

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pendahuluan

Pada bab hasil dan pembahasan ini akan ditampilkan langkah hasil proses simulasi yaitu *postprocessing* yaitu menampilkan hasil analisis dari proses simulasi yang telah dilakukan ke dalam tabel maupun grafik. Dalam bab ini dilakukan pembahasan dari hasil analisis gradien temperatur pada *porous media*. Dari hasil yang muncul nantinya akan diolah untuk mengetahui perpindahan panas yang terjadi pada *porous media*.

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan nilai temperatur yang diambil dari 11 titik pada bagian *chamber*, permukaan *porous media* dan *porous media* yang di gunakan untuk mengolah data pada penelitian ini.

#### 4.2 Pengolahan Data

##### 4.2.1 Data Penelitian

Spesifikasi data dalam penelitian ini adalah :

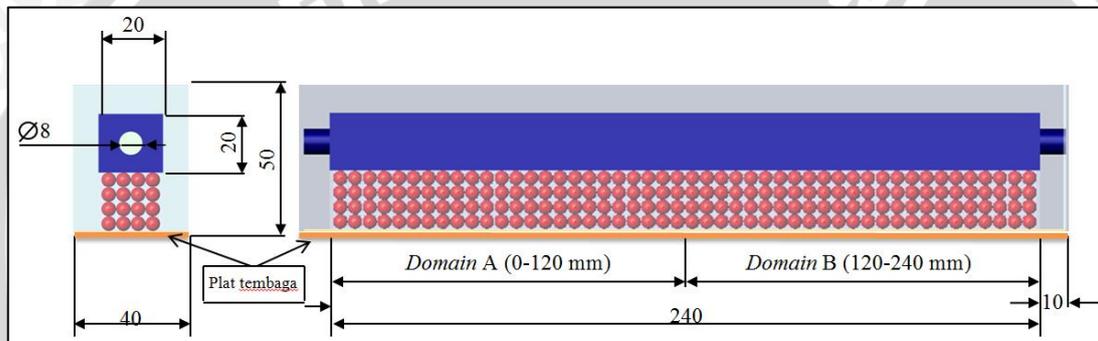
1. *Vapor* yang dialirkan pada *porous media chamber* dengan temperatur 323 K dialirkan secara tangensial.
2. Spesifikasi *test section* dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :
  - a. *Porous media chamber*
    - Panjang : 260 mm
    - Lebar : 40 mm
    - Tinggi : 50 mm
    - Material dinding : *Glass Wool*
    - Diameter inlet : 8 mm
    - Diameter Outlet : 8 mm
  - b. Temperatur *vapor* masuk : 323 K
  - c. Kecepatan masuk *vapor* : 2,5 m/s
  - d. *Relative Humidity* yang divariasikan : 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 99%
  - e. Dimensi *test section* adalah panjang 240 mm, lebar 20 mm, dan tinggi 20 mm.
  - f. Porositas *porous media* 0,38 % terbuat dari alumunium

### 4.3 Pembahasan

Pada pembahasan simulasi ini akan mengutamakan pada pembahasan gradien temperatur dari penampang *test section* dengan panjang 260 mm, terdapat 3 *section* pada *test section* yang akan dibahas mengenai gradien temperatur yaitu *section 1 vapor chamber*, *section 2* daerah kontak porous media, kemudian *section 3* pada porous media. dan distribusi perpindahan panas yang terjadi dari *vapor chamber* sampai porous media.

#### 4.3.1 Pembahasan gradien temperatur pada *porous media chamber* tampak samping.

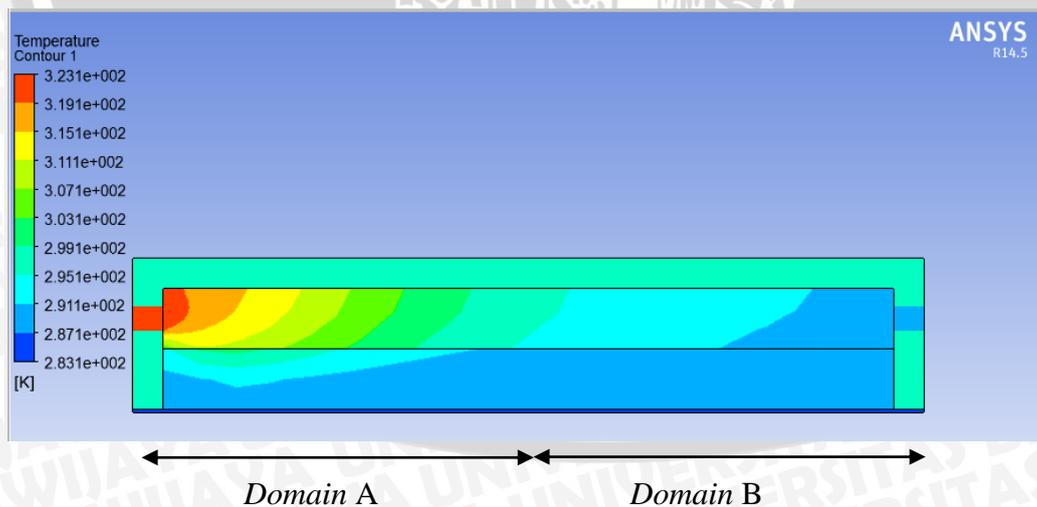
Pada test section akan dibagi menjadi dua *domain* yaitu *domain A* dari inlet *vapor chamber* dengan panjang (0-120 mm) dan *domain B* dengan panjang (120 mm – 240 mm) berikut ini gambar *test section* tampak samping.



Gambar 4.1 *test section porous media* tampak samping

Sumber : Solidworks 2013

#### A. Relative Humidity 50%



Gambar 4.2 Gradien temperatur pada RH 50%

Sumber : Ansys Workbench 14.5

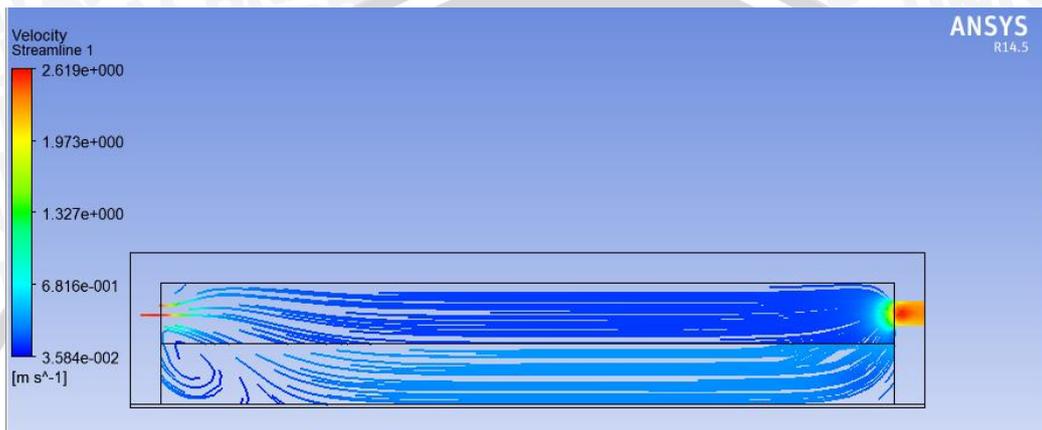
Gradien temperatur pada *relative humidity* 50% ditunjukkan pada gambar 4.2 yang menunjukkan kontur gradien temperatur pada *test section porous media*. Dari hasil kontur

pada *test section porous media* yang dibagi menjadi dua yaitu *domain A* yang memiliki panjang 120 mm dari *inlet* dan *domain B* yang memiliki panjang 120 mm sampai *outlet*.

Diamati pada *domain A*, dapat dilihat pada gambar 4.2 terdapat 9 gradien warna yang berbeda – beda pada *domain A* setelah melewati pembesaran penampang secara tiba-tiba. Dengan distribusi 6 warna pada inlet *vapor chamber* dan 4 warna pada *porous media*. Nilai kontur yang berbeda warna tersebut mempunyai nilai temperatur masing-masing dalam satuan (K). Pada saat *vapor* dengan RH 50% masuk melalui *domain A*, melalui *inlet* dengan luas penampang 8 mm, *vapor* melalui perubahan penampang dari inlet ke *chamber* sehingga aliran belum berkembang dengan penuh dan mengakibatkan terjadinya *vortex* (Gambar 4.3) Pada gradien hal ini dapat dilihat terdapat 7 kontur yang berbeda – beda warna yang menunjukkan besarnya nilai temperatur pada warna tersebut juga berbeda – beda dan perbedaan warna gradien tersebut menandakan terjadinya proses *heat transfer* pada *porous media* sehingga terjadi penurunan temperatur. Semakin jauh jarak yang dilalui *vapor* dari *inlet*, terjadi penurunan temperatur *vapor*, hal ini disebabkan karena *vapor* yang telah menyentuh permukaan *porous media* didinginkan oleh *porous media*. Pada bagian *chamber* terdapat kontur warna yang berwarna merah, jingga, kuning, hijau muda, hijau dan hijau tua terlihat besar gradien pada bagian *chamber* memiliki ukuran yang sama rata. Sedangkan pada bagian *porous media*, terdapat 3 macam gradien warna yang berbeda-beda yang berwarna hijau muda (295.1 K – 299.1 K) biru muda (291.1 K – 295.1 K), dan biru tua (283,1 K – 287,1 K). Warna-warna tersebut menunjukkan temperatur yang cukup rendah dari temperatur pada bagian *chamber* hal ini disebabkan karena pada saat *vapor* mulai terjadi kontak pada permukaan *porous media* terjadi pendinginan. Dan menandakan terjadinya perpindahan panas pada fluida *vapor* pada *chamber* dengan *porous media*.

