) dan tipe C (0,105mm).



Gambar 1. Jenis membran filter (a). Tipe-A (0,345mm), (b). Tipe-B (0,21mm) dan (c). Tipe-C (0,105mm)
Susunan filtrasi yang diteliti adalah: Tiga filter (ABC, CBA), Empat filter (ABCA, CBAC) dan Lima filter (ABCAB, CBACB). Hal ini dilakukan untuk mengetahui susunan filter yang terbaik dengan variasi tekanan dan kecepatannya.



Gambar 2. Susunan filtrasi Tipe three filter formasi (ABC)

Dalam simulasi ini menggunakan persamaan atur sebagai berikut:

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

$$Q = \frac{\Delta p \times A}{\mu \left(\frac{\alpha_{ave} \times C_v}{A} + R_m \right)} \tag{2}$$

Dengan nilai, $\left(\frac{\alpha_{ave} \times C_v}{A} + R_m \right) = 1$

Dimana:

Q= Debit (m³/s)

T= Waktu filtrasi (s)

ΔP = Penurunan tekanan (Pa)
 A = Area efektif filtrasi (m^2)
 μ = Viskositas filtrasi (kg/m.s)
 α_{ave} = Spesifik resistance rata-rata
 c = kg of dry cake per volume of filtrate
 V = Volume filtrasi (m^3)
 R_m = Resistance medium
 Dengan Fluida air (H_2O), ρ (densitas)= $998,2 \text{ kg/m}^3$, μ (viskositas)= $1,003 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$

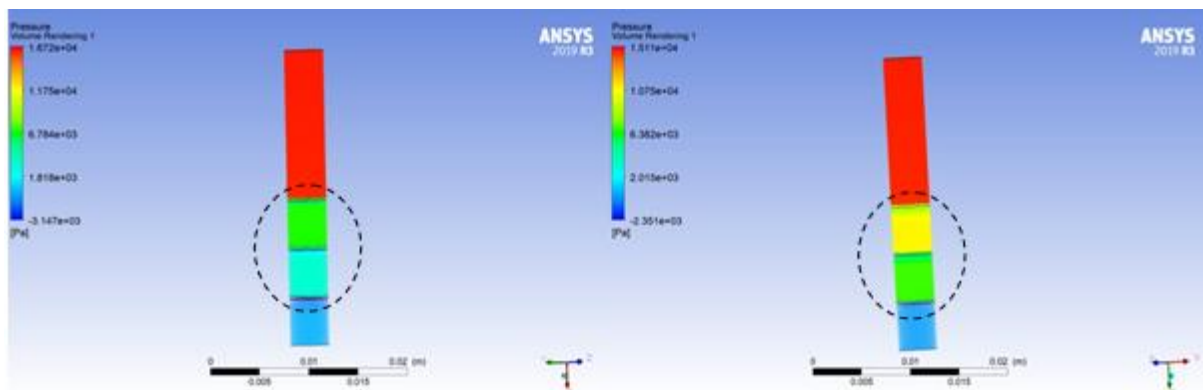
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil simulasi filtrasi pada variasi jumlah filter 3, 4 dan 5 ditunjukkan pada Tabel 1. Masing-masing dengan tipe susunan filter: ABC, CBA, ABCA, CBAC, ABCAB dan CBACB. Hasil kecepatan dan tekanan masing-masing adalah berkisar antara: 4,201- 5,708 m/s dan $1,511$ - $3,554 \times 10^4$ Pa.

Tabel 1. Simulasi Filtrasi dengan Variasi Jumlah dan Susunan Filter

No.	Tipe	Jumlah Filter (buah)	Susunan Filter	Kecepatan Filtrasi (m/s)	Tekanan Filtrasi (pa)
1.	Three Filter	3	A-B-C	4,762	$1,672 \times 10^4$
			C-B-A	4,201	$1,511 \times 10^4$
2.	Four Filter	4	A-B-C-A	5,708	$3,554 \times 10^4$
			C-B-A-C	5,021	$2,323 \times 10^4$
3.	Five Filter	5	A-B-C-A-B	4,202	$2,257 \times 10^4$
			C-B-A-C-B	4,407	$2,016 \times 10^4$

