

SUBMISSION 58

Pengaruh Modifikasi *Drill Pipe Screen* Pada Unit DD & MWD Pada Perusahaan P Terhadap Filtrasi Padatan & Karakteristik Aliran Dengan Metode Simulasi

Budhi Muliawan Suyitno¹, Iqbal Rahmadhian P¹, dan Hikmahnul Ar Royyan^{1*}

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Srengseng Sawah, Jagakarsa, 12640 Jakarta

Abstrak. Perusahaan P merupakan perusahaan yang bergerak di bidang penyediaan jasa pemboran dan kerja ulang untuk sumur minyak, gas dan panas bumi. *Directional drilling* menggunakan beberapa *downhole tools* yang memiliki metode kerja dan parameter yang khusus, sehingga membutuhkan proteksi khusus yaitu dengan menggunakan *drill pipe screen* (DP screen). DP screen yang kurang optimal baik dalam menyaring padatan maupun material dapat menyebabkan kerusakan pada unit *downhole tools Directional Drilling & Measurement While Drilling* (DD & MWD) serta pengiriman data melalui lumpur yang terganggu dan tidak akurat. DP Screen di modifikasi melalui simulasi menjadi bentuk kerucut untuk mengurangi penurunan tekanan, sedangkan dalam bentuk setengah lingkaran pada dasarnya akan menambahkan tekanan

Kata kunci— *Drill Pipe Screen, ANSYS FLUENT.*

1. PENDAHULUAN

Perusahaan P merupakan perusahaan yang bergerak di bidang penyediaan jasa pemboran dan kerja ulang untuk sumur minyak, gas dan panas bumi. Pemboran merupakan salah satu kegiatan yang paling penting dalam industri perminyakan dan merupakan satu satunya cara pembuktian adanya sumber hidrokarbon atau panas bumi dari dasar reservoir ke atas permukaan secara cepat, tepat dan aman sesuai dengan aspek HSSE/ *Health, Safety, Security and Environment*. Berdasarkan bentuk lubangnya, pemboran terbagi menjadi pemboran lurus (*straight hole drilling*) dan pemboran berarah (*directional drilling*). Pemboran berarah (*directional drilling*) merupakan pemboran yang dilakukan dengan membelokkan pipa ke arah titik target yang tidak berada lurus dengan titik permukaan. Faktor penyebab dilakukan pemboran berarah adalah geografi dan ekonomi. *Directional drilling* menggunakan beberapa *downhole tools* yang memiliki metode kerja khusus dan parameter yang khusus juga, sehingga membutuhkan proteksi khusus yaitu dengan menggunakan *drill pipe screen* (DP screen). Penggunaan DP screen telah menjadi kebutuhan utama dalam operasional DD & MWD. DP screen merupakan peralatan yang dipasang pada box connection Drill Pipe yang berfungsi untuk melakukan penyaringan solid yang mungkin terbawa lumpur pemboran yang tidak tersaring oleh strainer pada pompa. DP screen yang kurang optimal baik dalam menyaring padatan maupun material yang digunakan dikarenakan potensi turbulensi yang terjadi sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada unit *downhole tools DD & MWD* serta pengiriman data melalui lumpur yang terganggu dan tidak akurat. Oleh karena itu perlu adanya modifikasi dan fabrikasi *Drill Pipe Screen* terhadap filtrasi padatan unit DD & MWD Perusahaan P.

Pada penelitian ini dilakukan pemodelan drill pipe screen. Model drill pipe screen tersebut akan dimodifikasi pada bentuk fisik dan material yang digunakan. Pengaruh modifikasi pada drill pipe screen kemudian dilihat beberapa parameter yang akan dianalisa, yaitu medan aliran, intensitas turbulensi, distribusi tekanan dan ketahanan material.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa medan aliran, intensitas turbulensi, distribusi tekanan dan perbandingan ketahanan material dari beberapa model. Adapun ruang lingkup pada penelitian ini maka dilakukan penyederhanaan dengan mengambil ruang lingkup batasan masalah sebagai berikut:

1. Lumpur dianggap sebagai fluida tak mampu mampat dan mengalir secara seragam.
2. Kekasaran pada model benda uji diabaikan.
3. Laju aliran massa sistem yang digunakan adalah 800 gpm, 900 gpm, dan 1000 gpm.
4. Kaviti yang digunakan berupa tabung, kerucut, dan setengah bola.

