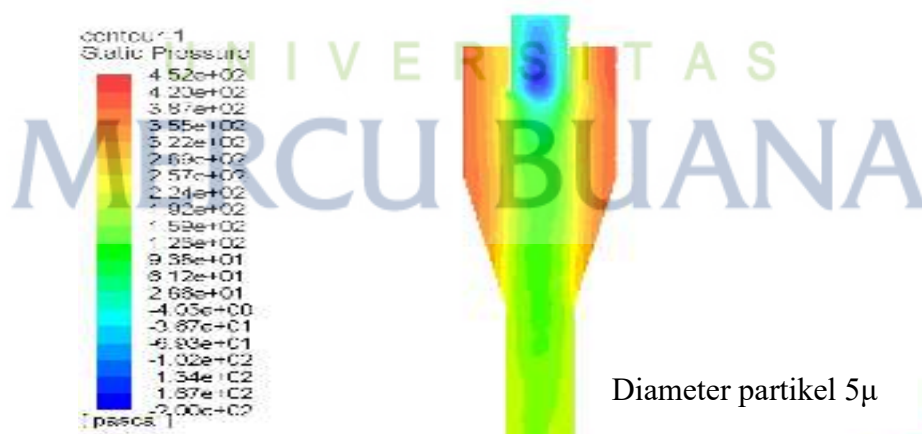


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Efisiensi Pemisahan Cyclone

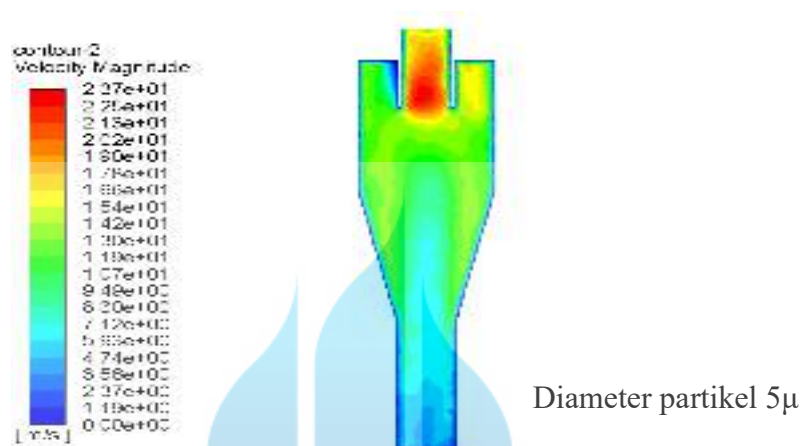
Dari hasil simulasi menggunakan software ansys 17.0 dengan simulasi CFD yang fokus pada dua parameter yaitu *pressure* (tekanan) dan *velocity* (kecepatan objek). Dalam hal ini objek yang dimaksud adalah partikel pasir dengan ukuran yang sudah ditentukan. Satu parameter yang dijadikan sebagai bagian dari penelitian yang disebut dengan partikel *resistence* yang mana waktu partikel pasir dari awal masuk inlet cyclone sampai dengan keluar di outlet *cyclone*. Penulis akan memberikan hasil simulasi yang menurut penulis menghasilkan tingkat efisiensi yang tinggi yaitu diameter sebesar 5 micron.



Gambar 4. 1 Kontur Tekanan Cyclone

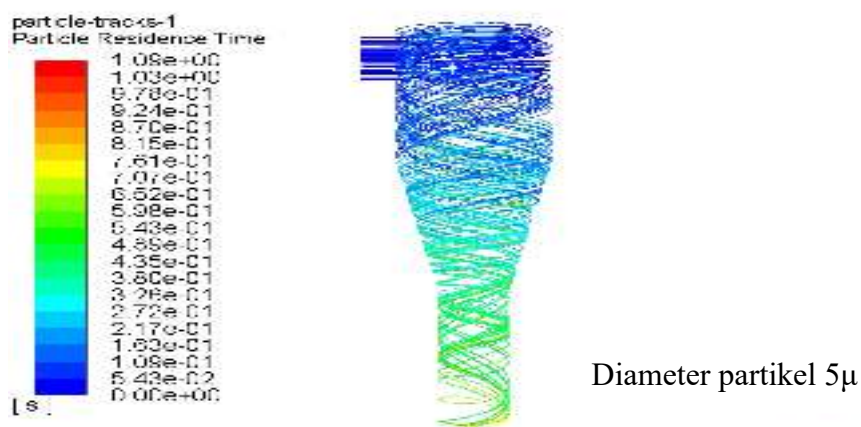
Gambar dapat diperoleh data bahwa hasil simulasi CFD tingkat *pressure* yang paling besar terfokus di area samping kiri dan kanan cyclone. Karena pada area tersebut tingkat turbulensi yang sangat besar sehingga berakibat pada nilai *pressure* yang dihasilkan juga besar.

Di area yang menuju area *trap* pada *cyclone* mempunyai nilai *pressure* yang tidak terlalu besar karena efek turbulensi sudah sedikit berkurang yang mengakibatkan *pressure* sedikit lebih rendah. Pada area menuju outlet dari pada *cyclone*, *pressure* menjadi sangat rendah karena partikel pasir yang di masukkan ke dalam *cyclone* sudah banyak yang terjebak di area *trap* pada *cyclone* tersebut. sehingga partikel pasir pada luaran outlet *cyclone* bisa dikatakan ukuran lebih kecil dari 5micron.



Gambar 4. 2 Kontur Kecepatan Cyclone

Hasil dari gambar diperoleh sebuah data hasil simulasi CFD yang area pada samping kiri dan kanan pada lingkaran *cyclone* tersebut mempunyai nilai *velocity* (kecepatan gerak) yang tidak terlalu tinggi di banding dengan area yang lainnya. Karena pada area tersebut tingkat diameter partikel pasir yang besar sehingga berakibat pada nilai *velocity* (kecepatan gerak) yang dihasilkan tidak tinggi. Di area corong *cyclone* yang menuju area *trap* pada *cyclone* mempunyai nilai *velocity* (kecepatan gerak) yang rendah karena efek partikel pasir yang sudah terseparasi masuk ke area *trap* pada *cyclone* yang sudah sedikit berkurang yang mengakibatkan *velocity* (kecepatan gerak) lebih rendah. Pada area menuju outlet pada *cyclone*, *velocity* (kecepatan gerak) menjadi sangat tinggi karena diameter partikel pasir yang akan keluar lewat *output* berdiameter sangat kecil sehingga ukuran massa partikel pasir pada luaran outlet bisa dikatakan ukuran sama dengan massa jenis ukuran udara.