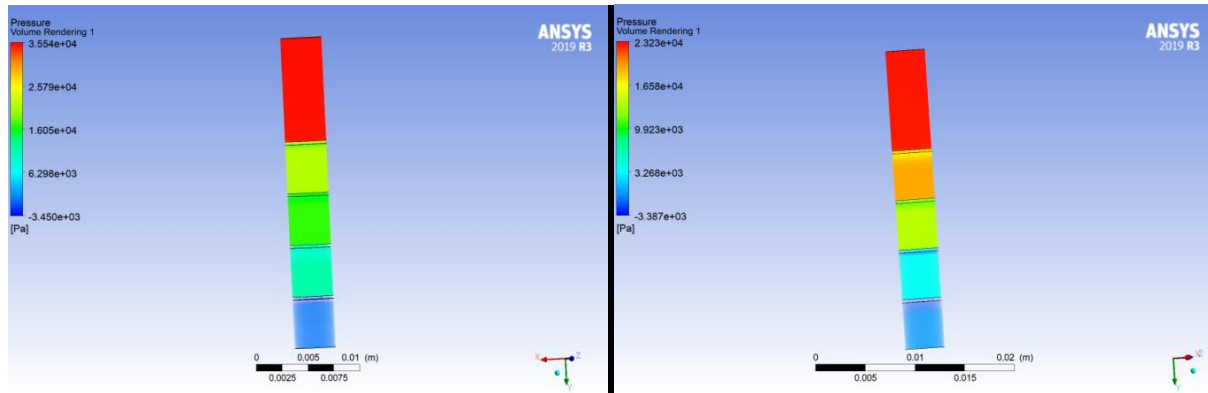
Gambar 3, menunjukkan hasil simulasi kecepatan dan tekanan pada tiga filter (Three Filter) dengan susunan ABC/ BCA. Hasil kecepatan dan tekanannya adalah $V_{ABC} = 4,762 \text{ m/s}$ dan $P_{ABC} = 1,672 \times 10^4$ pa dan $V_{BCA} = 4,201 \text{ m/s}$ dan $P_{BCA} = 1,511 \times 10^4$ pa. Hasil simulasi ini menunjukkan tingkat tekanan dan kecepatan terbaik terjadi pada susunan filter ABC (susun meshing kecil ke meshing besar). Hasil kecepatan dan tekanan ditunjukkan pada warna hasil simulasi pada level filtrasi pertama dan kedua, dimana ada perbedaan warna yang mengindikasikan terjadinya perbedaan tekanan dan kecepatan. Pada level ketiga (terakhir) cenderung warnanya sama. Hal ini menunjukkan ketika lubang meshing besar kita letakan di tingkat pertama maka tingkat kecepatan dan tekanannya lebih kecil jika dibandingkan dengan meshing kecil kita tempatkan di level pertama. Susunan meshing kecil pada level pertama filtrasi mampu untuk meningkatkan kecepatan dan tekanan. Hal ini disebabkan ketika fluida melalui filter pada meshing kecil akan terjadi peningkatan tekanannya yang berpengaruh terhadap peningkatan kecepatannya.



Gambar 3. Hasil simulasi tekanan pada formasi A-B-C, C-B-A

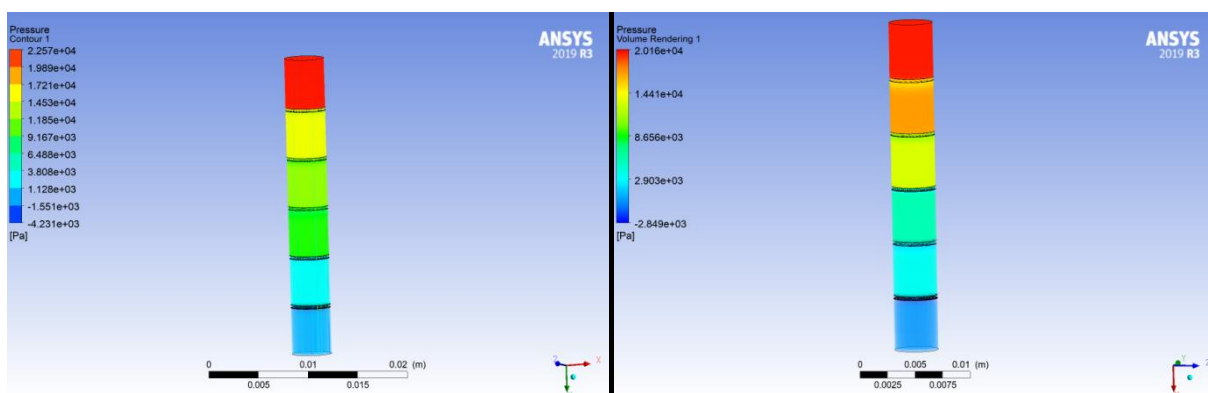
Pada formasi kedua kita menggunakan empat tingkat filtrasi dengan susunan ABCA/CBAC, empat formasi filter ini diteliti untuk mengetahui pengaruh kecepatan dan tekanan ketika menggunakan tipe *Three filter* dilanjutkan dengan menambah satu filter berikutnya dengan menggunakan meshing terbesar dan terkecil.