Kemudian pada *domain B*, terdapat 3 gradien warna yang berbeda – beda. Pada bagian *vapor chamber* memiliki 2 gradien warna dan pada bagian *porous media* memiliki 1 gradien warna. Pada *chamber domain B* terlihat gradien temperatur dengan dominan warna biru muda dengan rentang temperatur (291.1 K – 295.1 K). Pada saat *vapor* mendekati daerah sebelumnya di *domain A* terjadi perubahan warna gradien dengan warna hijau dikarenakan terjadi pendinginan, semakin jauh jarak yang dilalui *vapor* dari *inlet*, dan semakin dekat jarak *vapor* dengan *porous media* terjadi penurunan temperatur, hal ini disebabkan karena *vapor* yang telah menyentuh permukaan *porous media* dan terjadi *heat transfer* pada *porous media*. Dengan melihat perbandingan antara *domain A* dan *domain B* terdapat perbedaan warna gradien yang menunjukkan perbedaan temperatur yang cukup jauh. Temperatur pada *domain A* jauh lebih tinggi dari pada temperatur pada *domain B*.

Gradien temperatur pada bagian *porous media* di *domain B* memiliki gradien warna yang sama dan temperatur yang cenderung lebih rendah. Hal ini dikarenakan pada *domain B* *vapor* telah melewati *porous media* pada daerah sebelumnya sehingga *vapor* pada chamber mengalami perpindahan panas dan temperatur pada *vapor* menjadi semakin rendah. Hal ini sesuai dengan fungsi *porous media* sendiri yang berfungsi meningkatkan luas permukaan perpindahan panas.

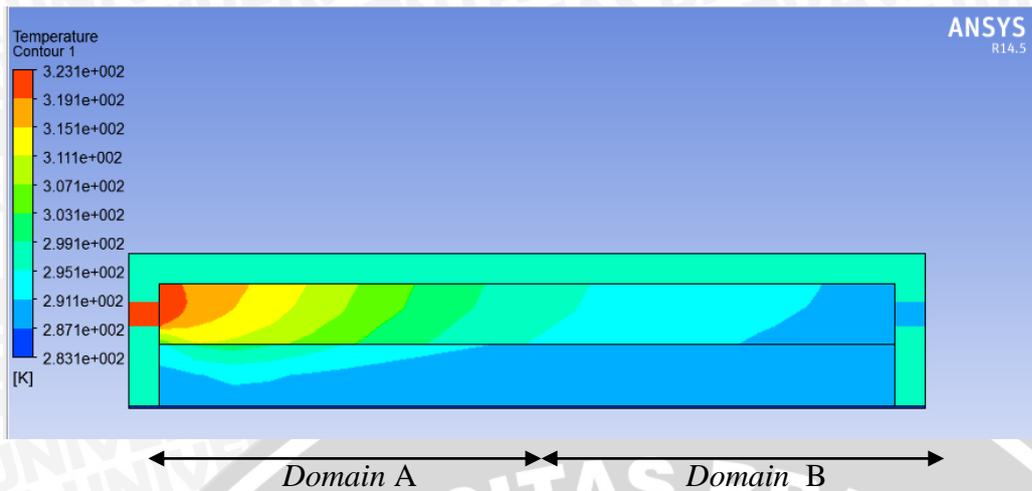


Gambar 4.3 *Velocity Streamline* pada RH 50%  
Sumber : Ansys Workbench 14.5

Pada *velocity streamline* dapat diamati lebih jelas penyebab terjadinya perubahan gradien warna yang bermacam-macam setelah melewati *inlet*. Pada bagian *vapor chamber* setelah inlet terdapat fenomena *vortex*, yang diakibatkan oleh pembesaran secara tiba-tiba dari inlet menuju *chamber vapor*. Hal ini disebabkan pada saat *vapor* dialirkan melalui *inlet* dengan luas penampang 8 mm, kemudian *vapor* mengalir melalui *chamber* yang memiliki luas penampang lebih besar yaitu 50 mm. Perubahan luas penampang secara tiba-tiba tersebut mengakibatkan terjadinya *vortex* pada bagian *chamber* dan *porous media*. Namun pada jarak 60-240 mm garis kecepatan kembali normal dengan kecepatan yang konstan. Kemudian terjadi perubahan kecepatan pada *outlet* yang diakibatkan luas penampang pada *outlet* berukuran lebih kecil sehingga kecepatan aliran meningkat.

Pada *velocity streamline* di daerah *porous media* alirannya cenderung konstan dikarenakan keterbatasan pada alat simulasi, dan rumitnya memodelkan *porous media* sehingga peneliti menyederhanakan permodelan dengan material yang sama yaitu aluminium dengan porositas 38%. Fenomena tersebut juga dapat dikarenakan *porous media* tertata secara teratur (*consolidated*).

### B. *Relative Humidity 60%*

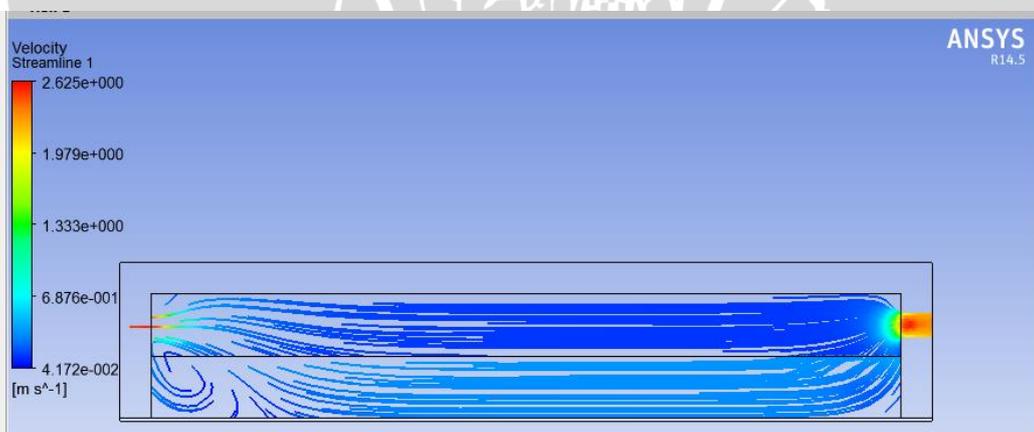


Gambar 4.4 Gradien temperatur pada RH 60%  
Sumber : Ansys Workbench 14.5

Gradien temperatur pada *relative humidity* 60% ditunjukkan pada gambar 4.4 diatas, dapat dilihat gradien temperatur pada RH 60% tidak jauh berbeda dengan gradien temperatur pada RH 50%. Pada masing-masing warna gradien terlihat semakin melebar. Diamati pada *domain A*, dapat dilihat pada gambar 4.2 terdapat 10 gradien warna yang berbeda – beda pada *domain A* sepanjang 120 mm dengan distribusi 7 warna pada inlet *vapor chamber* dan 3 warna pada *porous media*. Nilai kontur yang berbeda warna tersebut mempunyai nilai temperatur masing-masing dalam satuan (K). Pada saat *vapor* dengan RH 60% masuk melalui *domain A*, melalui *inlet* dengan luas penampang 8 mm, *vapor* melalui perubahan penampang dari inlet ke *chamber* sehingga mengakibatkan terjadinya *vortex* (Pada gambar 4.5). Pada kontur juga dapat dilihat terdapat 7 kontur yang berbeda – beda warna setelah melewati *inlet* yang menunjukkan besarnya nilai temperatur pada warna tersebut juga berbeda – beda,. Semakin jauh jarak yang dilalui *vapor* dari *inlet*, terjadi penurunan temperatur *vapor*, hal ini disebabkan karena *vapor* yang telah menyentuh permukaan *porous media* terjadi *heat transfer* dari *vapor* ke *porous media*. Pada bagian *chamber* terdapat kontur warna yang berwarna merah, jingga, kuning, hijau muda, hijau tua terlihat besar gradien pada bagian *chamber* memiliki ukuran yang sama rata. Kemudian pada bagian *porous media*, terdapat 3 macam gradien warna yang berbeda-beda yang berwarna hijau muda (295.1 K – 299.1 K) biru muda (291.1 K – 295.1 K), dan biru tua (283,1 K – 287,1 K). Warna-warna tersebut menunjukkan temperatur yang cukup rendah dari temperatur pada bagian *chamber* hal ini disebabkan karena pada saat *vapor* mulai

terjadi kontak pada permukaan porous media terjadi pendinginan. Dan menandakan terjadinya perpindahan panas pada fluida *vapor* pada *chamber* dengan porous media.

