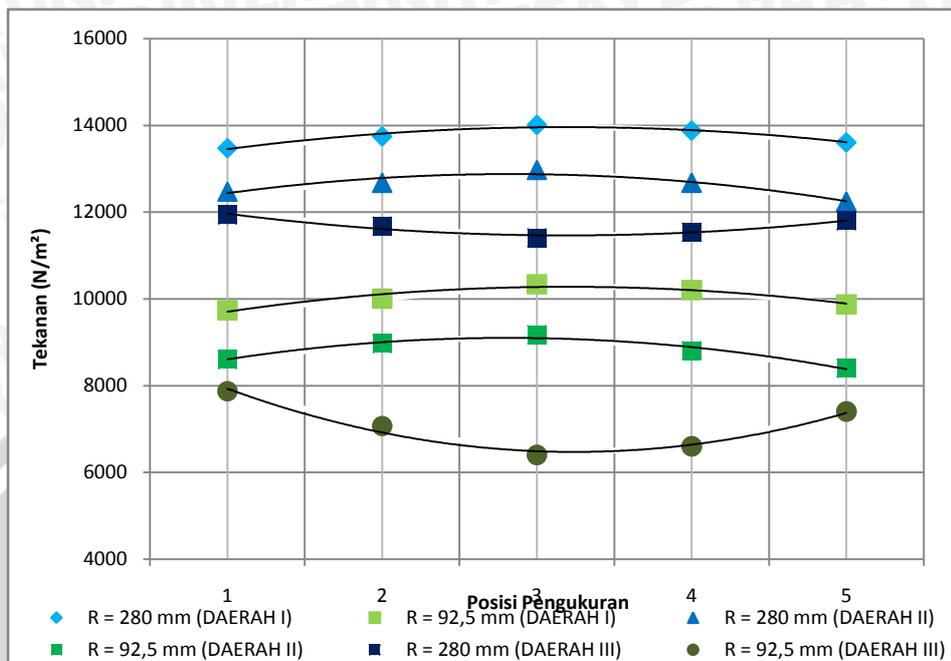


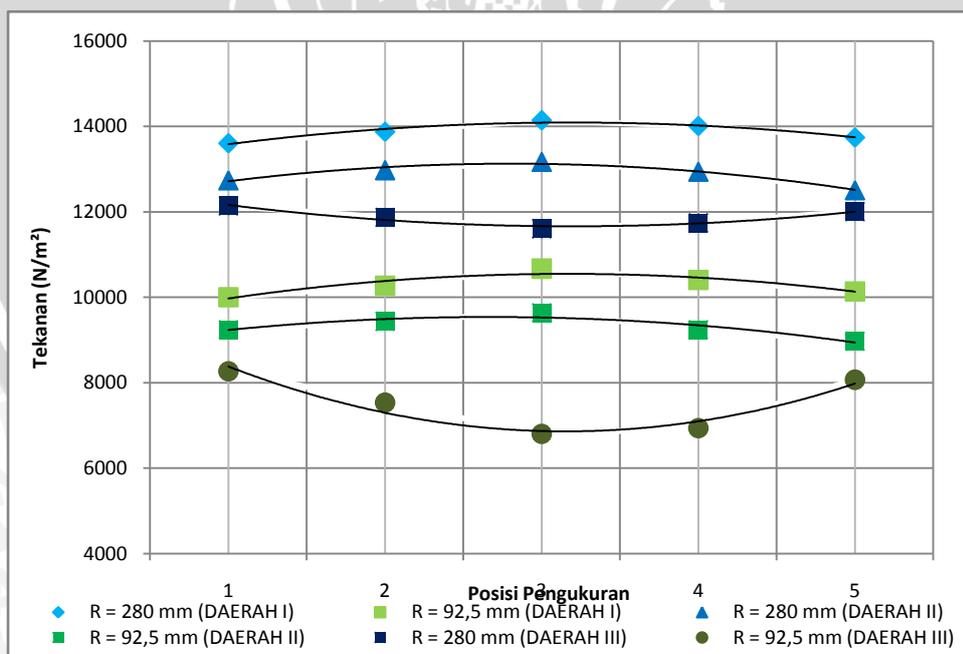
4.2 Pembahasan Grafik

4.2.1 Grafik Hubungan Distribusi Tekanan terhadap Posisi Pengukuran untuk Debit 2000 L/min



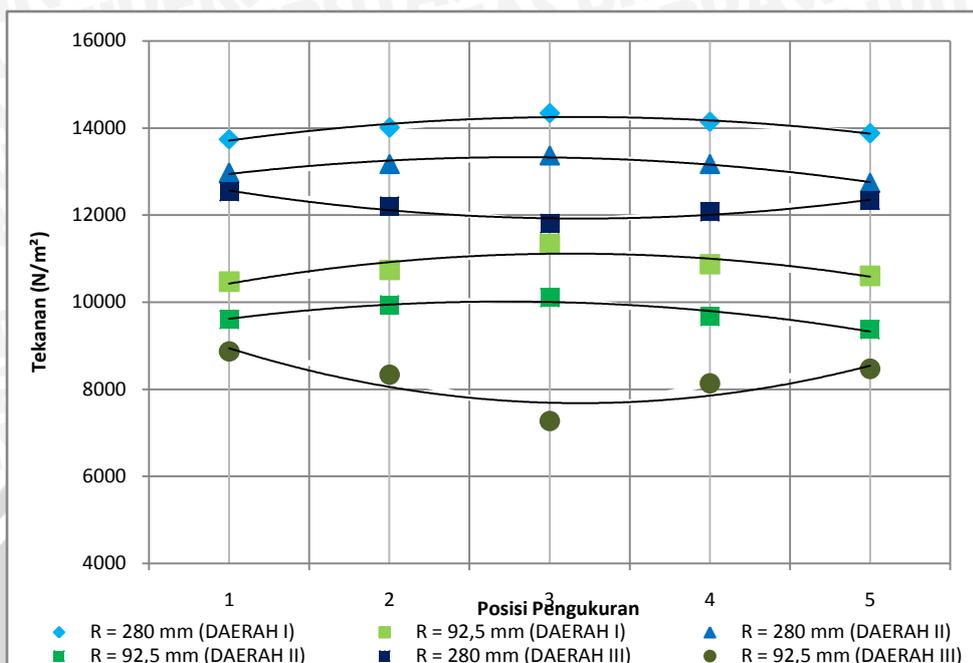
Gambar 4.1 : Grafik hubungan distribusi tekanan