Hasil ini menunjukkan nilai kecepatan dan tekanan masing-masing adalah: $V_{ABCA} = 5,708 \text{ m/s}$, $P_{ABCA} = 3,554 \times 10^4 \text{ pa}$ dan $V_{CBAC} = 5,021 \text{ m/s}$, $P_{CBAC} = 2,323 \times 10^4 \text{ pa}$. Hasil simulasi ini menunjukkan terjadinya perubahan tekanan dan kecepatan. Hal ini di indikasikan dengan perbedaan warna pada Gambar 4, tingkat pertama formasi filter tipe ABCA memiliki tekanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan pada tipe CBAC, hal ini ditunjukkan pada hasil simulasi pada tingkat pertama. Filter dengan lubang meshing yang besar pada awal filtrasi cenderung banyak menyerap energi tekanan sehingga tekanan yang keluar pada level pertama lebih rendah jika dibandingkan dengan filter yang menggunakan meshing lebih kecil. Untuk penempatan filter meshing besar dan kecil pada tingkat akhir filtrasi sangat berpengaruh pada peningkatan tekanan dan kecepatannya.



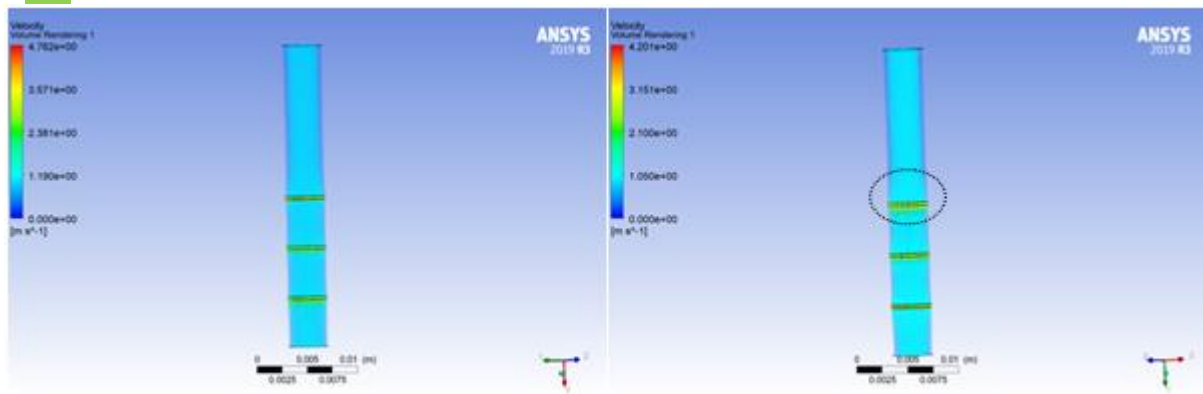
Gambar 4. Hasil simulasi tekanan pada formasi A-B-C-A/C-B-A-C