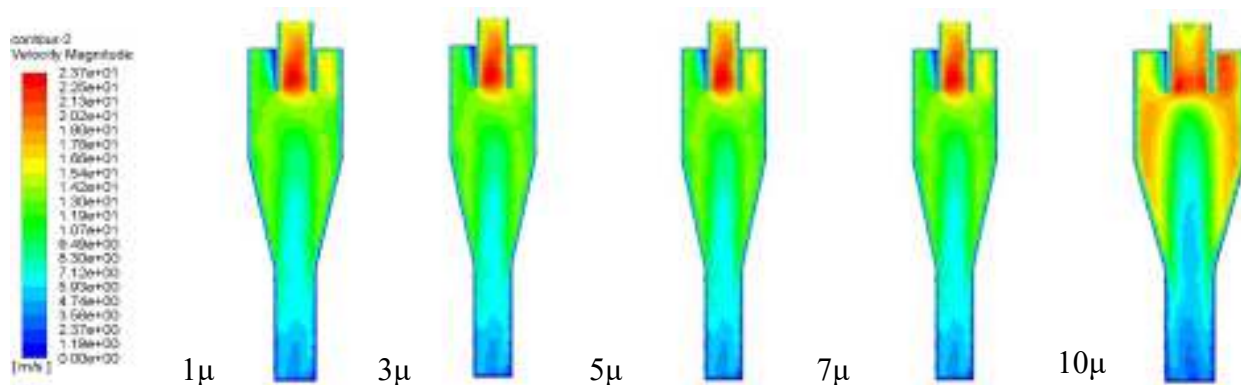


Gambar 4. 3 Partikel Track

Gambar merupakan terjadinya separasi di dalam cyclone. Tampak laju aliran partikel-partikel di dalam *cyclone* mengalami *particle residence time* yang merupakan definisi dari waktu saat awal injeksi partikel ke dalam *cyclone* sampai dengan partikel tersebut melalui *trap* atau *escape* saat proses separasi. proses turbulensi yang dapat membantu dalam proses separasi tersebut, alur partikel pasir dari inlet *cyclone* dengan terlebih dahulu melewati *trap cyclone* dan menghasilkan turbulensi putaran yang berujung pada partikel pasir di outlet *cyclone*.

4.2 Kontur Kecepatan Radial dan Aksial

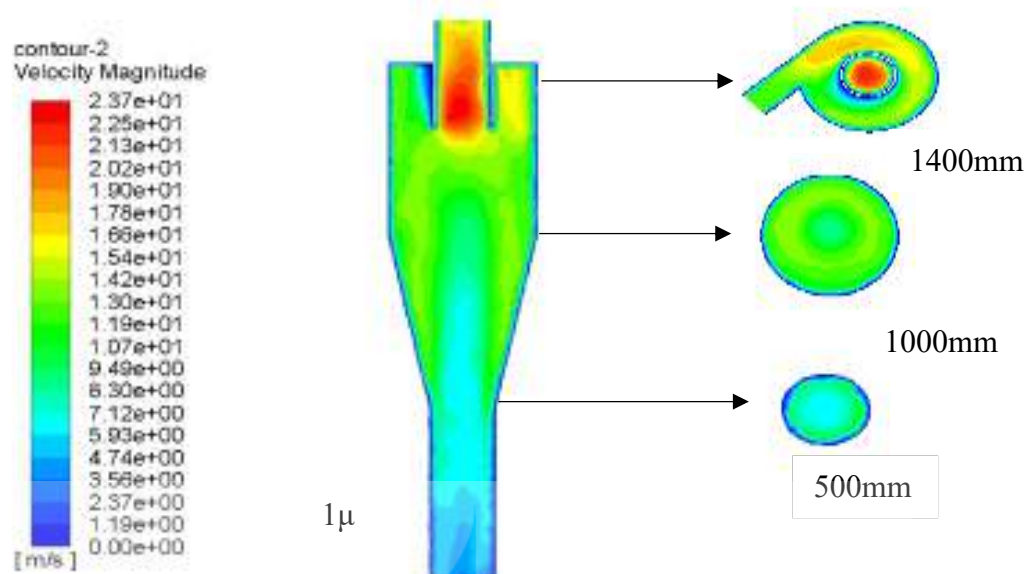
Dari simulasi dengan ukuran partikel yang berbeda akan dihasilkan data simulasi dari beberapa ukuran partikel pasir yang akan dijadikan sebagai pembanding ataupun komparasi data pada proses separasi cyclone maka penulis dengan arahan dari dosen pembimbing menentukan 5 besaran ukuran partikel pasir yang digunakan. Antara lain 1micron, 3micron, 5micron, 7 micron, dan 10micron. Diharapkan dengan menggunakan ke 5 diameter partikel pasir tersebut akan menghasilkan data yang bervariasi dan bermacam-macam. Fokus parameter yang akan di nilai dari simulasi ini adalah kecepatan. Data hasil simulasi berupa gambar kontur kecepatan dari 5 ukuran partikel yang berbeda-beda, dengan harapan hasil dari kelima data tersebut bisa dijadikan acuan untuk melihat kontur kecepatan yang dihasilkan dari separasi cyclone.



Gambar 4. 4 Komparasi Kontur Kecepatan

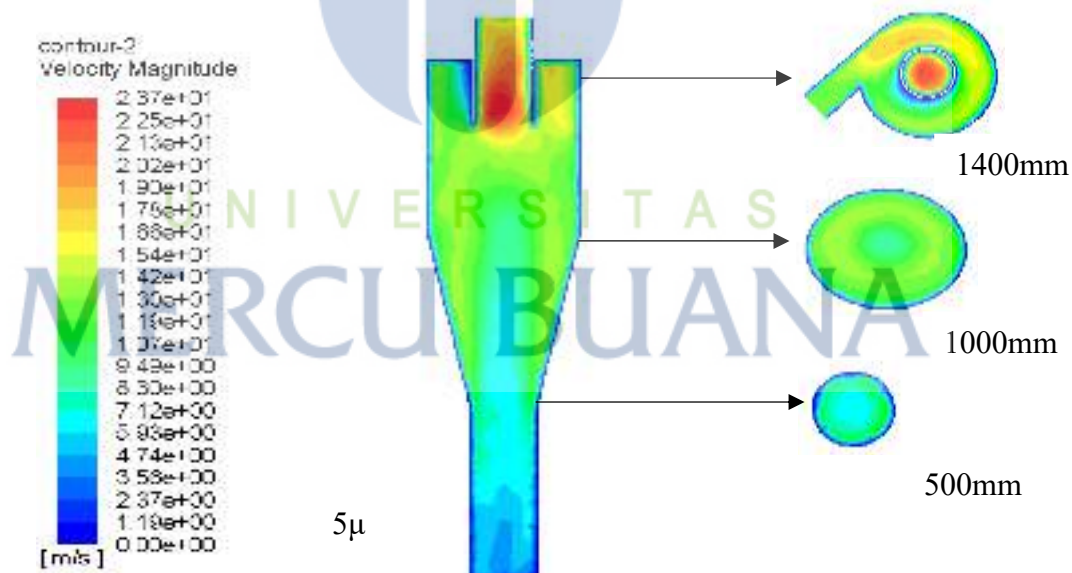
Dari hasil simulasi CFD dengan menggunakan parameter diameter partikel yang berbeda. Diameter partikel dengan ukuran 1micron dibandingkan dengan diameter partikel 3micron, 5micron, 7micron dan 10micron hasil yang didapat dari simulasi CFD akan terlihat berbeda dari segi penyebaran area *velocity* (kecepatan objek) setelah melewati inlet, yang mana area *velocity* (kecepatan objek) di gambar terlihat warna merah (kecepatan tinggi) begitu luas. Bisa penulis ambil data bahwasanya dengan diameter partikel seperti itu akan menghasilkan sebuah anomali *velocity* (kecepatan objek) dengan turbulensi yang besar saat proses terjadinya separasi di dalam cyclone. Dari data kontur kecepatan pada diameter 10micron terdapat perbedaan area dengan warna merah yang luas, yang mana bisa di artikan sebagai partikel yang tidak berhasil *escaped* melalui outlet *cyclone*. *Velocity* (kecepatan objek) maksimum pada cyclone terjadi pada daerah inlet, dimana pada daerah ini partikel dan udara saling bertumbukan. Sedangkan *velocity* (kecepatan objek) minimum berada pada daerah tengah outlet.

Penulis juga memberikan perspektif kontur kecepatan dari sisi lainnya untuk mengetahui secara lebih luas dan detail terhadap kontur kecepatan pada proses separasi cyclone. Perspektif pada kontur kecepatan ini penulis bagi menjadi tiga ukuran pengambilan yang berbeda-beda. Dari total tinggi cyclone yang sebesar 1500mm, maka di ambil 3 sampel pengambilan kontur kecepatan dengan ketinggian 500mm, 1000mm dan 1400mm untuk melihat hasil kontur kecepatan tersebut.