Kemudian pada *domain B*, terdapat 3 gradien warna yang berbeda – beda. Pada bagian *vapor chamber* memiliki 2 gradien warna dan pada bagian *porous media* memiliki 1 gradien warna. Pada *chamber domain B* terlihat gradien temperatur dengan dominan warna biru muda dengan rentang temperatur (291.1 K – 295.1 K). Pada saat *vapor* mendekati daerah sebelumnya di *domain A* terjadi perubahan warna gradien dengan warna hijau dikarenakan terjadi pendinginan, semakin jauh jarak yang dilalui *vapor* dari *inlet*, dan semakin dekat jarak *vapor* dengan *porous media* terjadi penurunan temperatur, hal ini disebabkan karena *vapor* yang telah menyentuh permukaan *porous media* dan terjadi *heat transfer* pada *porous media*. Diantara *domain A* dan *domain B* terdapat perbedaan warna gradien yang menunjukkan perbedaan temperatur yang cukup jauh. Temperatur pada *domain A* jauh lebih tinggi dari pada temperatur pada *domain B*. Gradien temperatur pada bagian *porous media* di *domain B* memiliki gradien warna yang sama dan temperatur yang cenderung lebih rendah. Hal ini dikarenakan pada *domain B* *vapor* telah melewati *porous media* pada daerah sebelumnya sehingga *vapor* pada *chamber* mengalami perpindahan panas dan temperatur pada *vapor* menjadi semakin rendah.



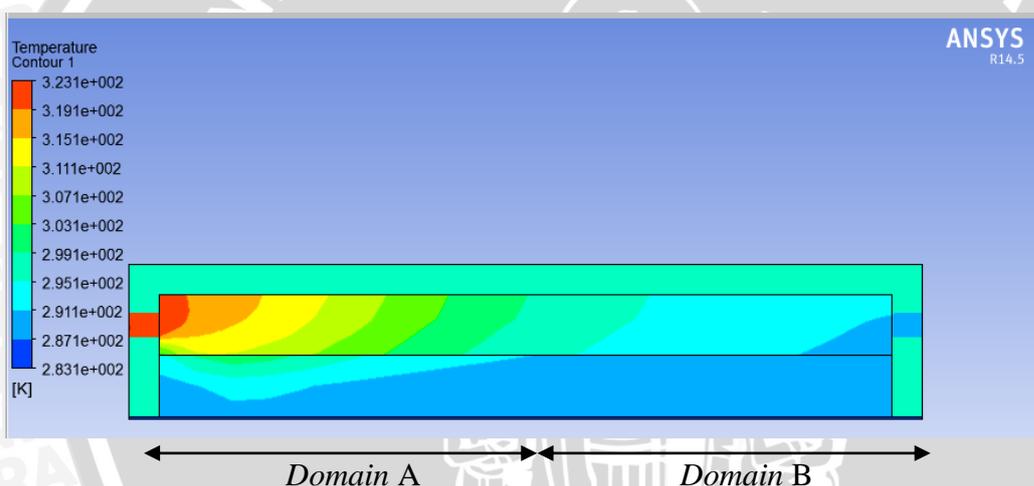
Gambar 4.5 *Velocity Streamline* pada RH 60%  
Sumber : Ansys Workbench 14.5

*Velocity Streamline* pada RH 60% ini dapat diamati pada gambar 4.5. Pada *velocity streamline* dapat diamati lebih jelas penyebab terjadinya perubahan gradien warna yang bermacam-macam setelah melewati *inlet*. Pada bagian *vapor chamber* setelah inlet terdapat fenomena *vortex*, yang diakibatkan oleh pembesaran secara tiba-tiba dari inlet menuju *chamber vapor*. Hal ini disebabkan pada saat *vapor* dialirkan melalui *inlet* dengan

luas penampang 8 mm, kemudian *vapor* mengalir melalui *chamber* yang memiliki luas penampang lebih besar yaitu 50 mm. Perubahan luas penampang secara tiba-tiba tersebut mengakibatkan terjadinya *vortex* pada bagian *chamber* dan *porous media*. Namun pada jarak 60-240 mm garis kecepatan kembali normal dengan kecepatan yang konstan. Kemudian terjadi perubahan kecepatan pada *outlet* yang diakibatkan luas penampang pada *outlet* berukuran lebih kecil sehingga kecepatan aliran meningkat.

Pada *velocity streamline* di daerah *porous media* alirannya cenderung konstan dikarenakan keterbatasan pada alat simulasi, dan rumitnya memodelkan *porous media* sehingga peneliti menyederhanakan permodelan dengan material yang sama yaitu aluminium dengan porositas 38%. Fenomena tersebut juga dapat dikarenakan *porous media* tertata secara teratur (*consolidated*).

### C. Relative Humidity 70%



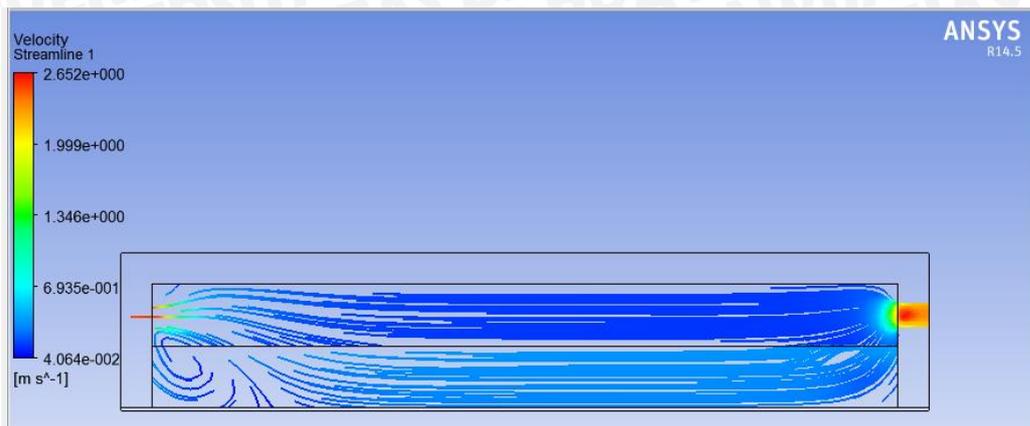
Gambar 4.6 Gradien temperatur pada RH 70%  
Sumber : Ansys Workbench 14.5

Gradien temperatur pada *relative humidity* 70% ditunjukkan pada gambar 4.6 yang menunjukkan kontur gradien temperatur pada *test section porous media*. Dari hasil kontur pada RH 70% terlihat gradien temperatur yang lebih melebar menjauh dari inlet daripada RH 50% dan RH 60% dan juga terlihat gradien berwarna biru muda lebih dominan dari sebelumnya

Diamati pada *domain A*, dapat dilihat pada gambar 4.6 terdapat 9 gradien warna yang berbeda – beda pada *domain A* sepanjang 120 mm dengan distribusi 7 warna pada inlet *vapor chamber* dan 3 warna pada *porous media*. Pada saat *vapor* dengan RH 70% masuk melalui *domain A*, terjadi perluasan penampang secara tiba-tiba dari *inlet* dengan luas penampang 8 mm, ke *chamber* sehingga mengakibatkan terjadinya *vortex* (Pada gambar

4.7) Pada kontur juga dapat dilihat nilai kontur yang berbeda warna tersebut mempunyai nilai temperatur masing-masing dalam satuan (K). Semakin jauh jarak yang dilalui *vapor* dari *inlet*, terjadi penurunan temperatur *vapor*, hal ini disebabkan karena *vapor* yang telah menyentuh permukaan *porous media* didinginkan oleh *porous media*. Pada bagian *chamber* terdapat kontur warna yang berwarna merah, jingga, kuning, hijau muda, hijau dan hijau tua terlihat besar gradien pada bagian *chamber* memiliki ukuran yang sama rata. Kemudian pada bagian *porous media*, terdapat 3 macam gradien warna yang berbeda-beda yang berwarna hijau muda (295.1 K – 299.1 K) biru muda (291.1 K – 295.1 K), dan biru tua (283,1 K – 287,1 K). Warna-warna tersebut menunjukkan temperatur yang cukup rendah dari temperatur pada bagian *chamber* hal ini disebabkan karena pada saat *vapor* mulai terjadi kontak pada permukaan *porous media* terjadi pendinginan. Dan menandakan terjadinya perpindahan panas pada fluida *vapor* pada *chamber* dengan *porous media*.