Gambar 5, menunjukkan simulasi tipe-Five filter dengan formasi ABCAB/CBACB, susunan filtrasi ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh 3 tingkat filtrasi A-B-C dilanjutkan dengan dua tingkat filtrasi A-B (meshing kecil ke besar) dan dengan 3 tingkat filtrasi C-B-A dilanjutkan dengan dua tingkat filtrasi C-B (meshing besar ke kecil). Hasil simulasi kecepatan dan tekanan masing-masing diperoleh $V_{ABCAB} = 4,202 \text{ m/s}$, $P_{ABCAB} = 2,257 \times 10^4 \text{ pa}$ dan $V_{CBACB} = 4,407 \text{ m/s}$, $P_{CBACB} = 2,016 \times 10^4 \text{ pa}$. Ada suatu keunikan dari hasil ini, dimana pada tipe ABCAB kecepatan lebih rendah dan tekanan lebih tinggi berkebalikan dengan tipe CBACB. Kunci peningkatan kecepatan ini terjadi pada 2 filter terakhir yaitu A-B/C-B, dimana penambahan filter A-B (dari kecil ke besar) tidak mempengaruhi terjadinya tekanan balik hal ini disebabkan aliran akan berlangsung secara normal, berbeda halnya dengan penambahan filter C-B (dari besar ke kecil) hal ini menyebabkan tekanan balik yang besar. Pada tekanan balik yang besar ini terjadi peningkatan kecepatan yang signifikan. Sedangkan tekanan pada tipe BCACB lebih rendah jika dibandingkan tipe ABCAB hal ini dikarenakan pada formasi meshing besar ke kecil banyak mengalami kerugian tekanan yang terjadi.



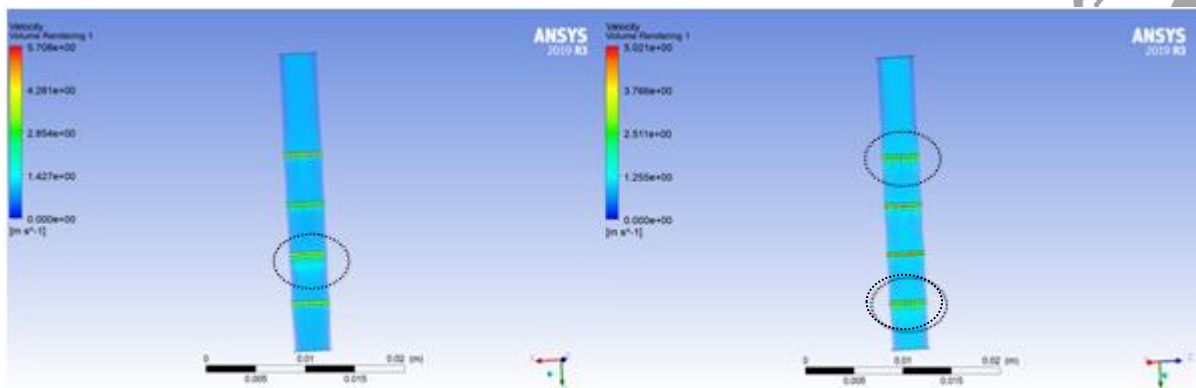
Gambar 5. Hasil simulasi tekanan pada formasi A-B-C-A-B/C-B-A-C-B

Gambar simulasi kecepatan pada formasi A-B-C dan C-B-A diperlihatkan pada Gambar 6. Ada perbedaan aliran kecepatan yang terjadi dimana pada formasi meshing kecil ke besar aliran sangat soft dan kecepatannya homogen ditandai dengan hasil simulasi kecepatan yang homogen (warna seragam biru muda), sedangkan pada formasi meshing besar ke kecil nampak aliran yang kurang homogen karena adanya aliran balik yang cukup kuat pada setiap level. Fokus pada level pertama sangat jelas nampak alirannya tidak homogen terlihat dengan munculnya fenomena warna hijau yang nampak disekitar filter (tanda lingkaran). Hal ini mengindikasikan adanya aliran fluida yang lebih cepat disebabkan oleh ukuran meshing yang besar.