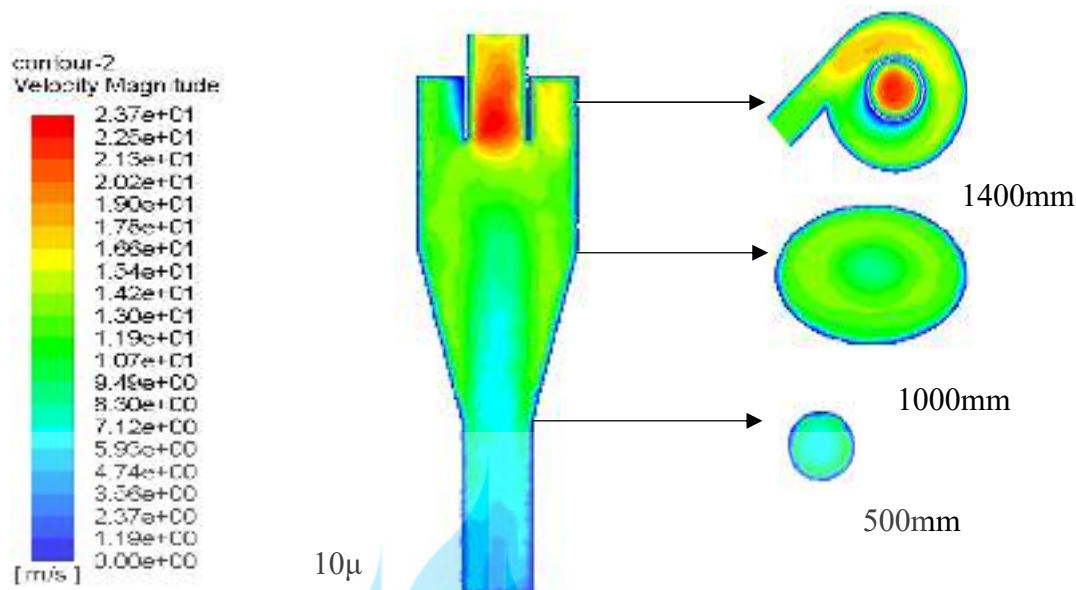
Gambar 4. 5 Prespektif Radial Kontur Kecepatan

Dari simulasi dengan ukuran partikel 1μ maka didapat data dari kontur kecepatan dengan perspektif secara radial seperti gambar. Kecepatan tinggi pada perspektif ini didapat di area cyclone outlet.



Gambar 4. 6 Perspektif Radial Kontur Kecepatan

Dari simulasi dengan ukuran partikel 5μ maka didapat data dari kontur kecepatan dengan perspektif secara radial seperti gambar.

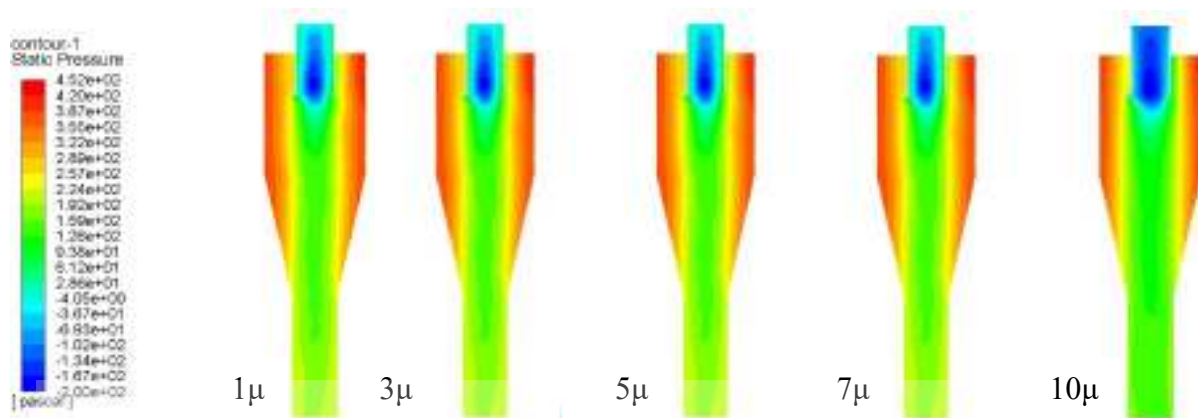


Gambar 4. 7 Perspektif Radial Kontur Kecepatan

Dari simulasi dengan ukuran partikel 10μ maka didapat data dari kontur kecepatan dengan perspektif secara radial seperti gambar.

4.3 Kontur Tekanan Aksial dan Radial

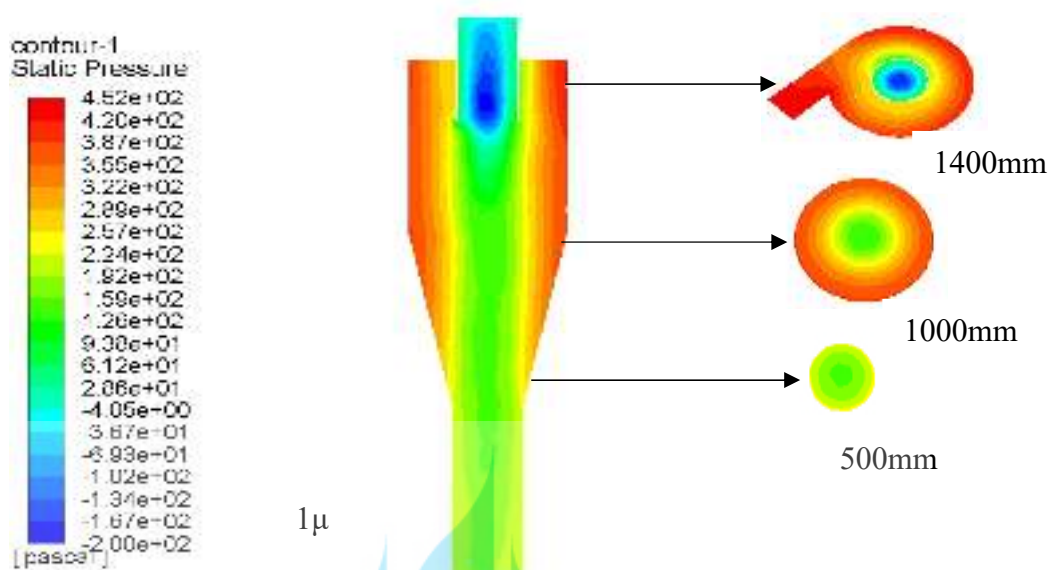
Dari simulasi dengan ukuran partikel yang berbeda akan dihasilkan data simulasi dari beberapa ukuran partikel pasir yang akan dijadikan sebagai pembanding ataupun komparasi data pada proses separasi cyclone maka penulis dengan arahan dari dosen pembimbing menentukan 5 besaran ukuran partikel pasir yang digunakan. Antara lain 1micron, 3micron, 5micron, 7 micron, dan 10micron. Diharapkan dengan menggunakan ke 5 diameter partikel pasir tersebut akan menghasilkan data yang bervariasi dan bermacam-macam. Fokus parameter yang akan di nilai dari simulasi ini adalah Tekanan. Data hasil simulasi berupa gambar kontur tekanan dari 5 ukuran partikel yang berbeda-beda, dengan harapan hasil dari kelima data tersebut bisa dijadikan acuan untuk melihat kontur tekanan yang dihasilkan dari separasi cyclone. Dengan data yang bervariasi maka akan menambah data untuk proses penelitian selanjutnya.