terhadap posisi pengukuran untuk debit 2000 L/min

4.2.2 Grafik Hubungan Distribusi Tekanan terhadap Posisi Pengukuran untuk Debit 1800 L/min



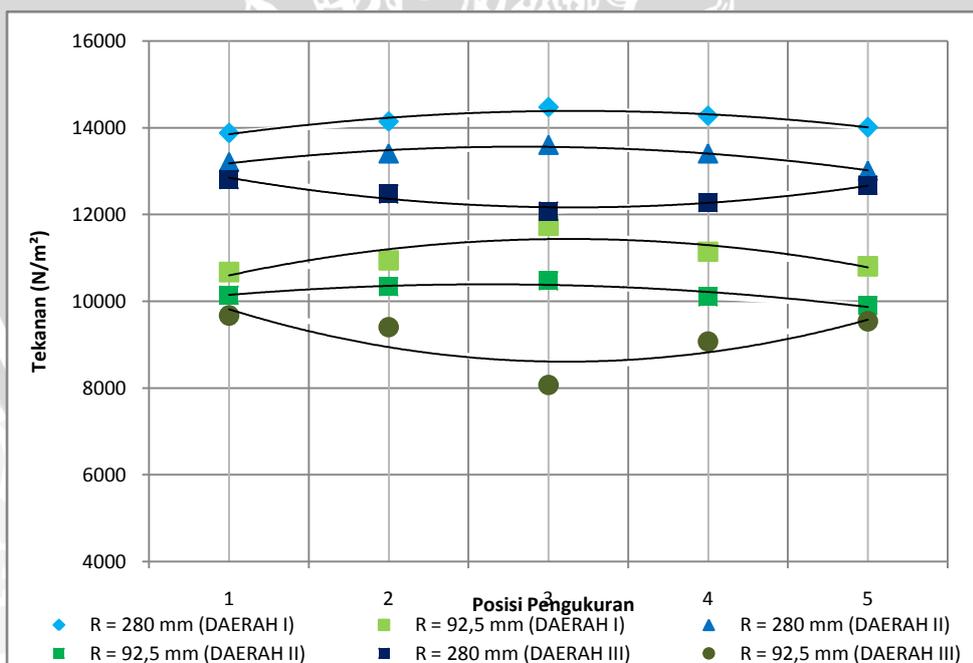
Gambar 4.2 Grafik hubungan distribusi tekanan terhadap posisi pengukuran untuk debit 1800 L/min