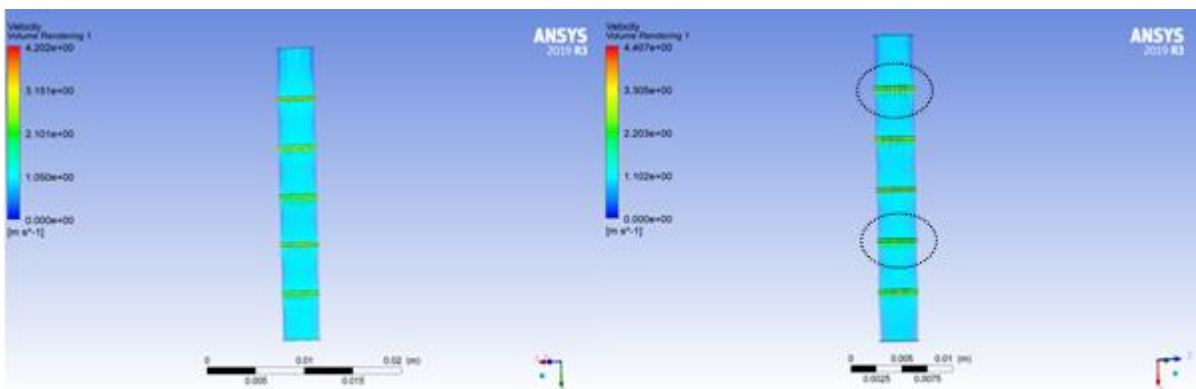
Gambar 6. Hasil simulasi kecepatan pada formasi A-B-C/C-B-A

Pada formasi 4 filter dengan tipe ABCA dan CBAC (Gambar 7), nampak adanya perbedaan kecepatan aliran yang terlihat. Pada formasi ABCA pada filter level ke tiga nampak adanya aliran yang tidak homogen hal ini disebabkan terjadinya pembalikan arah aliran disebabkan pemasangan filter level ke empat yang memiliki meshing yang lebih kecil. Berbeda pada formasi CBAC aliran nampak kurang homogen pada level 1 dan 4 hal ini disebabkan pada level pertama ditempatkan filter dengan meshing paling besar dan pada level 4 adanya perubahan lubang meshing dari meshing kecil ke meshing besar.



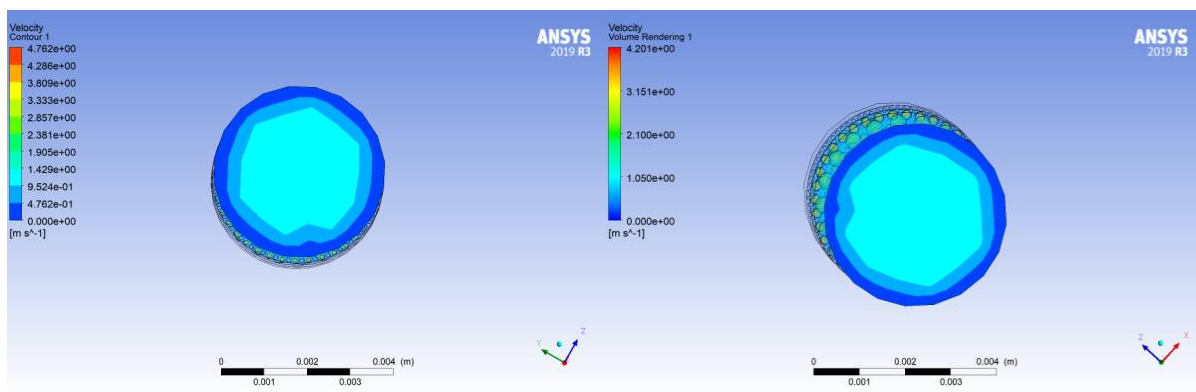
Gambar 7. Hasil simulasi kecepatan pada formasi A-B-C-A/C-B-A-C

Pada formasi 5 filter seperti ditunjukkan pada Gambar 8, aliran cenderung lebih stabil dan homogen. Hal ini disebabkan terjadinya distribusi tekanan yang merata pada tiap level membran. Pada tipe ABCAB simulasi kecepatan cenderung stabil hal ini bisa di lihat pada kecepatan aliran pada setiap level filter, berbeda halnya dengan tipe CBACB yang cenderung muncul sedikit perubahan kecepatan pada filter pertama dan filter ke empat (tanda lingkaran). Hal ini disebabkan penempatan meshing filter besar pada level pertama dan level ke empat.