* Corresponding author: hikmah.royyan@gmail.com

5. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Komputasi dengan menggunakan model turbulensi *k-epsilon*.
6. Hanya menggunakan data simulasi ANSYS FLUENT
7. Lumpur memiliki massa jenis 1100 kg/m^3
8. Lumpur memiliki viskositas 0.064 kg/m.s
9. Temperatur lumpur dan lingkungan diabaikan dianggap konstan 300 K.

Batasan masalah tersebut juga dijadikan sebagai data pendukung dalam pembuatan permodelan dan simulasi model.

2. LANDASAN TEORI

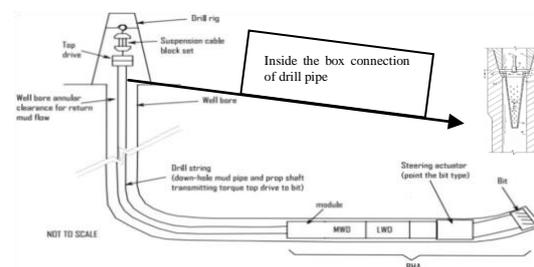
A. *Directional Drilling* dan *Measurement While Drilling*

Pemboran berarah (*Directional Drilling*) adalah suatu seni membelokkan lubang sumur untuk kemudian diarahkan ke suatu sasaran tertentu di dalam formasi yang tidak terletak vertikal dibawah mulut sumur. Di dalam membor suatu formasi, sebenarnya selalu diinginkan lubang yang vertikal, karena dengan lubang yang vertikal, kecuali operasinya lebih mudah, juga umumnya biayanya lebih murah dari pada pemboran berarah. Jadi pemboran berarah hanya dilakukan karena alasan-alasan dan keadaan yang khusus saja.

MWD (*Measurement While Drilling*) MWD adalah proses mengambil data beberapa parameter fisik sumur sembari membor sumur & secara *real-time*.

B. *Drill Pipe Screen*

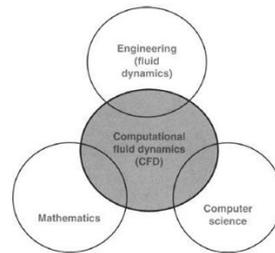
Drill Pipe Screen atau DP screen merupakan peralatan yang dipasang pada *box connection Drill Pipe* yang berfungsi untuk melakukan penyaringan *solid* yang mungkin terbawa lumpur pemboran yang tidak tersaring oleh *strainer* pada pompa. DP screen yang kurang optimal baik dalam menyaring padatan maupun material yang digunakan dikarenakan potensi turbulensi yang terjadi sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada unit downhole tools DD & MWD serta pengiriman data melalui lumpur yang terganggu dan tidak akurat.



Gambar 1 Posisi DP Screen

C. COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)

Computational Fluid Dynamics atau biasa disebut dengan CFD adalah suatu cara untuk menganalisa suatu sistem yang melibatkan aliran fluida, perpindahan panas, reaksi kimia dan fenomena fisik lainnya yang berdasarkan pada simulasi berbasis komputer. Pada masa kini, CFD sudah menjadi salah satu pendekatan yang dilakukan dalam mencari jawaban pada suatu permasalahan engineering, terutama dalam bidang mekanika *fluida* dan perpindahan panas. Secara konvensional, penyelesaian permasalahan engineering dalam bidang mekanika fluida dan perpindahan panas dilakukan dalam dua pendekatan saja, yaitu pendekatan eksperimental dan pendekatan analitis. Namun, dikarenakan permasalahan yang muncul dari waktu ke waktu semakin susah untuk diselesaikan secara konvensional, maka dibutuhkan pendekatan baru yang dapat dilakukan dengan cepat, mudah dan tidak mengeluarkan banyak biaya, sehingga munculah perangkat lunak berbasis CFD. Alasan itu lah, yang menyebabkan pada saat ini CFD menjadi salah satu pendekatan yang digunakan untuk mengklarifikasi hasil yang didapatkan dari pendekatan analitis maupun eksperimental.