4.2.3 Grafik Hubungan Distribusi Tekanan terhadap Posisi Pengukuran untuk Debit 1600 L/min



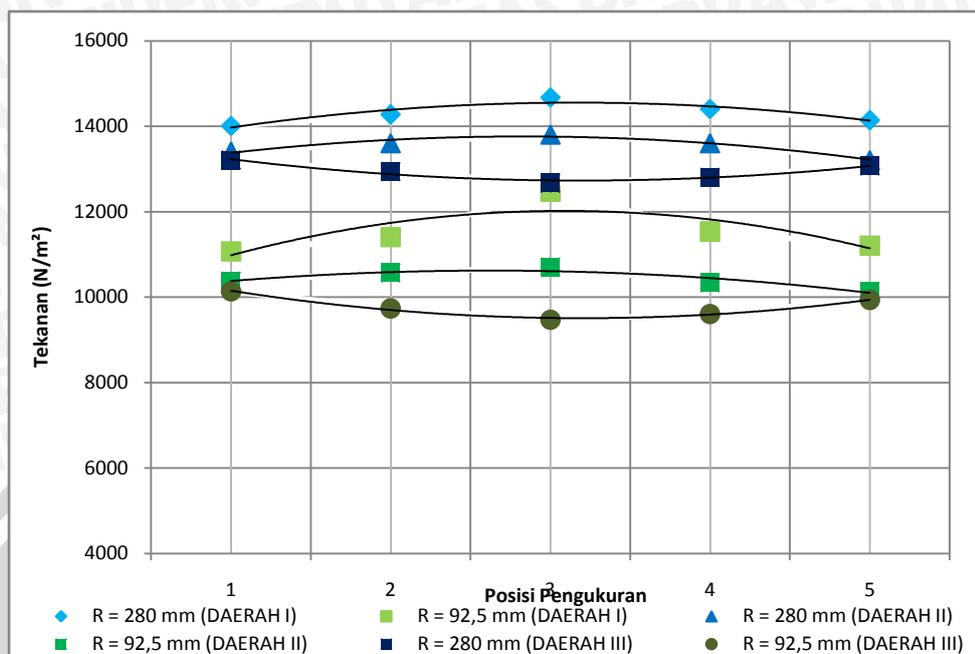
Gambar 4.3 Grafik hubungan distribusi tekanan terhadap posisi pengukuran untuk debit 1600 L/min

4.2.4 Grafik Hubungan Distribusi Tekanan terhadap Posisi Pengukuran untuk Debit 1400 L/min



Gambar 4.4 Grafik hubungan distribusi tekanan terhadap posisi pengukuran untuk debit 1400 L/min

4.2.5 Grafik Hubungan Distribusi Tekanan terhadap Posisi Pengukuran untuk Debit 1200 L/min



Gambar 4.5 Grafik hubungan distribusi tekanan terhadap posisi pengukuran untuk debit 1200 L/min

Pengaruh variasi *radius* kelengkungan terhadap distribusi tekanan dapat dijelaskan pada gambar 4.1 sampai dengan gambar 4.5. Pola grafik yang terjadi pada variasi *radius* kelengkungan dengan variasi debit menunjukkan *trend* distribusi tekanan yang hampir sama. Pada grafik distribusi tekanan tersebut, diketahui bahwa antara posisi pengukuran daerah I; daerah II; daerah III menunjukkan tekanan yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan perbedaan jari-jari lapisan aliran antara posisi pengukuran daerah I; daerah II; daerah III.