Gambar 4. 8 Komparasi Tekanan Cyclone

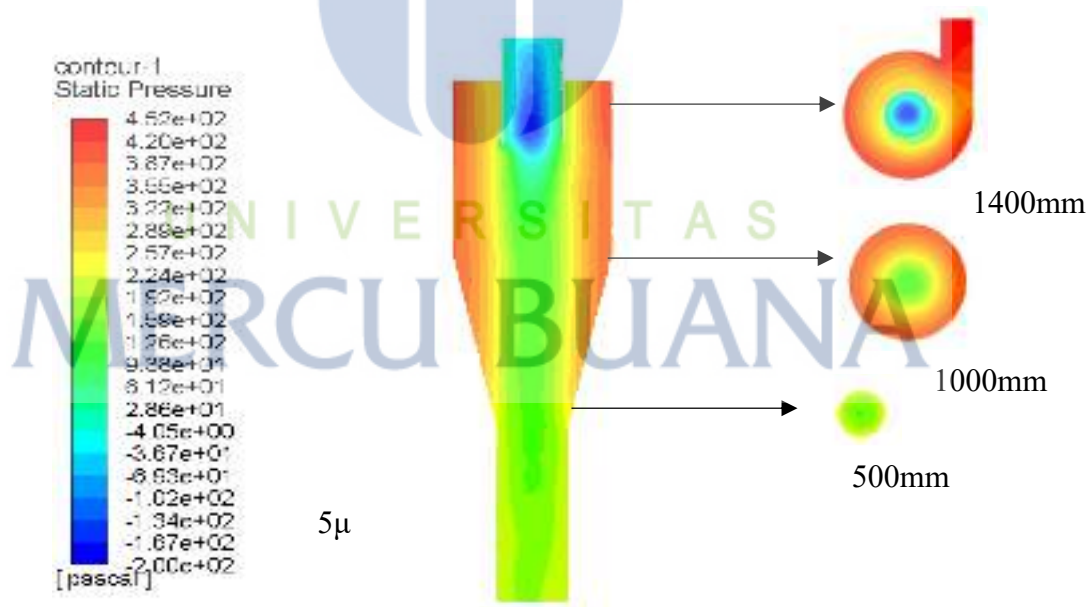
Dari hasil simulasi CFD dengan menggunakan parameter diameter partikel yang berbeda. Diameter partikel dengan ukuran 1micron dibandingkan dengan diameter partikel 3micron, 5micron, 7micron dan 10micron hasil yang didapat dari simulasi CFD yaitu kontur yang terlihat berbeda dari segi penyebaran area *pressure* (tekanan) setelah melewati inlet, yang mana area *pressure* (tekanan) di gambar terlihat warna merah (kecepatan tinggi) terfokus di area samping kiri dan kanan *cyclone*. Bisa penulis ambil data bahwasanya dengan diameter partikel yang bervariasi tersebut akan menghasilkan sebuah anomali *pressure* (tekanan) ditambah turbulensi yang besar saat proses terjadinya separasi di dalam *cyclone*. Lain halnya dengan partikel diameter 10micron menghasilkan kontur tekanan yang berbeda dengan 4 variable partikel lainnya. Pada gambar 4.8 tekanan rendah di area outlet lebih besar dibanding dengan yang lain, namun untuk tekanan tinggi cenderung sama di area samping kiri kanan *cyclone*. *Pressure* (tekanan) maksimum pada *cyclone* terjadi pada daerah setelah melewati inlet pada proses turbulensi, dimana pada area ini partikel dan udara saling bertumbukan. Sedangkan *pressure* (tekanan) minimum berada pada area menuju outlet.

Dari perspektif kontur yang berbeda dengan membandingkan serta mengetahui keadaan *pressure* (tekanan) di saat proses terjadinya separasi *cyclone* yang tujuan untuk menambah variable dalam mengetahui *pressure* yang terjadi. Dari data yang penulis sajikan, ada 3 perspektif, yaitu perspektif dengan posisi radial ketinggian 500mm, 1000mm dan 1400mm dari total ketinggian *cyclone* 1500mm seperti gambar berikut.



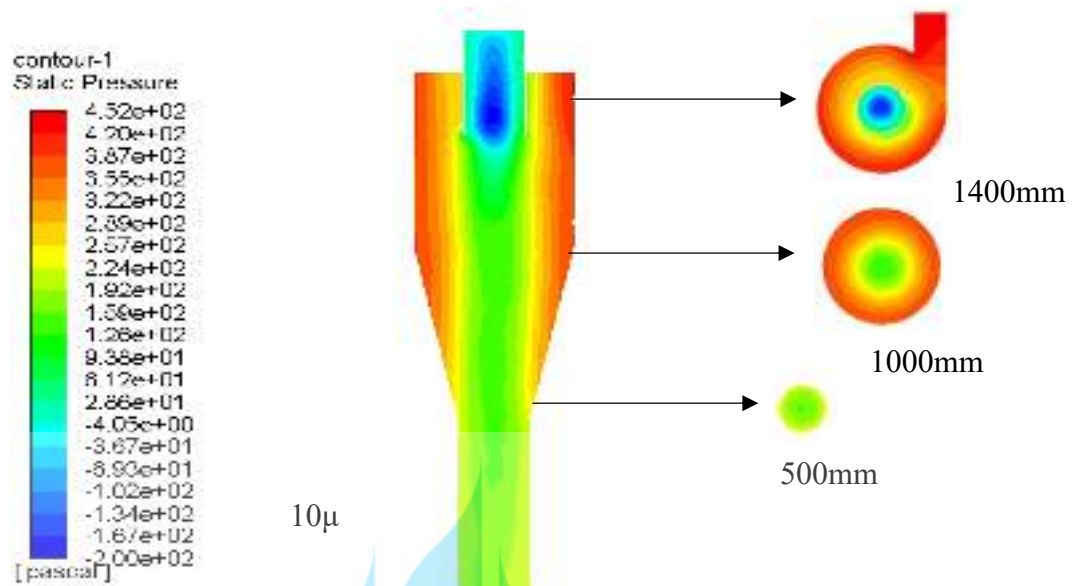
Gambar 4. 9 Kontur Tekanan Prespektif Radial

Dari simulasi dengan ukuran partikel 1μ maka didapat data dari kontur tekanan dengan perspektif secara radial seperti gambar.



Gambar 4. 10 Kontur Tekanan Prespektif Radial

Dari simulasi dengan ukuran partikel 5μ maka didapat data dari kontur tekanan dengan perspektif secara radial seperti gambar.



Gambar 4. 11 Kontur Tekanan Prespektif Radial

Dari simulasi dengan ukuran partikel 10μ maka didapat data dari kontur tekanan dengan perspektif secara radial seperti gambar.