Gambar 2 *Computational Fluid Dynamics*

1) Tahapan CFD

Pada penggunaan CFD terdapat tahapan yang harus dilakukan, yaitu Tahap *Pre-Processing*, Tahap *CFD Solver*, dan Tahap *Post-Processing*.

- Tahap *Pre-Processing*

Pada tahapan ini yang dilakukan adalah memasukan parameter-parameter yang ada pada permasalahan ke dalam program CFD dengan penyesuaian input yang diberikan, sehingga CFD dapat dapat menyelesaikan permasalahan tersebut. Hal-hal yang dilakukan pada tahap ini adalah:

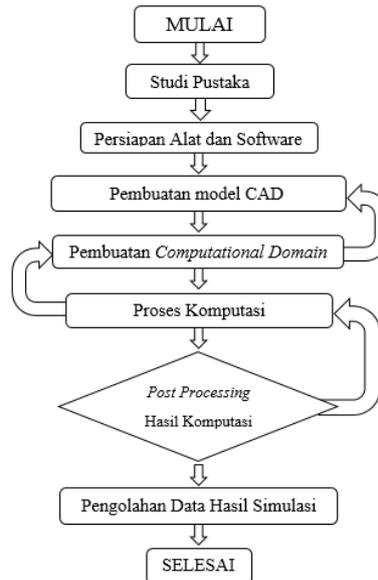
 1. Pembuatan Geometri dari benda yang ada pada permasalahan.
 2. Pembuatan Mesh dari bentuk geometri yang sudah dibuat, sehingga geometri tersebut dapat dipecah menjadi grid-grid yang berukuran kecil.
 3. Pemasukan parameter fisik dan property fluida yang ada di dalam permasalahan.
 4. Menentukan batasan pada domain simulasi dan menentukan kondisi batas dari masing-masing batasan yang dibuat.
- Tahap *CFD Solver*

Pada tahap ini seluruh parameter yang sudah dimasukan ke dalam program CFD akan dilakukan perhitungan dengan cara iterasi. Iterasi yang dilakukan dapat dikatakan berhasil apabila hasil iterasi yang dikeluarkan adalah konvergen, bila hasil yang dikeluarkan adalah divergen maka ada kesalahan input yang dilakukan pada tahap *pre-processing*. Pada tahapan ini yang penting diperhatikan adalah residual yang dihasilkan pada setiap perhitungan. Hal ini dikarenakan semakin kecil residual yang dihasilkan dari suatu simulasi, maka hasil yang dikeluarkan oleh CFD mendekati pada kondisi di kenyataan.
- Tahap *Post-Processing*

Pada tahapan terakhir adalah tahapan *post-processing*, dimana pada tahapan ini hal yang dilakukan adalah melihat hasil perhitungan yang telah dilakukan pada tahap *CFD solver*. Hasil yang dikeluarkan dalam tahap ini dapat dilihat dengan beberapa bentuk, yaitu X-Y Plot, *Vector Plot*, *Kontur Plot*, *Report*, dan Animasi.

3. METODE PENELITIAN

a. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

b. Metode Analisis

Merancang modifikasi DP Screen sebagai antisipasi terhadap penurunan kualitas pembacaan data dan daya tahan alat dengan mengaplikasikan rancangan yang dapat mengoptimalkan filtrasi padatan Perusahaan X seefektif dan seefisien mungkin.