Kemudian pada *domain B*, terdapat 3 gradien warna yang berbeda – beda. Pada bagian *vapor chamber* memiliki 2 gradien warna dan pada bagian *porous media* memiliki 1 gradien warna. Pada *chamber domain B* terlihat gradien temperatur dengan dominan warna biru muda dengan rentang temperatur (291.1 K – 295.1 K). Pada saat *vapor* mendekati daerah sebelumnya di *domain A* terjadi perubahan warna gradien dengan warna hijau dikarenakan terjadi pendinginan, semakin jauh jarak yang dilalui *vapor* dari *inlet*, dan semakin dekat jarak *vapor* dengan *porous media* terjadi penurunan temperatur, hal ini disebabkan karena *vapor* yang telah menyentuh permukaan *porous media* dan terjadi *heat transfer* pada *porous media*. Diantara *domain A* dan *domain B* terdapat perbedaan warna gradien yang menunjukkan perbedaan temperatur yang cukup jauh. Temperatur pada *domain A* jauh lebih tinggi dari pada temperatur pada *domain B*. Gradien temperatur pada bagian *porous media* di *domain B* memiliki gradien warna yang sama dan temperatur yang cenderung lebih rendah. Hal ini dikarenakan pada *domain B* *vapor* telah melewati *porous media* pada daerah sebelumnya sehingga *vapor* pada *chamber* mengalami perpindahan panas dan temperatur pada *vapor* menjadi semakin rendah.

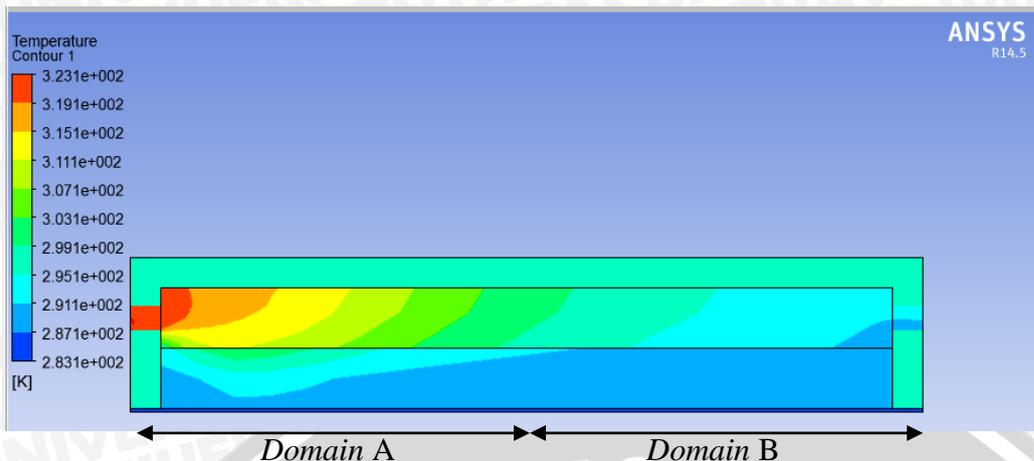


Gambar 4.7 *Velocity Streamline* pada RH 70%  
Sumber : *Ansys Workbench 14.5*

*Velocity Streamline* pada RH 70% ini dapat diamati pada gambar diatas. Pada *velocity streamline* dapat diamati lebih jelas penyebab terjadinya perubahan gradien warna yang bermacam-macam setelah melewati *inlet*. Pada bagian *vapor chamber* setelah inlet terdapat fenomena *vortex*, yang diakibatkan oleh pembesaran secara tiba-tiba dari inlet menuju *chamber vapor*. Hal ini disebabkan pada saat *vapor* dialirkan melalui *inlet* dengan luas penampang 8 mm, kemudian *vapor* mengalir melalui *chamber* yang memiliki luas penampang lebih besar yaitu 50 mm. Perubahan luas penampang secara tiba-tiba dari inlet ke *chamber* tersebut mengakibatkan terjadinya *vortex* pada bagian *chamber* dan *porous media*. Namun pada jarak 60-240 mm garis kecepatan kembali normal dengan kecepatan yang konstan. Kemudian terjadi perubahan kecepatan pada *outlet* yang diakibatkan luas penampang pada *outlet* berukuran lebih kecil sehingga kecepatan aliran meningkat.

Pada *velocity streamline* di daerah *porous media* alirannya cenderung konstan dikarenakan keterbatasan pada alat simulasi, dan rumitnya memodelkan *porous media* sehingga peneliti menyederhanakan permodelan dengan material yang sama yaitu aluminium dengan porositas 38%. Fenomena tersebut juga dapat dikarenakan *porous media* tertata secara teratur (*consolidated*).

#### D. *Relative Humidity 80%*

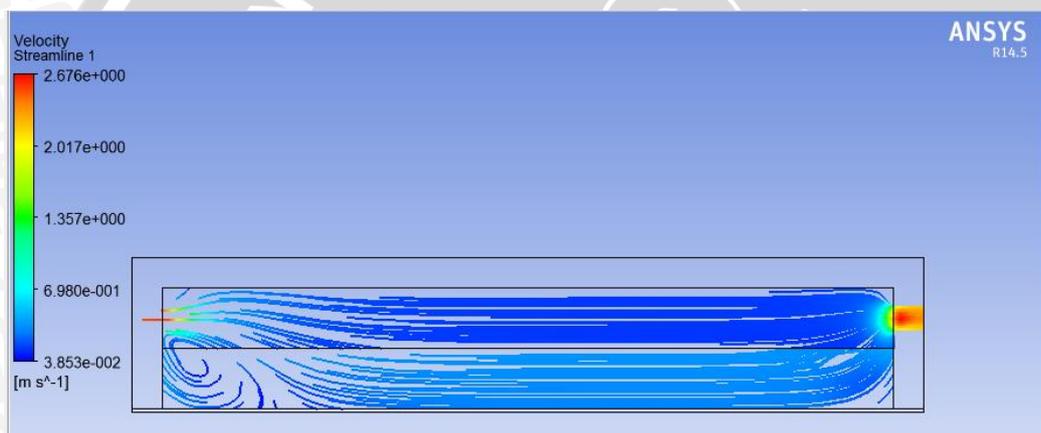


Gambar 4.8 Gradien temperatur pada RH 80%  
 Sumber : Ansys Workbench 14.5

*Test section* pada gambar 4.8 menunjukkan gradien temperatur *vapor* pada *relative humidity* 80%. Dari hasil kontur pada RH 80% terlihat gradien temperatur yang lebih banyak. Dibandingkan hasil kontur sebelumnya terlihat masing-masing warna gradien semakin melebar, warna hijau pada domain B yang paling terlihat jelas semakin melebar ke arah *outlet*. Kemudian *domain A*, dapat dilihat pada gambar terdapat 9 gradien warna yang berbeda – beda pada *domain A* sepanjang 120 mm dengan distribusi 7 warna pada inlet *vapor chamber* dan 3 warna pada *porous media*. Nilai kontur yang berbeda warna tersebut mempunyai nilai temperatur masing-masing dalam satuan (K). Semakin jauh jarak yang dilalui *vapor* dari *inlet*, terjadi penurunan temperatur *vapor*, hal ini disebabkan karena *vapor* yang telah menyentuh permukaan *porous media* didinginkan oleh *porous media*. Pada bagian *chamber* terdapat kontur warna yang berwarna merah, jingga, kuning, hijau muda, hijau dan hijau tua terlihat besar gradien pada bagian *chamber* memiliki ukuran yang sama rata. Kemudian pada bagian *porous media*, terdapat 3 macam gradien warna yang berbeda-beda yang berwarna hijau muda (295.1 K – 299.1 K biru muda (291.1 K – 295.1 K), dan biru tua (283,1 K – 287,1 K). Warna-warna tersebut menunjukkan temperatur yang cukup rendah dari temperatur pada bagian *chamber* hal ini disebabkan karena pada saat *vapor* mulai terjadi kontak pada permukaan *porous media* terjadi pendinginan. Dan menandakan terjadinya perpindahan panas pada fluida *vapor* pada *chamber* dengan *porous media*.