4.4 Pressure Drop

Pressure drop yang terjadi di dalam proses separasi cyclone dalam hal ini secara otomatis akan dihitung melalui sistem yang telah ada di dalam software simulasi ansys 17.0. namun hasil dari ke lima partikel yang telah penulis lakukan simulasi cenderung berbeda hasilnya. Berikut penulis sajikan dalam bentuk tabel:

Tabel 1. Pressure Drop

	ΔP (Pascal)
1μ	269.31065
3μ	269.31065
5μ	261.80519
7μ	261.80519
10μ	365.84955

dari data table 1. tersebut hasil pressure drop untuk ukuran partikel 1μ dan 3μ cenderung sama sama halnya dengan ukuran partikel 5μ dan 7μ juga cenderung sama dari hasil perhitungan pressure drop oleh softwaransys 17. Namun hasil pressure drop untuk ukuran partikel 10μ lebih tinggi dibanding ukuran yang lain.

```

DPM Iteration ....
number tracked = 60, escaped = 30, aborted = 0, trapped = 27, evaporated = 0, incomplete = 3, incomplete_parallel = 0

DPM Iteration ....
number tracked = 60, escaped = 8, aborted = 0, trapped = 44, evaporated = 0, incomplete = 8, incomplete_parallel = 0

DPM Iteration ....
number tracked = 60, escaped = 0, aborted = 0, trapped = 60, evaporated = 0, incomplete = 0, incomplete_parallel = 0

DPM Iteration ....
number tracked = 60, escaped = 0, aborted = 0, trapped = 60, evaporated = 0, incomplete = 0, incomplete_parallel = 0

DPM Iteration ....
number tracked = 60, escaped = 0, aborted = 0, trapped = 46, evaporated = 0, incomplete = 14, incomplete_parallel = 0

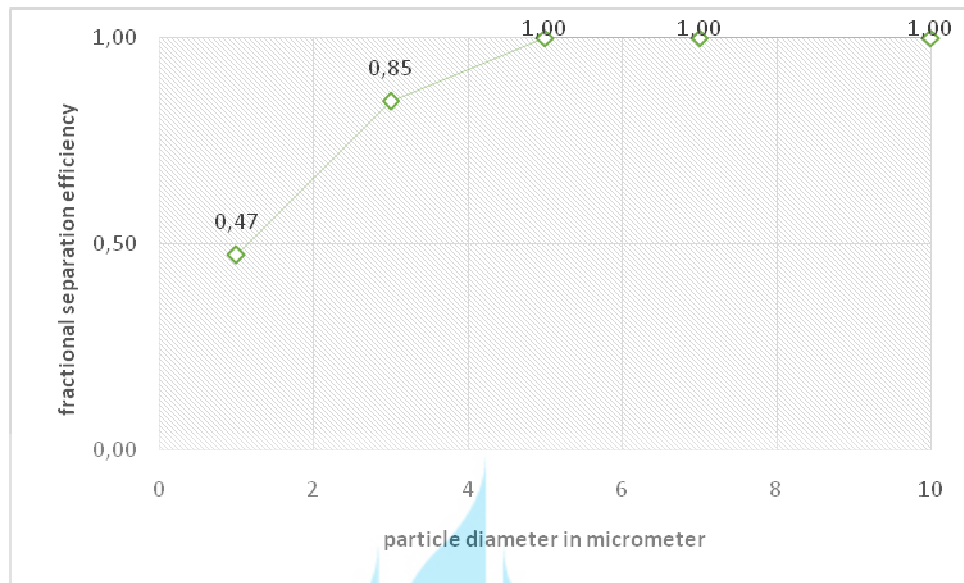
```

Gambar 4. 12 Komparasi DPM Literation

DPM literation disini merupakan sebuah perhitungan berapa jumlah partikel yang di injeksikan ke dalam cyclone. Jumlah ini terbagi menjadi beberapa kategori antara lain number tracked, escaped, aborted, trapped, evaporated, incomplete and incomplete parallel. Dari data gambar dapat di artikan semakin besar ukuran partikel belum tentu nilai efisiensi pada separasi cyclone tinggi. Pengaruh dimensi dan geomteri serta proses *meshing* pada pembuatan cyclone bisa jadi sebagai salah satu perbandingan untuk mendapatkan efisiensi separasi cyclone yang tinggi. Pada proses pemisahan partikel dari simulasi partikel track dengan menggunakan beberapa parameter diameter yang berbeda. Penulis menggunakan empat diameter ukuran partikel. Simulasi ini menghasilkan partikel yang Escaped dan Trapped. Persentase partikel dihitung dan dibandingkan jumlahnya terhadap jumlah partikel semula. Dari jumlah partikel track yang masuk ke dalam cyclone, akan dihasilkan berapa jumlah partikel yang ter trapped dan escaped. Dengan menggunakan rumus:

$$\frac{\text{jumlah partikel trapped}}{\text{partikel track total} - 1}$$

Dari rumus tersebut maka diperoleh data hasil hitungan persentasi berapa value yang di dapat dari simulasi partikel track ini dan grafik dari DPM tersebut.



Gambar 4. 13 Grafik Efisiensi Partikel

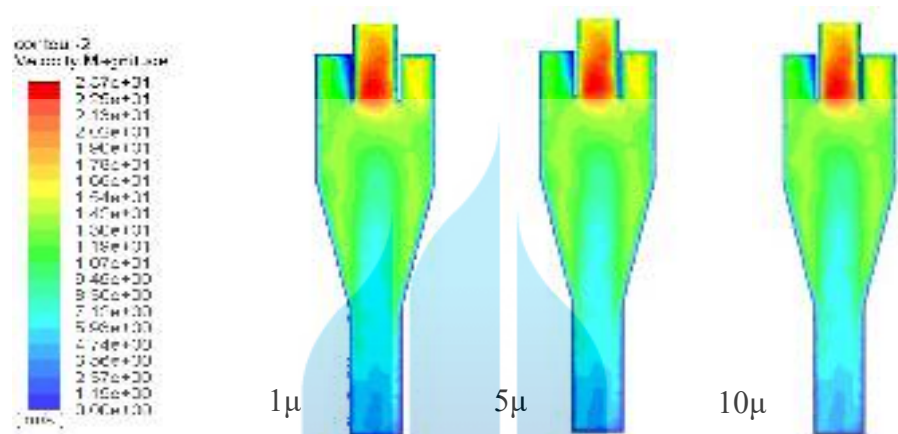
4.5 Pengaruh COR Terhadap Efisiensi

Simulasi ini dilakukan dengan menggunakan software ansys 17.0 sama seperti simulasi sebelumnya namun dalam hal ini simulasi menggunakan parameter tambahan dengan set data simulasi yang diharapkan menghasilkan efisiensi yang tinggi yaitu menambahkan COR (*coefficient of restitution*) di dalam proses separasi *cyclone*. Dari data yang sudah ada penulis pakai dengan ditambah setting parameter pada software simulasi ansys. Nilai COR (*coefficient of restitution*) yang dipakai adalah 0, 0.5 dan 1. Penulis melakukan simulasi untuk mengetahui pengaruh nilai tersebut terhadap kontur *velocity* (kecepatan objek) dan *pressure* (tekanan) di dalam *cyclone*. Dengan mengambil beberapa perspektif angle pengambilan kontur pada *cyclone*. Untuk parameter *cyclone* yang digunakan adalah parameter *cyclone* dengan ukuran diameter 1micron, 5micron dan 10micron.

4.5.1 Pengaruh Nilai COR pada kontur Kecepatan Aksial dan Radial

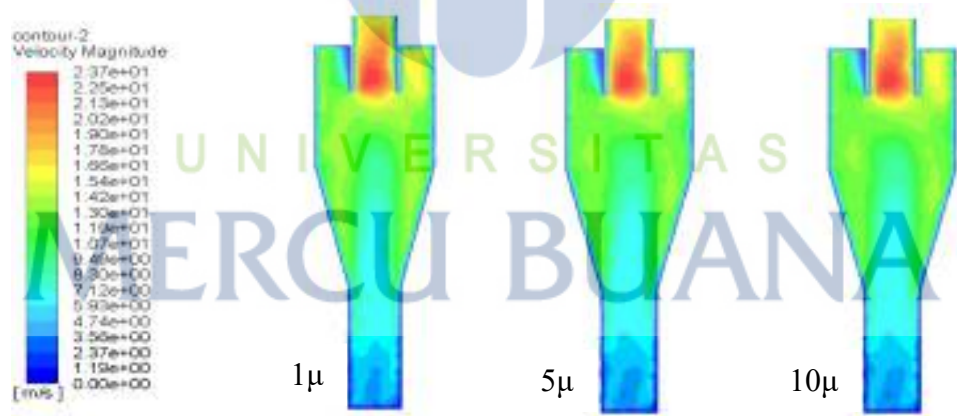
Hasil simulasi akan focus pada kontur kecepatan (*velocity*) di dalam *cyclone* dengan perspektif angle pemotongan untuk menunjukkan area kontur secara aksial dan radial. Simulasi yang pertama menggunakan nilai $COR = 0$ untuk simulasi ukuran diameter partikel 1micron, 5micron dan 10micron.