c. Desain Penelitian

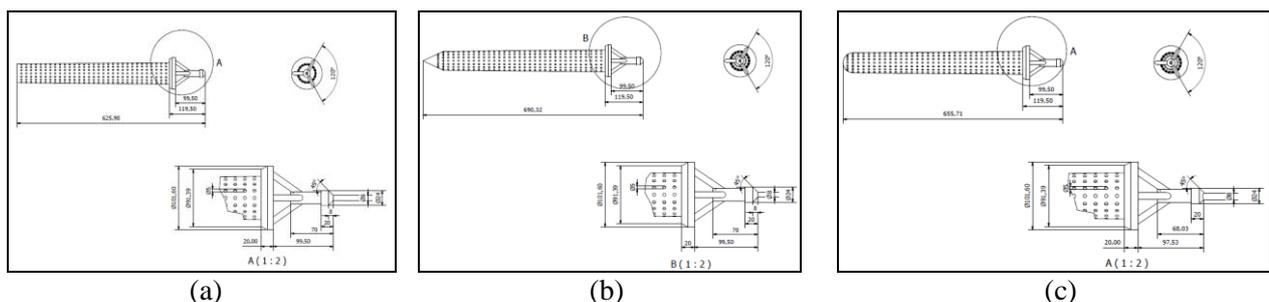
Penelitian ini dibuat model uji menggunakan software *Autodesk Inventor* berupa model representasi fluida yang melalui DP Screen sehingga dapat diselsaikan persamaan-persamaan aliran fluida di dalamnya untuk kemudian dianalisa. Dimensi-dimensi utama pada DP Screen menyesuaikan kondisi di lapangan dengan modifikasi pada bagian ujungnya yaitu berupa kerucut dan setengah bola.

d. Sumber Data

Data diperoleh dari penunjukan panel control dan sebagian dari parameter indikator di lapangan. Setiap harinya dilakukan daily reading untuk mengamati parameter yang ada di lapangan dan untuk memeriksa kondisi proses yang terjadi di lapangan.

e. Model Uji

Penelitian ini dibuat model uji menggunakan software *Autodesk Inventor* berupa model representasi fluida yang melalui DP Screen sehingga dapat diselsaikan persamaan-persamaan aliran fluida di dalamnya untuk kemudian dianalisa. Dimensi-dimensi utama pada DP Screen menyesuaikan kondisi di lapangan dengan modifikasi pada bagian ujungnya yaitu berupa kerucut dan setengah bola.

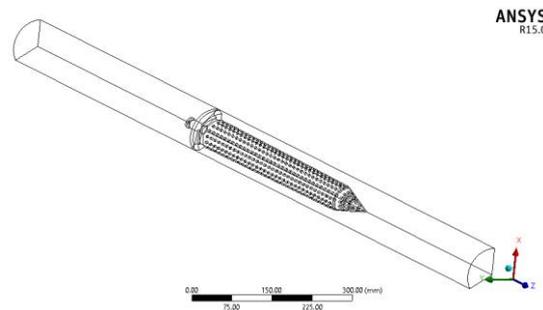


Gambar 4 Model Uji Simulasi (a) Model Asli; (b) Model Kerucut; (c) Model Setengah Bola

f. Pembuatan Model Uji

Pada penelitian ini alat yang digunakan ialah software CFD (Computational Fluid Dynamics) Code, yaitu ANSYS FLUENT versi R15 sebagai perangkat simulasi karakteristik performa aliran melewati DP screen. Simulasi desain model fluida DP screen dianalisa aliran yang melaluinya. Model yang dibuat tersebut dikenal dengan istilah domain fluida yang kemudian di export untuk masuk ke dalam proses meshing kemudian di olah menjadi domain komputasi.

Hal yang perlu dilakukan pertama kali sebelum melakukan proses simulasi adalah membuat model yang merepresentasikan fluida didalam DP Screen. Dalam hal ini model yang dibuat adalah berupa model volume. Asumsi penyederhanaan model yang dilakukan adalah menganggap model sepertiga simetri mengikuti pola lubang pada DP Screen. Penyederhanaan ini dilakukan karena aliran didalam DP Screen berupa simetri melingkar, tujuan dari penyederhanaan ini adalah untuk menghemat penggunaan mesh karena banyaknya lubang DP Screen yang membutuhkan detail mesh yang tinggi. Dalam pembuatan model ini menggunakan software Autodesk Inventor sebagai pembuatan model.