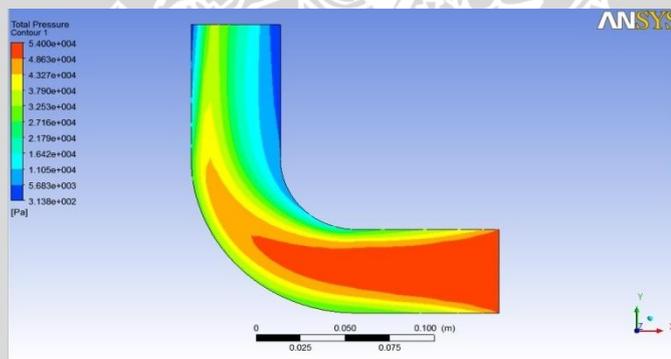
Pada daerah I menunjukkan bahwa pada variasi *radius* kelengkungan, tekanan yang terjadi pada posisi pengukuran 1 ke 2 dan 3 mengalami kenaikan. Tekanan yang terjadi paling tinggi adalah tekanan pada posisi pengukuran 3. Setelah melewati posisi pengukuran 3, tekanan posisi pengukuran 4 dan 5 pada variasi *radius* kelengkungan sama-sama berangsur-angsur turun.

Pada daerah II menunjukkan bahwa pada variasi *radius* kelengkungan, secara keseluruhan tekanan pada masing-masing posisi pengukuran lebih kecil daripada daerah I. *Trend* distribusi tekanan pada daerah II ini sama dengan distribusi tekanan pada daerah I. Ketika fluida bergerak pada saluran melengkung, kekuatan sentrifugal berpengaruh pada semua partikelnya sehingga terjadi ketidakseragaman kecepatan fluida.

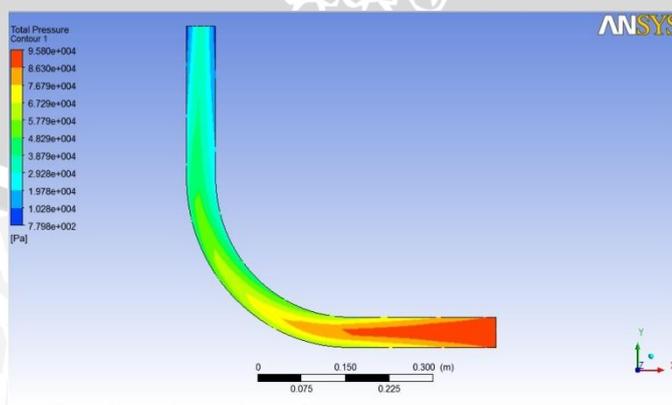
Sedangkan pada daerah III, tekanan aliran turun dari posisi pengukuran 1 ke posisi pengukuran 2 dan 3. Tekanan yang menurun disebabkan oleh adanya aliran sekunder atau *twin eddy*. Aliran sekunder yang semula melewati posisi pengukuran 3 dan 4, berbalik menuju posisi pengukuran 2 dan 3, kemudian berubah menjadi pusaran/olakan-olakan. Olakan-olakan timbul karena tekanan pada masing-masing posisi pengukuran daerah III ini lebih kecil daripada daerah II. Tekanan yang lebih kecil disebabkan oleh besarnya gesekan antara aliran dengan dinding *elbow* (masing-masing posisi pengukuran pada daerah III). Tekanan yang paling kecil dengan variasi *radius* kelengkungan sama-sama berpusat pada posisi pengukuran 3. Tekanan yang terjadi pada posisi pengukuran 4 dan 5 menunjukkan bahwa tekanan sudah mulai berangsur-angsur naik.

Pada debit yang sama, tekanan pada *radius* kelengkungan 280 mm dengan masing-masing posisi pengukuran tiap daerahnya lebih besar daripada *radius* kelengkungan 92,5 mm.