$COR = 0$



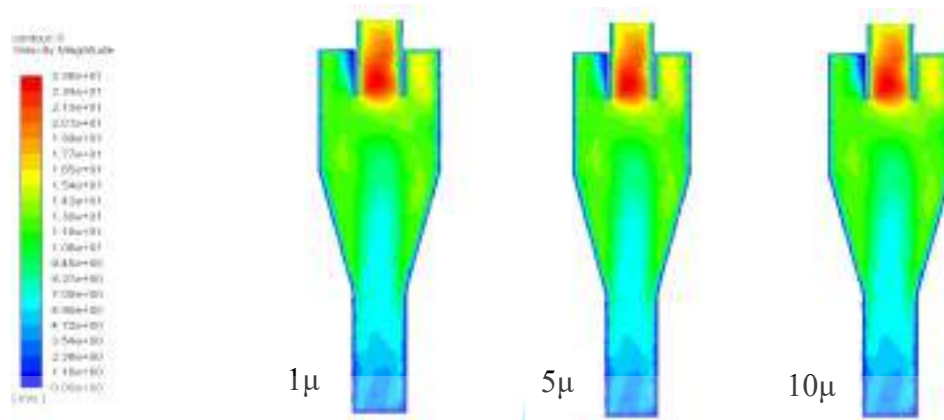
Gambar 4. 14 Komparasi Kontur Kecepatan

$COR = 0.5$



Gambar 4. 15 Komparasi Kontur Kecepatan

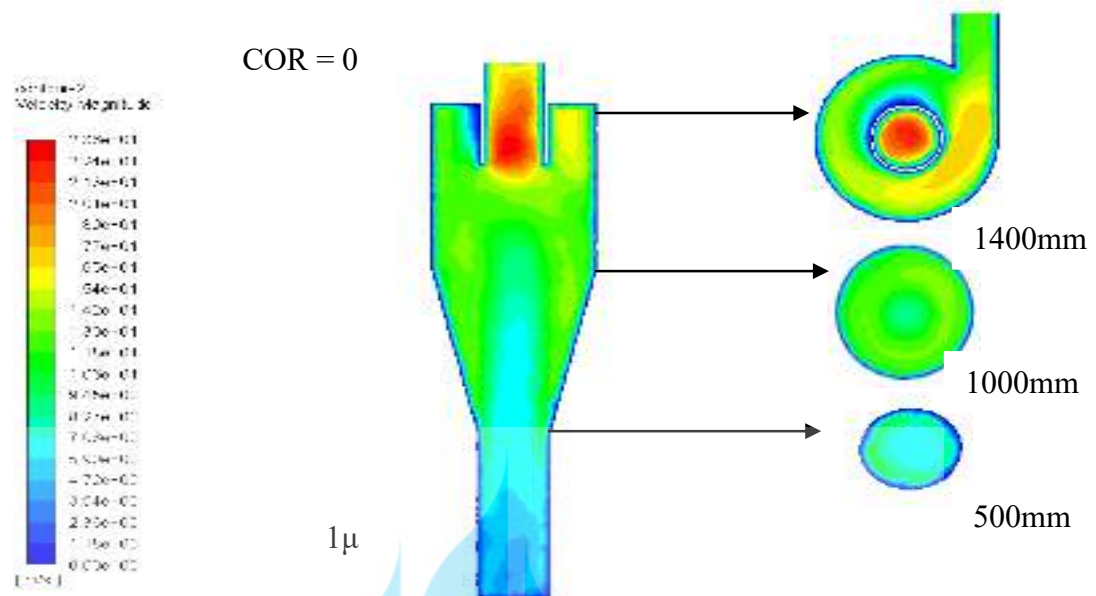
COR = 1



Gambar 4. 16 Komparasi Kontur Kecepatan

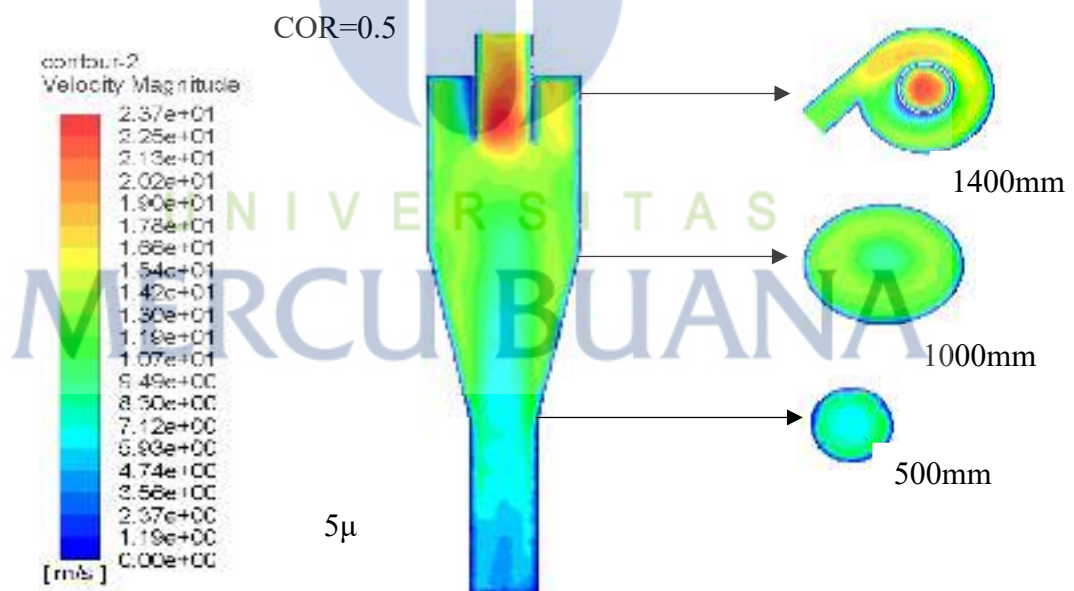
Dari hasil simulasi menunjukkan kontur kecepatan (*velocity*) dari proses separasi di dalam *cyclone* dengan menggunakan ukuran parameter 1 micron, 5micron dan 10micron. Dari ketiga gambar tersebut dibedakan dari setting nilai COR (*coefficient of restitution*) dari 0, 0.5 dan 1 maka area tengah cyclone yang mana disitu terdapat proses suatu tumbukan antar partikel satu dengan yang lainnya. Namun data simulasi tersebut menunjukkan bahwa hasil tumbukan antar nilai partikel satu dengan yang lainnya cenderung sama dari segi kecepatan maksimum maupun kecepatan minimum yang dihasilkan.

Untuk simulasi berikutnya agar menghasilkan data yang lebih variatif maka dilakukan uji simulasi dengan perspektif angle yang berbeda. Dengan mengambil kontur kecepatan dari perspektif lain, maka di ambil data dengan ketinggian 500mm, 1000mm dan 1400mm dengan asumsi diperoleh data simulasi kontur sebagai tambahan referensi data.