Gambar 5 Permodelan DP Screen

Beberapa proses dalam permodelan adalah dengan metode *Meshing*, Permodelan Numerik dengan FLUENT, Input Nilai Parameter-Parameter pada FLUENT dan Plot konvergensi.

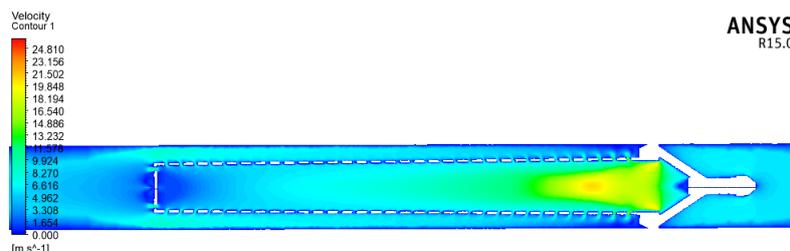
4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data dilakukan pada ANSYS *Result* yang terhubung dengan solusi ANSYS FLUENT sesuai dengan setingan yang telah dibahas pada bab sebelumnya. Adapun data yang diambil adalah plot distribusi kecepatan, plot distribusi tekanan, plot distribusi turbulen kinetik energi, grafik tekanan terhadap panjang DP Screen (x/L) serta nilai *pressure drop* masing-masing kasus.

Dalam penelitian ini pula disajikan data model original dari DP *Screen*. Pada model original, diperoleh nilai *pressure drop* sebesar 250.392 Pa pada laju aliran massa 800gpm. Diperlihatkan dari plot distribusi kecepatan, terdapat *stagnation point* (kecepatan rendah, tekanan tinggi) pada ujung DP *Screen* yang merupakan salah satu faktor penyebab tingginya *pressure drop*.

A. Simulasi Desain Original

Salah satu upaya untuk menurunkan nilai *pressure drop*, dilakukan modifikasi pada ujung DP *screen* untuk meminimalisir zona *stagnation* diatas yaitu dengan merubah bentuknya menjadi kerucut dan setengah bola.



Gambar 6 Simulasi Hasil Pressure Drop Desain Original (*velocity contour*)

Pada bagian masuk DP screen terlihat kecepatan masuk sekitar 20m/s kemudian melambat seiring bertambahnya jarak kemudian menabrak ujung DP screen sehingga kecepatannya nyaris 0m/s. daerah ini disebut juga dengan stagnation point. Pada daerah ini pula dapat dilihat bahwa tekanannya cukup tinggi, sehingga mengakibatkan adverse pressure gradient, atau gradasi tekanan yang bertolak belakang dengan aliran, sehingga menghambat terjadinya aliran dengan kata lain menghasilkan pressure drop.

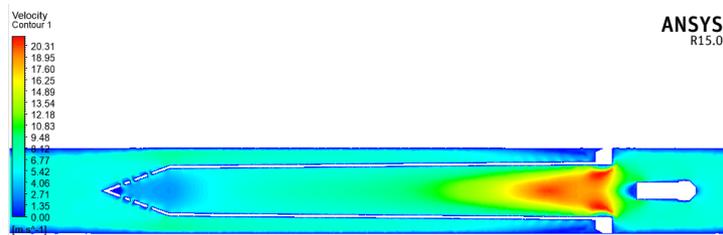


Gambar 7 Simulasi Hasil *Pressure Drop* Desain Original (*pressure contour*)

Pressure drop sendiri dapat dilihat dengan membandingkan tekanan sebelum masuk ke DP Screen dan setelah melaluinya. Semakin kontras warna kedua daerah tersebut, maka *pressure drop* semakin tinggi. Salah satu upaya untuk menurunkan nilai *pressure drop*, dilakukan modifikasi pada ujung DP screen untuk meminimalisir zona *stagnation* diatas yaitu dengan merubah bentuknya menjadi kerucut dan setengah bola.