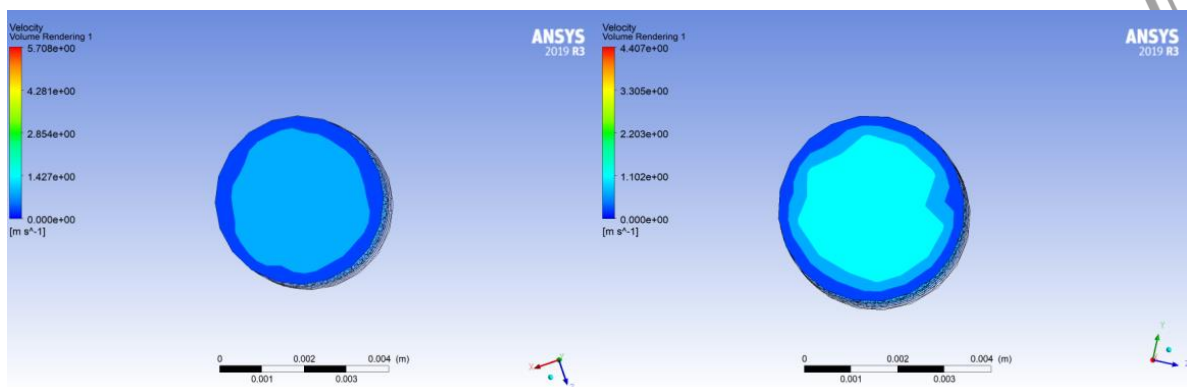


Gambar 8. Hasil simulasi kecepatan pada formasi A-B-C-A-B/C-B-A-C-B

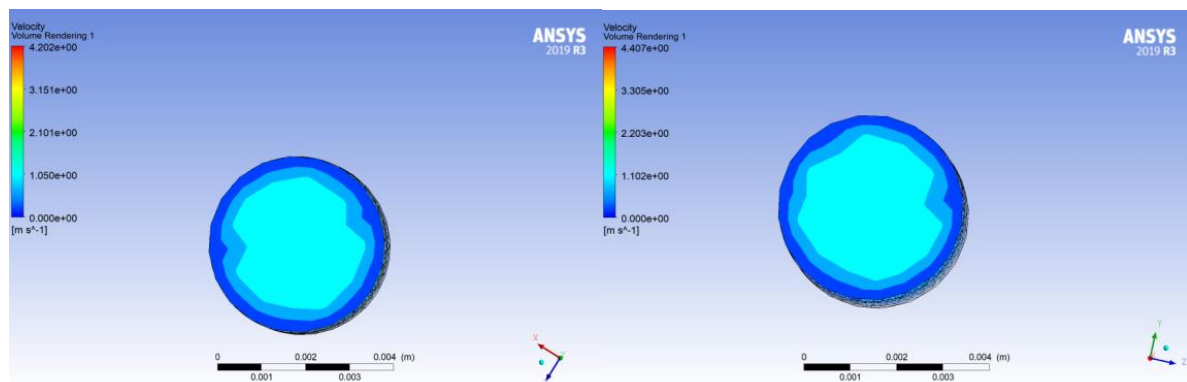
Secara umum ada tiga daerah kecepatan berbeda yang terjadi pada setiap penampang dimana semakin ke tengah kecepatan semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh gesekan antara fluida dengan dinding, dimana pada bagian kecepatan terluar paling besar gesekannya. Pada formasi ABCA diperoleh nilai tekanan dan kecepatan tertinggi dengan nilai masing-masing adalah $5,708\text{m/s}$ dan $3,554 \times 10^4\text{pa}$. Hal ini terjadi di sebabkan oleh aliran yang paling efektif dimana hanya ada dua warna yang terbentuk, mengindikasikan kerugian gesekan yang lebih kecil dibandingkan dengan formasi yang lain. Pemasangan filter meshing kecil pada akhir filtrasi memberikan keuntungan mengurangi gesekan yang terjadi. Pada level terakhir terjadi pembalikan arah aliran fluida yang menyebabkan terjadinya peningkatan tekanan ketika tekanan meningkat maka kerugian gesekan pada filter dapat diperkecil, sehingga menguntungkan dalam proses filtrasi. Ada tiga jenis kondisi menurut [8] yaitu: jenis filtrasi pada tekanan tinggi dan kecepatan masuk rendah, tekanan tinggi dan kecepatan masuk tinggi, tekanan rendah dan kecepatan masuk tinggi. Pada kasus penelitian ini masuk pada katagori ketiga yaitu tekanan rendah dan kecepatan masuk tinggi, hal ini menimbulkan efek yang sangat besar terjadinya *Cross Flow Reversal* (CFR) pembalikan arah aliran, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9,10,11 (biru tua). Di daerah dekat dinding, kecepatan cenderung melambat karena CFR dan gesekan dengan dinding. Dari enam hasil simulasi yang ditampilkan maka pada kondisi ABCA adalah kondisi yang terbaik dimana kerugian akibat gesekan dan CFR yang terjadi paling rendah sehingga tekanan dan kecepatan filtrasi paling tinggi dibandingkan dengan formasi yang lain.