Di bawah ini adalah simulasi *contour pressure* pada *radius* kelengkungan 92,5 mm dan 280 mm menggunakan ANSYS CFX II :

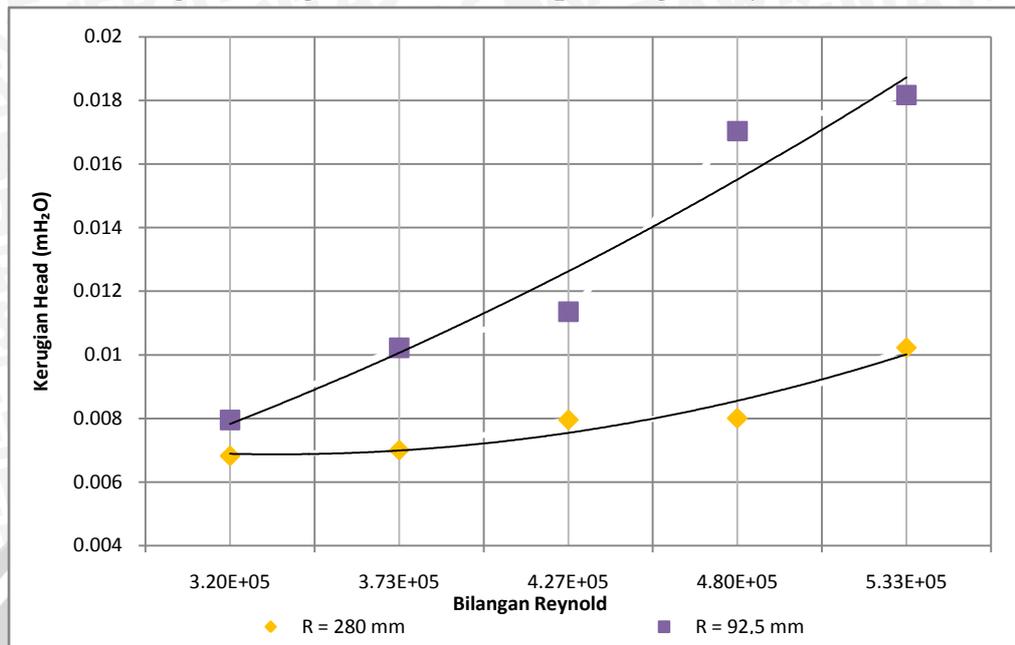


Gambar 4.6 : Simulasi *contour pressure* pada *radius* kelengkungan 92,5 mm



Gambar 4.7 : Simulasi *contour pressure* pada *radius* kelengkungan 280 mm

4.2.6 Grafik Hubungan Kerugian *Head* terhadap Bilangan Reynold



Gambar 4.8 : Grafik hubungan kerugian *head* terhadap bilangan Reynold

Gambar 4.8 menunjukkan grafik hubungan kerugian *head* terhadap bilangan Reynold. Karena dalam penelitian ini menggunakan variasi *radius* kelengkungan dengan diameter *elbow* yang sama, maka bilangan Reynold (Re) yang terjadi juga sama, sesuai dengan persamaan di bawah ini :

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

Semakin besar kecepatan aliran, fluida menjadi semakin turbulen yang dapat ditunjukkan dengan meningkatnya bilangan Reynold. Aliran turbulen tersebut mempunyai partikel-partikel yang bergerak acak dan tidak stabil sehingga sangat potensial untuk membentuk *swirl/vortex*. Semakin besar kecepatan aliran fluida maka *swirl/vortex* yang terjadi menyebabkan aliran fluida kehilangan energi lebih banyak, sehingga kerugian *head* yang terjadi semakin besar.

Fenomena di atas menunjukkan adanya kecenderungan meningkatnya kerugian *head* seiring dengan penambahan kecepatan. Hal ini menyebabkan fluida ketika melewati belokan mengalami penurunan tekanan (*pressure drop*) yaitu terjadi selisih antara tekanan masuk dengan tekanan keluar. Adapun persamaan *head losses* yang merupakan penurunan dari persamaan *head static*, yaitu $h_l = \frac{\Delta p}{\gamma}$. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara *head losses* dan perbedaan tekanan adalah sebanding dan

memiliki kecenderungan yang sama dengan meningkatnya bilangan Reynold pada aliran fluida.