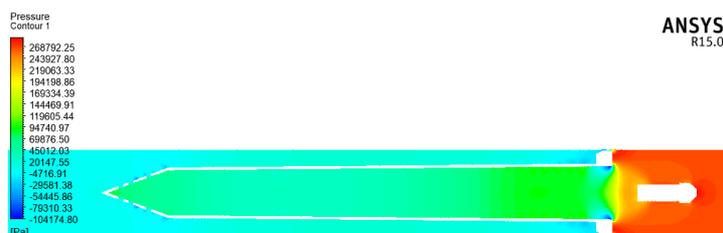
B. Simulasi Model Kerucut

Dapat dilihat pada gambar plot distribusi kecepatan bahwa zona stagnasi berkurang pada model kerucut dibandingkan dengan model original. Adapun *pressure drop* untuk model ini sebesar 214.115 Pa pada laju aliran massa 800gpm.



Gambar 8 Plot Kecepatan Dalam DP Screen Model Kerucut

Dari gambar plot kecepatan dapat dilihat bahwa gradasi kecepatan antara daerah masuk DP Screen dibandingkan dengan daerah ujung DP screen semakin kontras. Hal ini menunjukkan bahwa daerah *stagnation* yang terjadi pada model original berkurang yang konsekuensinya adalah berkurangnya *pressure drop* yang terjadi.



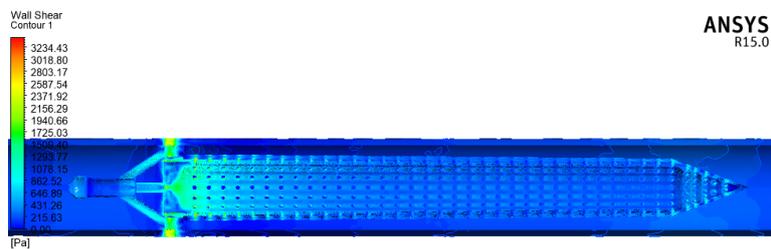
Gambar 9 Plot Tekanan Luar Model Kerucut

Plot tekanan diatas menunjukkan daerah *stagnation* yang tekanannya sudah tidak se-kontras sebelum dilakukan modifikasi.



Gambar 10 Plot Turbulen Kinetik Energi Model Kerucut

Berdasarkan plot *turbulence kinetic energy*, dapat dilihat daerah mana saja yang menghasilkan energi kinetik turbulen yang tinggi, atau secara fisik memiliki gelombang aliran yang tinggi. Dapat dilihat bahwa daerah dengan energi kinetik turbulen yang tinggi terjadi pada sekitar daerah masuk DP Screen karena kecepatannya yang cukup tinggi serta pada daerah ujung DP Screen karena tekanan tinggi menekan aliran fluida melalui lubang-lubang saringan sehingga kecepatan lokalnya tinggi.

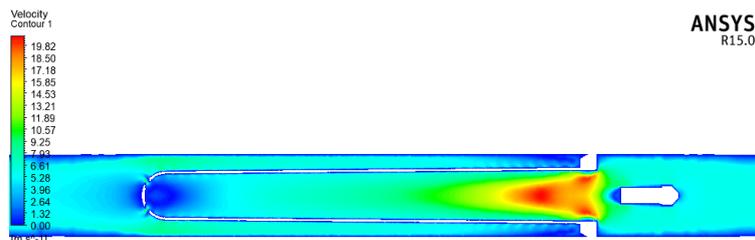


Gambar 11 Plot Tegangan Geser Model Kerucut

Semakin tinggi kecepatan, maka tegangan geser pada daerah tersebut juga akan semakin tinggi karena gradien kecepatan terhadap jarak dari dinding yang semakin tinggi. Tingginya tegangan geser menandakan potensi abrasi yang tinggi pada daerah tersebut

C. SIMULASI MODEL SETENGAH BOLA

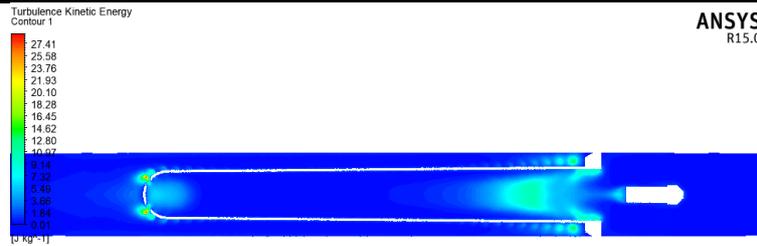
Dilihat dari distribusi kecepatan, model setengah bola memiliki zona stagnasi yang cukup besar dibandingkan model kerucut bahkan dibandingkan model original. Adapun *pressure drop* yang terjadi adalah sebesar 271.757 Pa, lebih besar dibandingkan original.