Kemudian pada *domain B*, terdapat 3 gradien warna yang berbeda – beda. Pada bagian *vapor chamber* memiliki 2 gradien warna dan pada bagian *porous media* memiliki 1 gradien warna. Pada *chamber domain B* terlihat gradien temperatur dengan dominan

warna biru muda dengan rentang temperatur (291.1 K – 295.1 K). Pada saat *vapor* mendekati daerah sebelumnya di *domain A* terjadi perubahan warna gradien dengan warna hijau dikarenakan terjadi pendinginan, semakin jauh jarak yang dilalui *vapor* dari *inlet*, dan semakin dekat jarak *vapor* dengan *porous media* terjadi penurunan temperatur, hal ini disebabkan karena *vapor* yang telah menyentuh permukaan *porous media* dan terjadi *heat transfer* pada *porous media*. Diantara *domain A* dan *domain B* terdapat perbedaan warna gradien yang menunjukkan perbedaan temperatur yang cukup jauh. Temperatur pada *domain A* jauh lebih tinggi dari pada temperatur pada *domain B*. Gradien temperatur pada bagian *porous media* di *domain B* memiliki gradien warna yang sama dan temperatur yang cenderung lebih rendah. Hal ini dikarenakan pada *domain B* *vapor* telah melewati *porous media* pada daerah sebelumnya sehingga *vapor* pada chamber mengalami perpindahan panas dan temperatur pada *vapor* menjadi turun dari pada saat awal masuk melalui *inlet*.

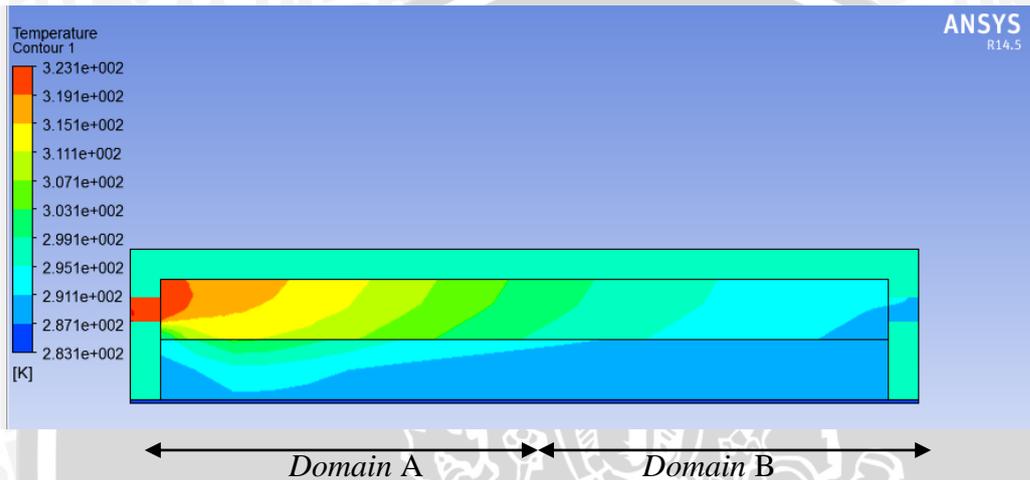


Gambar 4.9 Velocity Streamline pada RH 80%  
Sumber : Ansys Workbench 14.5

Gambar 4.9 adalah garis kecepatan pada RH 80%. Pada bagian *vapor chamber* setelah inlet terdapat fenomena *vortex*, yang diakibatkan oleh pembesaran secara tiba-tiba dari inlet menuju *chamber vapor*. Hal ini disebabkan pada saat *vapor* dialirkan melalui inlet dengan luas penampang 8 mm, kemudian *vapor* mengalir melalui *chamber* yang memiliki luas penampang lebih besar yaitu 50 mm. Perubahan luas penampang secara tiba-tiba dari inlet ke *chamber* tersebut mengakibatkan terjadinya *vortex* pada bagian *chamber* dan *porous media*. Namun pada jarak 60-240 mm garis kecepatan kembali normal dengan kecepatan yang konstan. Kemudian terjadi perubahan kecepatan pada *outlet* yang diakibatkan luas penampang pada *outlet* berukuran lebih kecil sehingga kecepatan aliran meningkat.

Pada *velocity streamline* di daerah *porous media* alirannya cenderung konstan dikarenakan keterbatasan pada alat simulasi, dan rumitnya memodelkan *porous media* sehingga peneliti menyederhanakan permodelan dengan material yang sama yaitu aluminium dengan porositas 38%. Fenomena tersebut juga dapat dikarenakan *porous media* tertata secara teratur (*consolidated*).

### E. Relative Humidity 90%

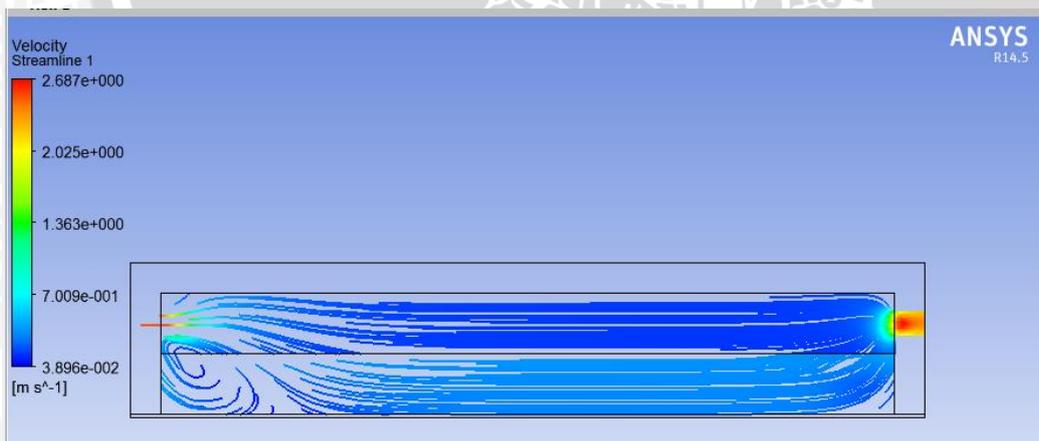


Gambar 4.10 Gradien temperatur pada RH 90%  
Sumber : Ansys Workbench 14.5

*Test section* pada gambar di atas menunjukkan gradien temperatur *vapor* pada *relative humidity* 90%. terlihat gradien temperatur yang lebih melebar dan semakin besar. Dibandingkan hasil kontur sebelumnya terlihat masing-masing warna gradien semakin bertambah luasannya. Warna hijau pada domain B yang paling terlihat jelas semakin melebar ke arah *outlet*. Kemudian *domain A*, dapat dilihat pada gambar terdapat 8 gradien warna yang berbeda – beda pada *domain A* sepanjang 120 mm dengan distribusi 6 warna pada inlet *vapor chamber* dan 3 warna pada *porous media*. Nilai kontur yang berbeda warna tersebut mempunyai nilai temperatur masing-masing dalam satuan (K). Semakin jauh jarak yang dilalui *vapor* dari *inlet*, terjadi penurunan temperatur *vapor*, hal ini disebabkan karena *vapor* yang telah menyentuh permukaan *porous media* dan terjadi *heat transfer* pada *porous media*. Pada bagian *chamber* terdapat kontur warna yang berwarna merah, jingga, kuning, hijau muda, hijau dan hijau tua. Terlihat warna masing-masing gradien pada bagian *chamber* memiliki semakin luas hingga menjangkau *domain B* dan warna hijau juga semakin kebawah. Kemudian pada bagian *porous media*, terdapat 3 macam gradien warna yang berbeda-beda yang berwarna hijau muda (295.1 K – 299.1 K biru muda (291.1 K – 295.1 K), dan biru tua (283,1 K – 287,1 K). Warna-warna tersebut

menunjukkan temperatur yang cukup rendah dari temperatur pada bagian *chamber* hal ini disebabkan karena pada saat *vapor* mulai terjadi kontak pada permukaan porous media terjadi pendinginan. Dan menandakan terjadinya perpindahan panas pada fluida *vapor* pada *chamber* dengan porous media.