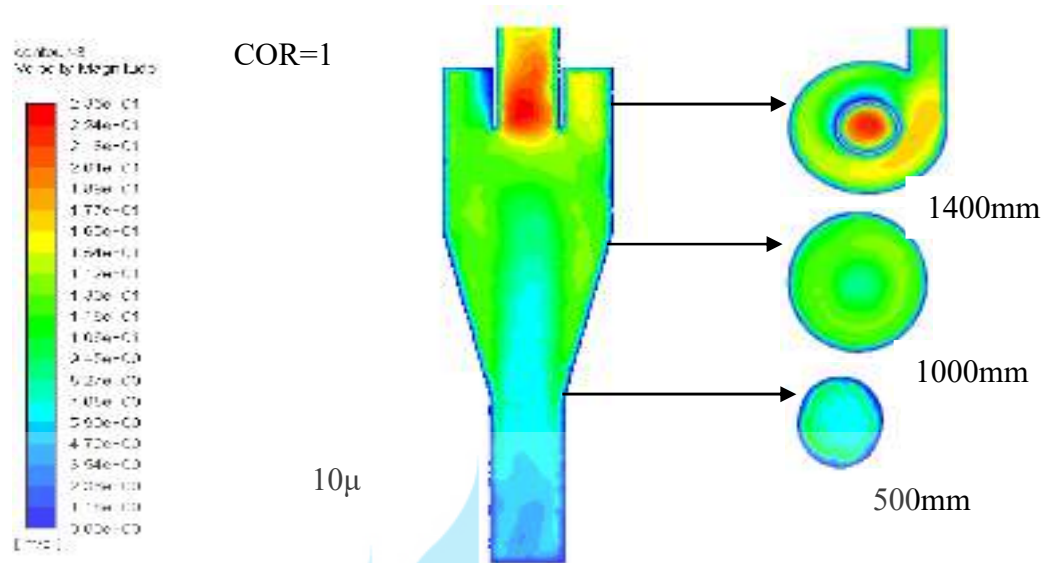
Gambar 4. 17 Kontur Kecepatan Perspektif Radial

Dari simulasi dengan ukuran partikel 1 μ dan setting parameter COR = 0 maka didapat data dari kontur kecepatan dengan perspektif secara radial seperti gambar.



Gambar 4. 18 Kontur Kecepatan Perspektif Radial

Dari simulasi dengan ukuran partikel 5 μ dan setting parameter COR = 0.5 maka didapat data dari kontur kecepatan dengan perspektif secara radial seperti gambar.

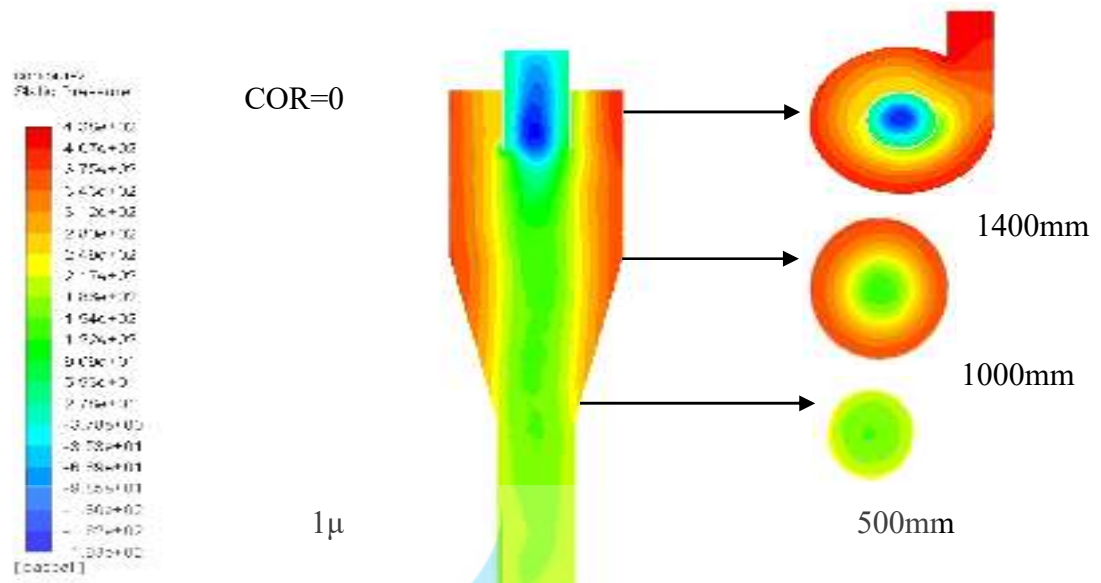


Gambar 4. 19 Kontur Kecepatan Perspektif Radial

Dari simulasi dengan ukuran partikel 10μ dan setting parameter $COR = 0.5$ maka didapat data dari kontur kecepatan dengan perspektif secara radial seperti gambar. Dari hasil simulasi dengan perspektif gambar diatas dengan harapan dapat memperkaya study terhadap proses separasi di *cyclone* dengan pengaruh nilai COR (*coefficient of restitution*) dari sudut pandang yang lain.

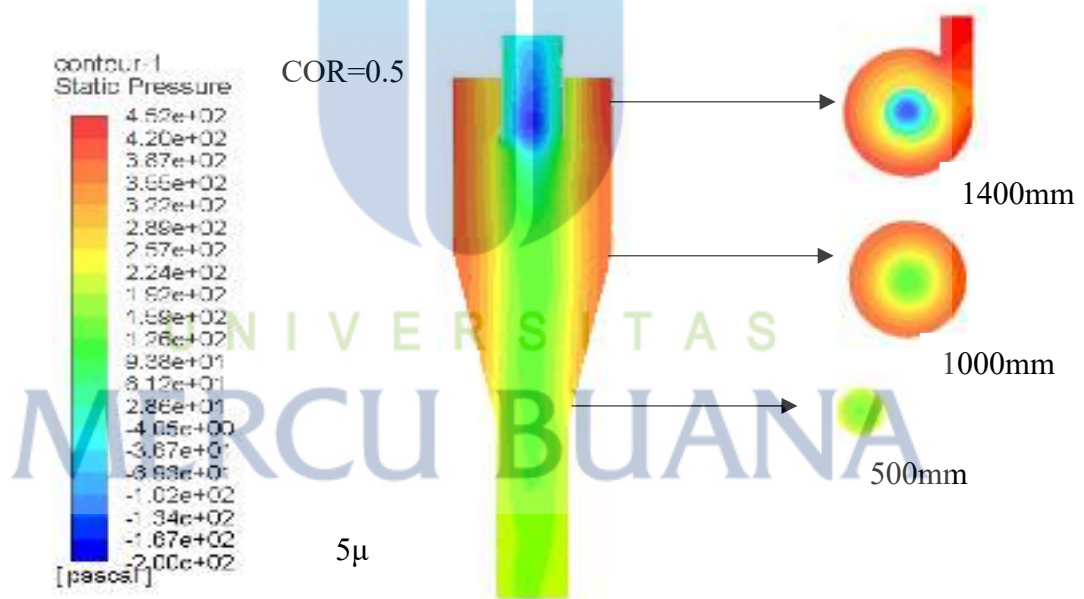
4.5.2 Pengaruh Nilai COR pada kontur Tekanan Aksial dan Radial

Hasil simulasi akan focus pada kontur Tekanan (*pressure*) di dalam *cyclone* dengan perspektif angle pemotongan untuk menunjukan area kontur secara aksial dan radial. Simulasi yang pertama menggunakan nilai $COR = 0, 0.5$ dan 1 untuk simulasi ukuran diameter partikel 1micron , 5micron dan 10micron .