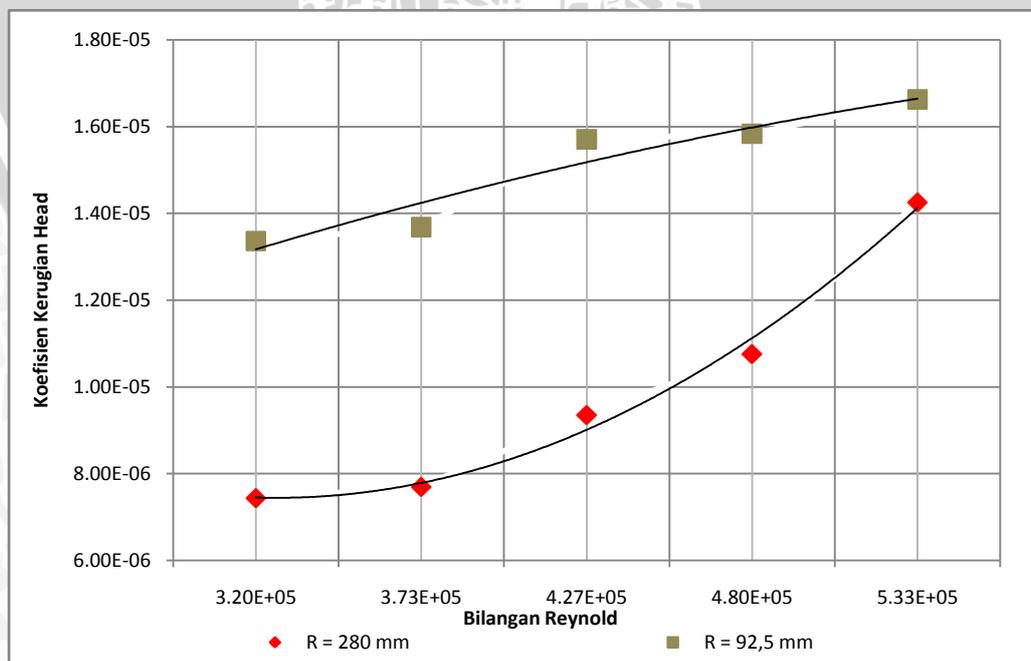
Jika *head velocity* diasumsikan konstan karena beracuan pada hukum kontinuitas fluida, yakni massa fluida yang mengalir sepanjang *streamtube* adalah konstan $A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$, maka penurunan *head* total fluida akan menurunkan *head static* fluida. Hal ini sesuai dengan persamaan Bernoulli untuk fluida *real* yaitu :

$$Z_1 + \frac{p_1}{\rho \cdot g} + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} = Z_2 + \frac{p_2}{\rho \cdot g} + \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + \sum h$$

Dari persamaan di atas penurunan *head static* aliran fluida disebabkan oleh berkurangnya *head* total fluida karena adanya *losses* baik oleh *vortex/swirl* pada aliran maupun karena munculnya *twin eddy* akibat gaya sentrifugal pada belokan. Gaya sentrifugal mengembangkan momen sehubungan dengan sumbu o_1 dan o_2 seperti pada gambar 2.7 yang menyebabkan fluida memusar sepanjang garis tengah aliran. Fluida bergerak dari pusat ke dinding luar belokan pada sepanjang jari-jari kelengkungan, sementara sepanjang sisi dinding bergerak dalam arah yang berlawanan membentuk aliran terpisah. Gerakan melingkar dari fluida melalui belokan membagi aliran menjadi dua aliran *heliks*.

Kerugian *head* pada *radius* kelengkungan 92,5 mm tertinggi sebesar 0,0182 mH₂O, sedangkan kerugian *head* pada *radius* kelengkungan 280 mm tertinggi sebesar 0,0102 mH₂O.