Kemudian pada *domain B*, terdapat 3 gradien warna yang berbeda – beda. Pada bagian *vapor chamber* memiliki 2 gradien warna dan pada bagian *porous media* memiliki 1 gradien warna. Pada *chamber domain B* terlihat gradien temperatur dengan dominan warna biru tua dengan rentang temperatur (283.1 K – 287.1 K). Pada saat *vapor* mendekati daerah sebelumnya di *domain A* terjadi perubahan warna gradien dengan warna hijau, biru tua dan biru tua dikarenakan terjadi transfer panas, semakin jauh jarak yang dilalui *vapor* dari *inlet*, dan semakin dekat jarak *vapor* dengan *porous media* terjadi penurunan temperatur, hal ini disebabkan karena *vapor* yang telah menyentuh permukaan *porous media* dan terjadi *heat transfer* pada *porous media*. Diantara *domain A* dan *domain B* terdapat perbedaan warna gradien yang menunjukkan perbedaan temperatur yang cukup jauh. Temperatur pada *domain A* jauh lebih tinggi dari pada temperatur pada *domain B*. Gradien temperatur pada bagian *porous media* di *domain B* memiliki gradien warna yang sama dan temperatur yang cenderung lebih rendah. Hal ini dikarenakan pada *domain B* *vapor* telah melewati *porous media* pada daerah sebelumnya sehingga *vapor* pada *chamber* mengalami perpindahan panas dan temperatur pada *vapor* menjadi turun dari pada saat awal masuk melalui *inlet*.



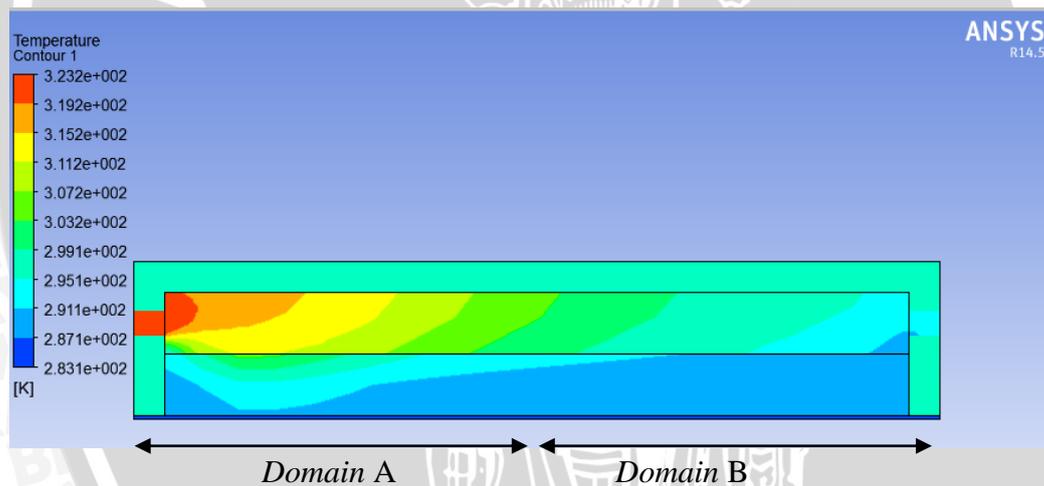
Gambar 4.11 Velocity Streamline pada RH 90%  
Sumber : Ansys Workbench 14.5

Pada *velocity streamline* dapat diamati lebih jelas penyebab terjadinya perubahan gradien warna yang bermacam-macam setelah melewati *inlet*. Pada bagian *vapor chamber* setelah inlet terdapat fenomena *vortex*, yang diakibatkan oleh pembesaran secara tiba-tiba dari inlet menuju *chamber vapor*. Hal ini disebabkan pada saat *vapor* dialirkan melalui

*inlet* dengan luas penampang 8 mm, kemudian *vapor* mengalir melalui *chamber* yang memiliki luas penampang lebih besar yaitu 50 mm. Perubahan luas penampang secara tiba-tiba dari inlet ke *chamber* tersebut mengakibatkan terjadinya *vortex* pada bagian *chamber* dan *porous media*. Namun pada jarak 60-240 mm garis kecepatan kembali normal dengan kecepatan yang konstan. Kemudian terjadi perubahan kecepatan pada *outlet* yang diakibatkan luas penampang pada *outlet* berukuran lebih kecil sehingga kecepatan aliran meningkat.

Pada *velocity streamline* di daerah *porous media* alirannya cenderung konstan dikarenakan keterbatasan pada alat simulasi, dan rumitnya memodelkan *porous media* sehingga peneliti menyederhanakan permodelan dengan material yang sama yaitu aluminium dengan porositas 38%. Fenomena tersebut juga dapat dikarenakan *porous media* tertata secara teratur (*consolidated*).

#### F. Relative Humidity 99,9%



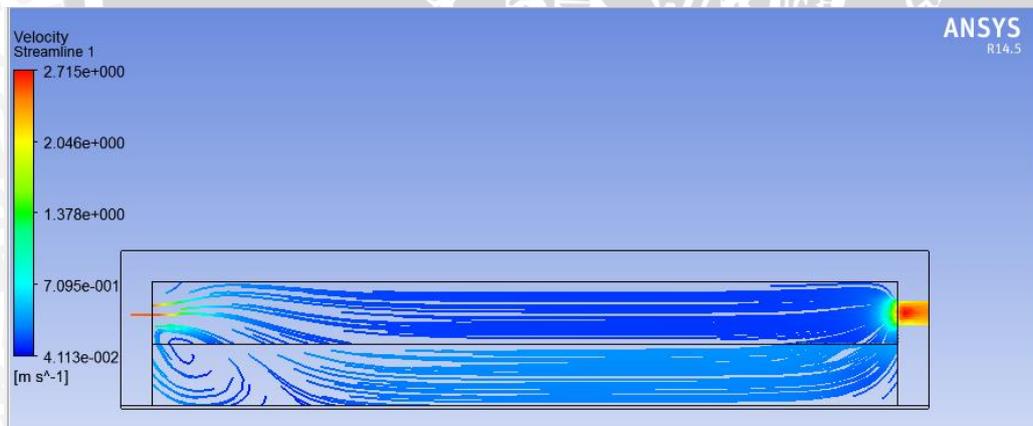
Gambar 4.12 Gradien temperatur pada RH 99,9%

Sumber : Ansys Workbench 14.5

Hasil simulasi pada RH 99,9 % dapat kita amati pada gambar diatas. terlihat gradien temperatur yang lebih melebar dan semakin besar. Apabila dibandingkan dengan hasil kontur sebelumnya, Gradien temperatur pada RH 99.99% terlihat jauh lebih besar dan semakin melebar, dibuktikan dengan warna biru yang semakin kecil. Dapat dilihat pada *domain A* gradien warna jingga, kuning, hijau muda, hijau tua dan hijau terlihat semakin melebar menjauh dari inlet. Terjadi penurunan temperatur vapor semakin jauh jarak dari inlet, hal ini disebabkan karena *vapor* yang telah menyentuh permukaan *porous media* dan terjadi *heat transfer* pada *porous media*. Kemudian pada bagian *porous media*, gradien

warna yang berwarna hijau muda (295.1 K – 299.1 K) terlihat semakin kebawah. Warna hijau diatas memiliki temperatur yang cukup tinggi dibandingkan warna biru.

Kemudian pada *domain* B, terdapat 3 gradien warna yang berbeda – beda. Pada bagian *vapor chamber* memiliki 2 gradien warna dan pada bagian *porous media* memiliki 1 gradien warna. Pada *chamber domain* B terlihat gradien temperatur dengan dominan warna biru tua dengan rentang temperatur (283.1 K – 287.1 K). Pada saat *vapor* mendekati daerah sebelumnya di *domain* A terjadi perubahan warna gradien dengan warna hijau, biru tua dan biru tua dikarenakan terjadi transfer panas, semakin jauh jarak yang dilalui *vapor* dari *inlet*, dan semakin dekat jarak *vapor* dengan *porous media* terjadi penurunan temperatur, hal ini disebabkan karena *vapor* yang telah menyentuh permukaan *porous media* dan terjadi *heat transfer* pada *porous media*. Diantara *domain* A dan *domain* B terdapat perbedaan warna gradien yang menunjukkan perbedaan temperatur yang cukup jauh. Temperatur pada *domain* A jauh lebih tinggi dari pada temperatur pada *domain* B. Gradien temperatur pada bagian *porous media* di *domain* B memiliki gradien warna yang sama dan temperatur yang cenderung lebih rendah. Hal ini dikarenakan pada *domain* B *vapor* telah melewati *porous media* pada daerah sebelumnya sehingga *vapor* pada chamber mengalami perpindahan panas dan temperatur pada *vapor* menjadi turun.