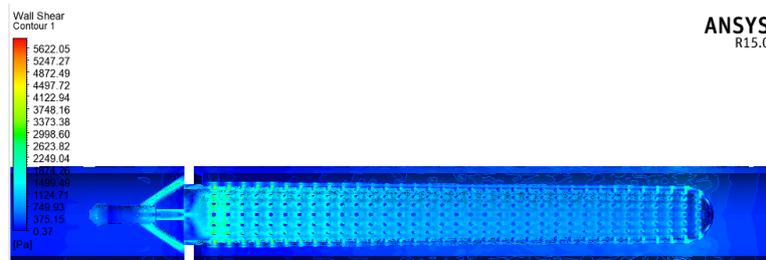
Gambar 12 Plot Kecepatan Model Setengah Bola



Gambar 13 Plot Tekanan Model Setengah Bola



Gambar 14 Plot Turbulen Kinetik Energi Model Setengah Bola

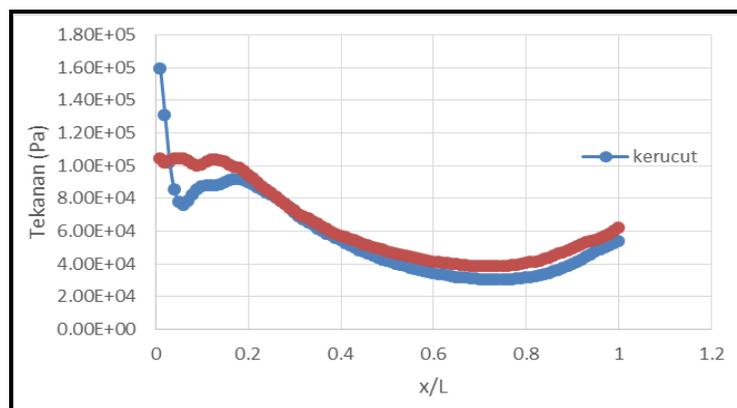


Gambar 15 Plot Tegangan Geser Model Setengah Bola

5. KESIMPULAN

Dari grafik x/L pada kedua model modifikasi, dapat diperlihatkan bahwa model setengah bola memiliki tekanan yang tinggi pada daerah masuk serta keluar dibandingkan dengan model kerucut, sehingga *pressure drop* model setengah bola lebih tinggi dibandingkan model kerucut.

Grafik tekanan terhadap jarak dibawah ini menunjukkan bahwa model setengah bola memiliki tekanan masuk, atau tekanan pada x/L mendekati 0 yang lebih tinggi dibandingkan model kerucut, hal ini menunjukkan nilai *pressure drop* yang lebih besar. Adapun pada daerah ujung atau x/L mendekati 1, pada model setengah bola terlihat tekanan yang lebih tinggi, hal ini menunjukkan adanya *adverse pressure gradient* yang lebih tinggi dibandingkan model kerucut. *Adverse pressure gradient* ini merupakan penghalang aliran fluida keluar dari DP screen yang menyumbangkan timbulnya *pressure drop*.



Gambar 14 Grafik Perbandingan Hasil Tekanan 2 Model

DAFTAR PUSTAKA

- J.D. Anderson Jr. “*Computational Fluid Dynamics: The Basics with Applications*”. 1995. McGraw Hill. ISBN 0-07-113210-4.
- I.B. Celik. “*Introductory Turbulence Modeling*”. 1999. West Virginia University.
- Y. A. Cengel . “*Fluid Mechanics, Fundamentals and Applications*”. J. M. Cimbala, 2nd Ed., McGraw-Hill, 2009.