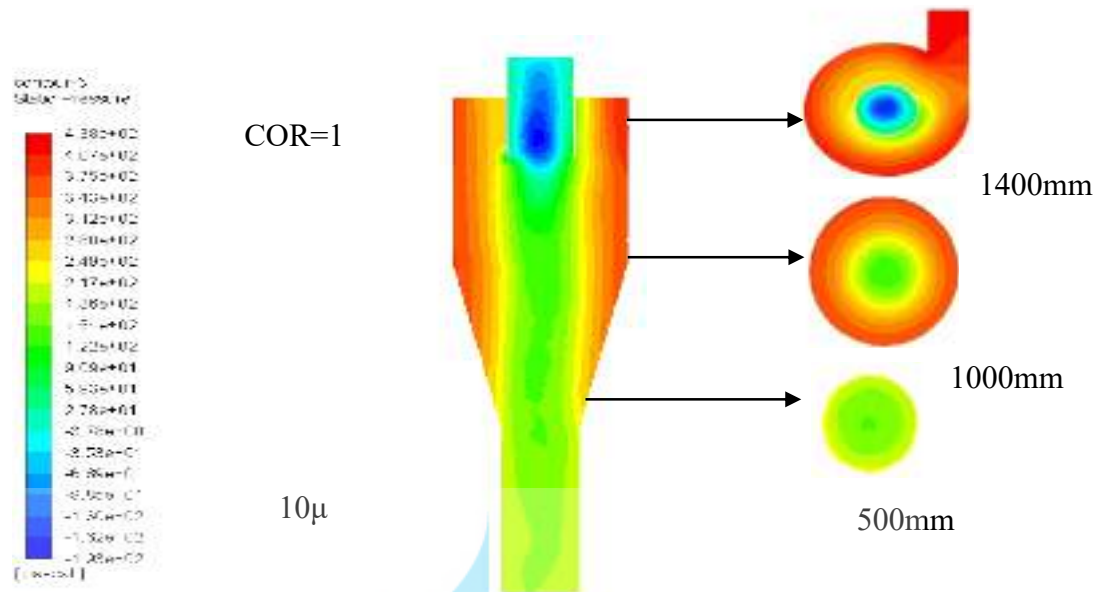
Gambar 4. 20 Kontur Tekanan Perspektif Radial

Dari simulasi dengan ukuran partikel 1μ dan setting parameter $COR = 0$ maka didapat data dari kontur tekanan dengan perspektif secara radial seperti gambar.



Gambar 4. 21 Kontur Tekanan Perspektif Radial

Dari simulasi dengan ukuran partikel 5μ dan setting parameter $COR = 0.5$ maka didapat data dari kontur tekanan dengan perspektif secara radial seperti gambar.



Gambar 4. 22 Kontur Tekanan Perspektif Radial

Dari simulasi dengan ukuran partikel $1=\mu$ dan setting parameter $COR = 1$ maka didapat data dari kontur tekanan dengan perspektif secara radial seperti gambar. Dari hasil simulasi dengan perspektif gambar diatas dengan harapan dapat memperkaya study terhadap proses separasi di *cyclone* dengan pengaruh nilai COR (*coefficient of restitution*) dari sudut pandang yang lain.

4.5.2 Pressure Drop

Pressure drop yang terjadi di dalam proses separasi cyclone dalam hal ini secara otomatis akan dihitung melalui sistem yang telah ada di dalam software simulasi ansys 17.0. namun hasil dari ke lima partikel yang telah penulis lakukan simulasi cenderung berbeda hasilnya. Berikut penulis sajikan dalam bentuk tabel:

Tabel 2. Pressure Drop COR

	ΔP (Pascal)
COR	
0	261.805
0.5	261.805
1	261.805

Tabel 3. Tekanan dalam Cyclone

	Pressure (Max)	Pressure (Min)
COR		
0	438.1021	-193.1519
0.5	438.1021	-193.1519
1	438.1021	-193.1519

Tabel 4. Kecepatan Partikel dalam Cyclone

	Velocity (Max)	Velocity (Min)
COR		
0	23.615	0
0.5	23.615	0
1	23.615	0

Dari data table 4. tersebut hasil pressure drop hasil simulasi parameter ukuran partikel cyclone 1micron, 3micron dan 5micron dengan nilai setting value COR yaitu 0, 0.5 dan 1 didapatkan hasil data ΔP yang sama antara ketiga parameter yang di uji. Begitu pula dengan hasil data tekanan maksimal, tekanan minimal serta kecepatan maksimal dan kecepatan minimal pun didapatkan data yang cenderung sama namun perbedaan data terdapat di hasil DPM dibawah ini:

```

DPM Iteration ....
number tracked = 40, escaped = 0, aborted = 0, trapped = 40, evaporated = 0, incomplete = 0, incomplete_parallel = 0

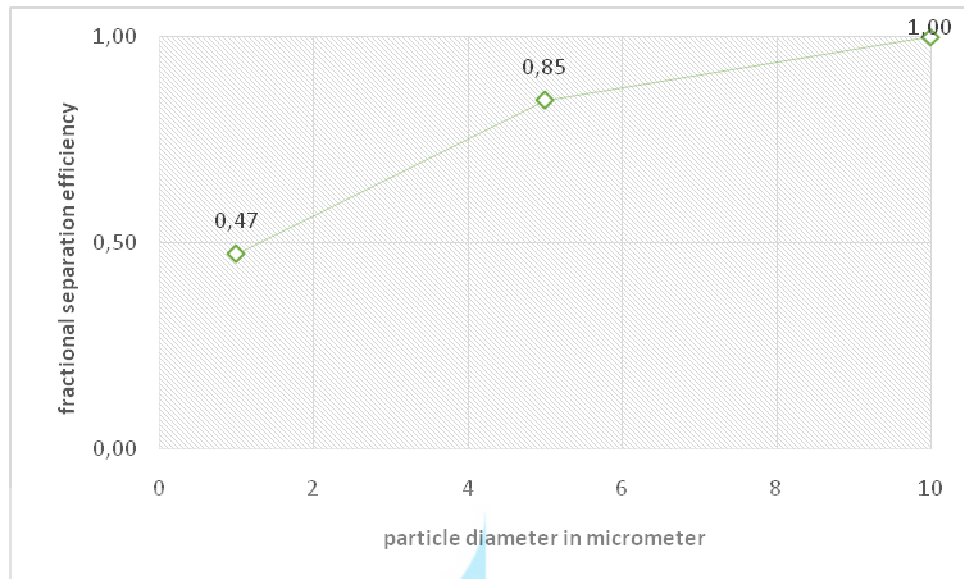
DPM Iteration ....
number tracked = 40, escaped = 0, aborted = 0, trapped = 40, evaporated = 0, incomplete = 0, incomplete_parallel = 0

DPM Iteration ....
number tracked = 40, escaped = 0, aborted = 0, trapped = 40, evaporated = 0, incomplete = 0, incomplete_parallel = 0

```

Gambar 4. 23 Komparasi DPM Literation

dari hasil DPM diatas maka dapat dibuat grafik untuk DPM literation yang diperoleh dari simulasi CFD.



Gambar 4. 24 Grafik Efisiensi Partikel

DPM disini merupakan sebuah perhitungan berapa jumlah partikel yang di injeksikan ke dalam *cyclone*. Jumlah ini terbagi menjadi beberapa kategori antara lain *number tracked, escaped, aborted, trapped, evaporated, incomplete and incomplete parallel*. Dari data gambar 4.11 dapat di artikan semakin besar ukuran partikel belum tentu nilai efisiensi pada separasi *cyclone* tinggi. Pengaruh dimensi dan geomteri pada pembuatan *cyclone* bisa jadi sebagai salah satu perbandingan untuk mendapatkan efisiensi separasi *cyclone* yang tinggi.

U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A