Gambar 4.13 *Velocity Streamline* pada RH 99,9%  
Sumber : Ansys *Workbench* 14.5

Gambar 4.13 menunjukkan garis kecepatan pada RH 99,9% dapat diamati lebih jelas penyebab terjadinya perubahan gradien warna yang bermacam-macam setelah melewati *inlet*. Pada bagian *vapor chamber* setelah inlet terdapat fenomena *vortex*, yang diakibatkan oleh pembesaran secara tiba-tiba dari inlet menuju *chamber vapor*. Hal ini disebabkan pada saat *vapor* dialirkan melalui *inlet* dengan luas penampang 8 mm, kemudian *vapor* mengalir melalui *chamber* yang memiliki luas penampang lebih besar yaitu 50 mm. Perubahan luas penampang secara tiba-tiba dari inlet ke *chamber* tersebut mengakibatkan

terjadinya *vortex* pada bagian *chamber* dan *porous media*. Namun pada jarak 60-240 mm garis kecepatan kembali normal dengan kecepatan yang konstan. Kemudian terjadi perubahan kecepatan pada *outlet* yang diakibatkan luas penampang pada *outlet* berukuran lebih kecil sehingga kecepatan aliran meningkat

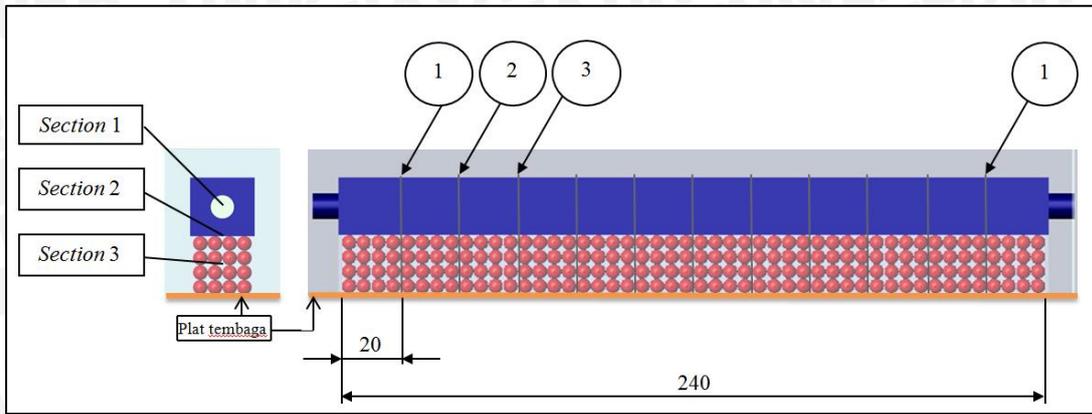
Dari enam hasil kontur simulasi variasi RH 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 99.9% dengan membandingkan antara *domain A* dan *domain B* terdapat perbedaan warna gradien yang menunjukkan perbedaan temperatur yang cukup jauh. Temperatur pada *domain A* jauh lebih tinggi dari pada temperatur pada *domain B*. Gradien temperatur pada bagian *porous media* di *domain B* memiliki gradien warna yang sama dan temperatur yang cenderung lebih rendah. Hal ini dikarenakan pada *domain B* *vapor* telah melewati *porous media* pada daerah sebelumnya sehingga *vapor* pada *chamber* mengalami perpindahan panas dan temperatur pada *vapor* menjadi turun dari pada saat awal masuk melalui *inlet* dan didapatkan hasil gradien temperatur yang berbeda-beda dari setiap variasi RH yaitu pada bagian *vapor chamber* dan *porous*. Apabila diamati dari bagian *porous media* semakin besar jumlah RH pada *vapor* maka akan semakin memperbesar gradien temperturnya. Dibuktikan dengan gradien warna hijau muda dan biru muda yang semakin membesar kearah bawah. Kemudian pada bagian *chamber*, semakin besar RH maka semakin besar gradien temperatur, dibuktikan dengan gradien warna jingga, kuning, hijau muda, hijau, hijau tua dan biru muda yang luasannya semakin besar kearah *outlet*. Hal ini sesuai dengan hipotesa awal yang menyatakan semakin besar *relative humidity pada vapor* maka semakin besar gradien temperatur dan juga sesuai dengan penelitian Rahana (2013) yang menyatakan bahwa semakin besar kecepatan udara masuk, maka distribusi temperatur pada *porous media* juga semakin besar. Namun perbedaannya pada penelitian ini kecepatan udara dijaga konstan, menggunakan variasi yang berbeda dan dengan menggunakan fluida yang berbeda pula yaitu *vapor*.

Pada *velocity streamline* di daerah *porous media* alirannya cenderung konstan dikarenakan keterbatasan pada alat simulasi, dan rumitnya memodelkan *porous media* sehingga peneliti menyederhanakan permodelan dengan material yang sama yaitu aluminium dengan porositas 38%. Fenomena tersebut juga dapat dikarenakan *porous media* tertata secara teratur (*consolidated*).

#### **4.3.2 Pembahasan Gradien Temperatur *Test Section Porous Media* secara melintang.**

Pada subbab ini akan dibahas mengenai gradien temperatur. Untuk mendapatkan nilai gradien temperatur pada tiap bagian, *test section porous media* dibagi menjadi 3 *section*,

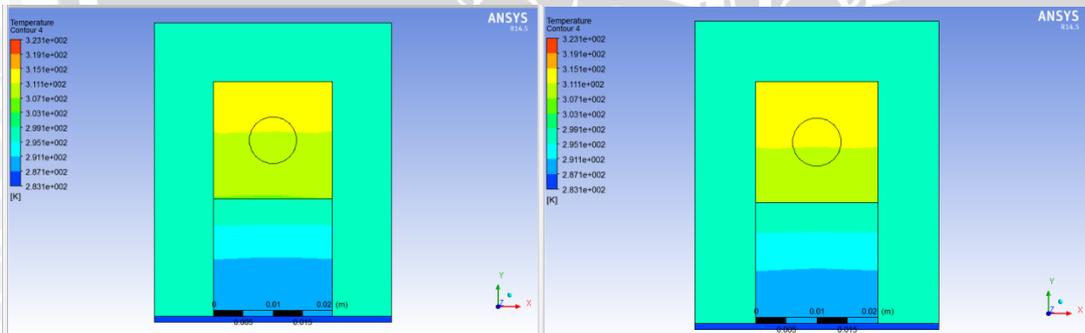
yaitu *section 1* pada *vapor chamber*, *section 2* pada permukaan kontak *porous media*, dan *section 3* pada daerah tengah *porous media*. Pada *test section* panjang melintang searah sumbu x dibagi menjadi 11 titik yang masing-masing memiliki jarak tiap 20 mm dari inlet. Berikut ini gambar pembagian tiap titik pada *test section*.



Gambar 4.14 Penampang melintang *test section porous media*  
 Sumber : Solidworks Professional 2012

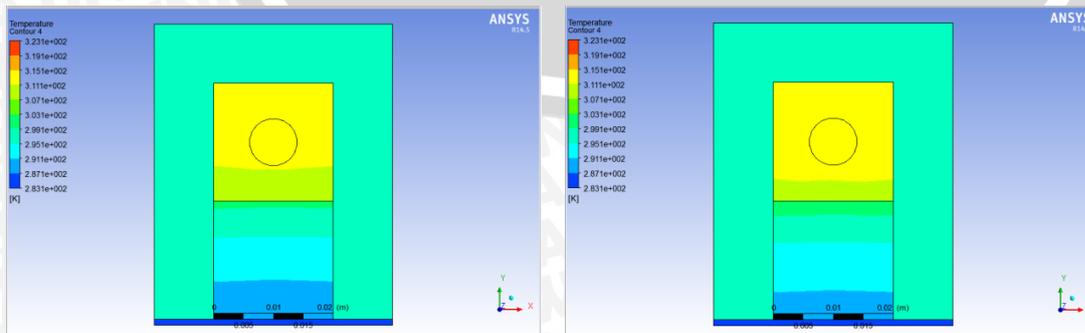
**A. Gradien Temperatur pada jarak 40 mm**

Dibawah ini akan dibahas mengenai penampang *test section* dengan jarak 40 mm dari inlet. Karena pada jarak 40 mm tersebut, gradien temperatur pada *chamber* dan *porous media* memiliki paling banyak terjadi perubahan warna dan nilai temperatur.