Gambar 9. Simulasi penampang Velocity ABC/CBA



Gambar 10. Simulasi penampang Velocity ABCA/CBAC



Gambar 11. Simulasi penampang Velocity ABCAB/CBACB

Fenomena lain juga terjadi pada variasi *Five-filter* dimana ada suatu keunikan yang terjadi pada formasi CBACB (Gambar 11) memiliki kecepatan yang lebih tinggi dengan tekanan yang lebih rendah jika dibandingkan dengan formasi ABCAB. Fenomena ini terjadi ketika meletakkan filter terakhir dengan meshing yang lebih kecil. Fenomena penurunan kecepatan dan tekanan pada proses filtrasi sebagian besar disebabkan oleh adanya Cross Flow Reversal (CFR). Munculnya daerah CFR (*Cross-Flow-Reversal*) pada proses filtrasi yang nampak pada desain tiga, empat dan lima filter menyebabkan terjadinya penyerapan energi kecepatan aliran yang terjadi sehingga memperlambat kecepatan filtrasi [10].

4. Kesimpulan

Dari hasil simulasi ini dapat disimpulkan sebagai berikut: Susunan meshing kecil pada level pertama filtrasi mampu untuk meningkatkan kecepatan dan tekanan. Hal ini disebabkan ketika fluida melalui filter pada meshing kecil akan terjadi peningkatan tekanannya yang berpengaruh terhadap peningkatan kecepatannya. Penempatan filter meshing besar dan kecil pada tingkat akhir filtrasi sangat berpengaruh pada peningkatan tekanan dan kecepatannya. Formasi filter ABCA adalah kondisi yang terbaik dimana kerugian akibat gesekan dan Cross Flow Reversal (CFR) yang terjadi paling rendah sehingga tekanan dan kecepatan filtrasi paling tinggi dibandingkan dengan formasi yang lain.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Lambung Mangkurat yang telah memberikan bantuan dana penelitian dosen wajib meneliti dengan skema pembiayaan PNPB tahun anggaran 2021, sehingga penelitian ini dapat terselenggara dengan baik.

Daftar Pustaka

- [1] 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).
- [2] Muhajar, Zulkifli Togomi, Farouk Maricar, Arsyni Ali Mustari, 2020, PENGARUH KETEBALAN MEDIA DAN WAKTU FILTRASI TERHADAP PENGOLAHAN LIMBAH RUMAH TANGGA, PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
- [3] 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.
- [4] Usman Bapa Jenti & 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.
- [5] Citra Kusuma Parahita, 2018, PENGARUH WAKTU PENGADUKAN DAN PENGAMBILAN SAMPEL LARUTAN CaCO₃ 4% TERHADAP JUMLAH ENDAPAN PADA ALAT FILTER PRESS, Jurnal Inovasi Proses, Vol 3. No. 1 (Maret, 2018) ISSN: 2338-6452.
- [6] Sri Widystuti & 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.
- [7] Ing. Daniel Kweku Govi, Paul Goddey G, 2016, Design of a Model Filtration System and Performing CFD/Flopress Analysis on It, Journal of Resources Development and Management www.iiste.org ISSN 2422-8397 An International Peer-reviewed Journal.
- [8] Bernales, B. (2013). Modeling of hydro dynamics and transfer phenomena in cross-flow membrane filtration. Aix-Marseille Uni-versity, 160
- [9] 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.
- [10] Rachmat Subagyo, Hajar Isworo, Najib Rahman, Hansen Rivaldo N, Dani Silalahi, 2021, ANALISIS FILTRASI SUSUN RANGKAP PADA FORMASI FILTER SEJENIS DENGAN MEDIA AIR GAMBUT, *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah p-ISSN 2623-1611 Volume 6 Nomor 3 April 2021 e-ISSN 2623-198.*