4.2.7 Grafik Hubungan Koefisien Kerugian *Head* terhadap Bilangan Reynold



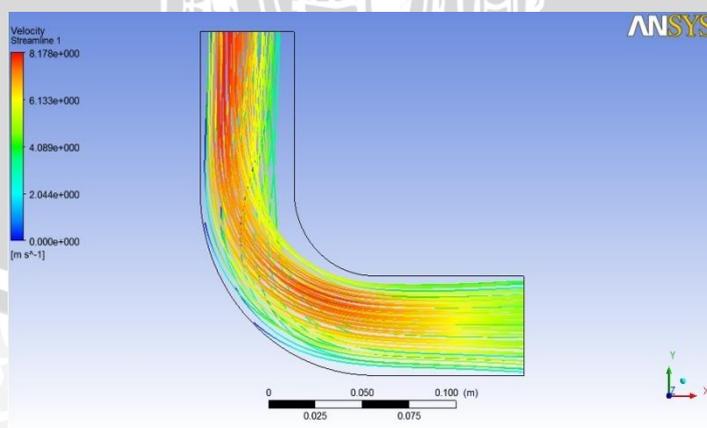
Gambar 4.9 Grafik hubungan koefisien kerugian *head* terhadap bilangan Reynold

Gambar 4.9 menunjukkan grafik hubungan koefisien kerugian *head* terhadap bilangan Reynold. Semakin besar kecepatan aliran, fluida menjadi semakin turbulen yang dapat ditunjukkan dengan meningkatnya bilangan Reynold. Dengan bertambahnya kecepatan, aliran fluida yang mengalir akan menabrak dinding belokan pipa. Akibat tabrakan tersebut pada aliran fluida terjadi perubahan gaya sentrifugal, sehingga ketidakseragaman kecepatan fluida semakin besar. Akibatnya, fluida dalam belokan pipa tersebut akan terjadi pemisahan aliran yang menyebabkan pola aliran fluida menjadi acak/turbulen, yang dapat memicu terbentuknya *vortex*. Adanya *vortex* ini menyebabkan aliran fluida yang mengalir pada belokan pipa, akan mengalami penurunan tekanan (*pressure drop*) dan koefisien kerugian *head* yang terjadi juga akan semakin besar. Selain itu, munculnya *vortex* dapat menyebabkan rotasi fluida yang menghasilkan aliran sekunder.

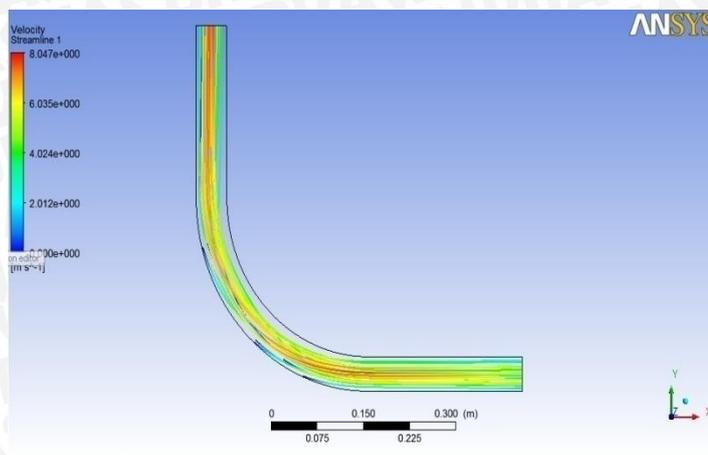
Belokan menyebabkan hilangnya energi pada aliran yang cukup besar, hal ini dikarenakan pada belokan terjadi pemisahan aliran dan turbulensi. Koefisien kerugian *head* adalah perbandingan penurunan tekanan yang diakibatkan oleh kehilangan energi dengan energi kinetik fluida yang dialirkan. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa kehilangan energi akan mengakibatkan kerugian *head* pada fluida.

Koefisien kerugian *head* tertinggi pada *radius* kelengkungan 92,5 mm sebesar $1,6627\text{E-}05$, sedangkan koefisien kerugian *head* tertinggi pada *radius* kelengkungan 280 mm sebesar $1,4252\text{E-}05$.

Di bawah ini adalah simulasi *streamline* pada *radius* kelengkungan 92,5 mm dan 280 mm menggunakan ANSYS CFX II :



Gambar 4.10 : Simulasi *streamline* pada *radius* kelengkungan 92,5 mm



Gambar 4.11 : Simulasi *streamline* pada *radius* kelengkungan 280 mm