A. RH 50%

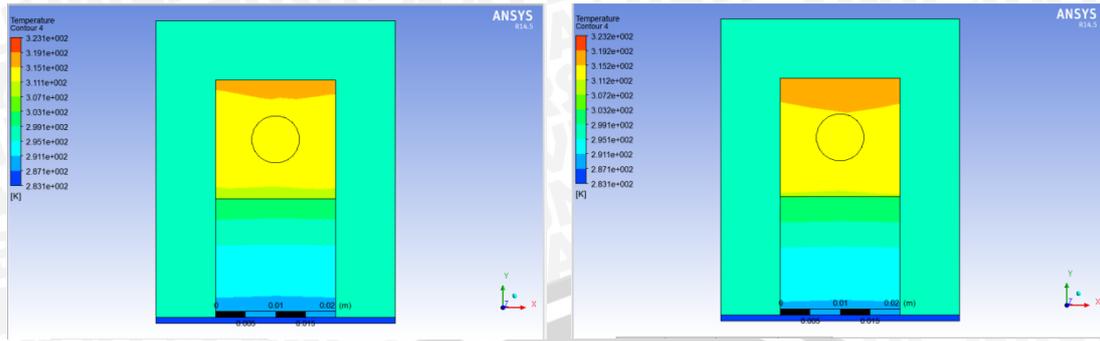
B. RH 60%



C. RH 70%

D. RH 80%





E. RH 90%

F. RH 99,9%

Gambar 4.15 Gradien temperatur dengan variasi RH diambil pada jarak 40 mm  
Sumber : Ansys Workbench 14.5

Dari keenam gambar diatas, terlihat perbedaan dari masing-masing kontur dengan variasi RH. Pada gambar diatas, terdapat 2 bagian yaitu bagian atas dan bawah. Pada bagian atas adalah *vapor chamber* dan pada bagian bawah adalah *porous media*. Dapat dilihat pada gambar, pada bagian *vapor chamber* dengan semakin besarnya RH yang divariasikan, gradien temperatur dengan jarak 40 mm dari inlet. Pada variasi RH 50%, 60% dan 70% gradien warna kuning dengan rentang temperatur 311.2 K – 315.2 K terlihat semakin membesar dan melebar semakin masuk ke bawah bagian *porous media*. Kemudian pada variasi RH 80%, 90%, dan 99.9% dapat dilihat gradien warna kuning yang semakin membesar mengisi bagian *chamber*, dengan ditambah dengan munculnya gradien warna jingga yang memiliki nilai temperatur cukup tinggi (315,2K-319,2K) Hal ini menandakan semakin besar RH pada jarak 40 mm maka gradien temperatur semakin besar, Dari gambar di atas dapat disimpulkan semakin tinggi RH pada *vapor* masuk maka gradien temperatur akan semakin besar pada jarak yang sama.

### B. Nilai gradien temperatur pada tiap titik.

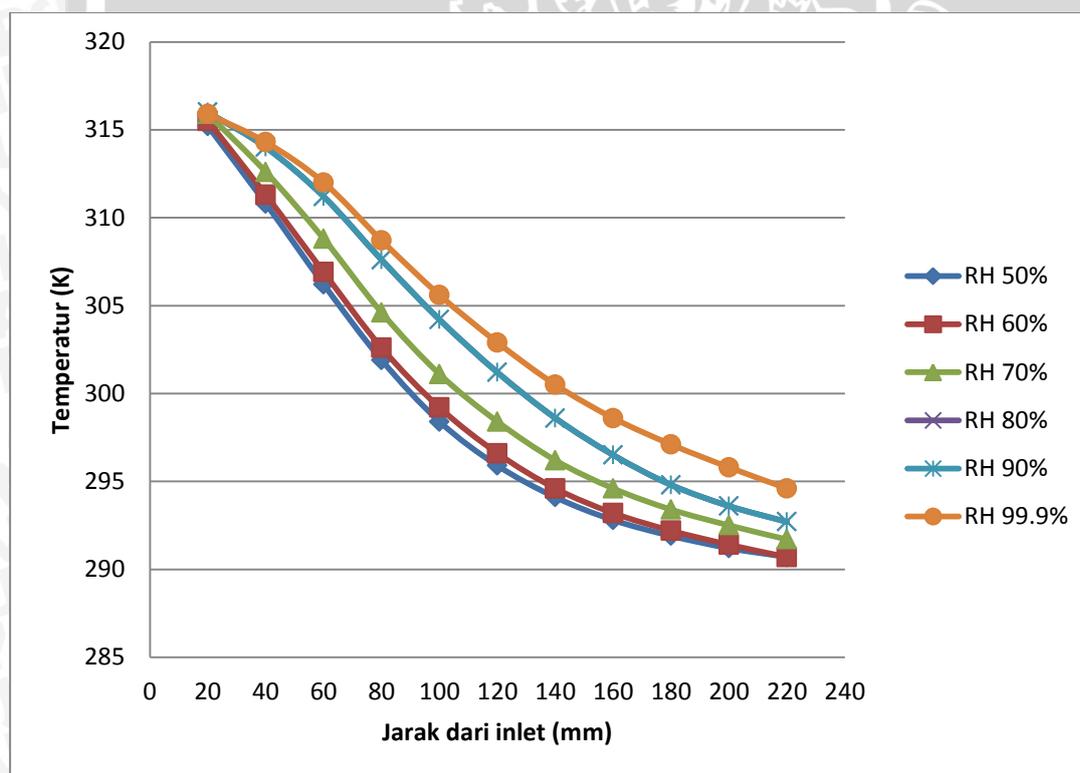
Untuk mengetahui nilai gradien temperatur di setiap titik, *test section porous media* dibagi menjadi 3 *section* yaitu *section 1* pada *vapor chamber*, *section 2* pada permukaan kontak *porous media*, dan *section 3* pada *porous*. Berikut ini data dan grafik nilai gradien pada setiap titik yang dibagi menjadi 3 *section*.

### a. Data Hasil Simulasi pada Section 1

Tabel 4.1 Data Hasil Simulasi pada section 1

No	Jarak (mm)	Gradien Temperatur (K)					
		RH	RH	RH	RH	RH	RH
		50	60	70	80	90	99
1	20	315.2	315.5	315.9	316	316	315.9
2	40	310.8	311.3	312.6	313.4	314	314.3
3	60	306.2	306.9	308.8	310.1	311.2	312
4	80	301.9	302.6	304.6	306.3	307.6	308.7
5	100	298.4	299.2	301.1	302.8	304.2	305.6
6	120	295.9	296.6	298.4	300.1	301.2	302.9
7	140	294.1	294.6	296.2	297.8	298.6	300.5
8	160	292.8	293.2	294.6	296	296.5	298.6
9	180	291.9	292.2	293.4	294.7	294.8	297.1
10	200	291.2	291.4	292.5	293.4	293.6	295.8
11	220	290.7	290.7	291.7	292.2	292.7	294.6

chamber



Gambar 4.16 Grafik Hubungan Jarak dengan nilai gradien temperatur pada section 1

Gambar 4.16 adalah grafik hubungan nilai gradien temperatur dengan jarak *vapor* masuk dari *inlet*, dengan memvariasikan RH pada *vapor* yang terjadi pada section 1.

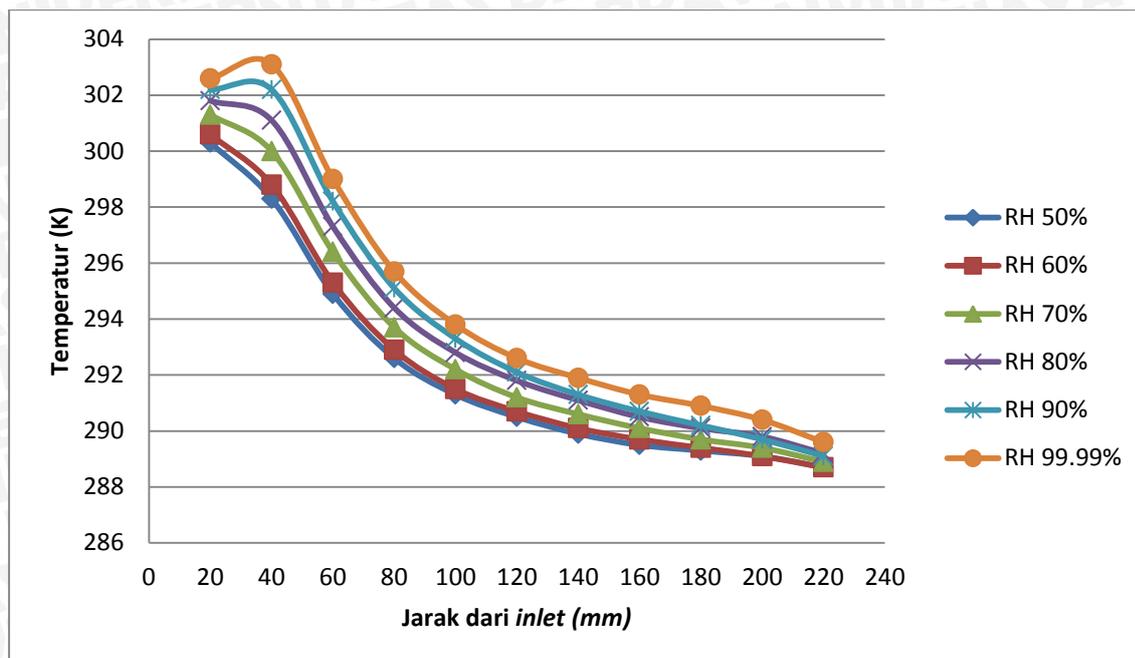
*Section 1* adalah daerah chamber yang dilalui oleh *vapor*. Dapat dilihat pada gambar, grafik memiliki kecenderungan yang sama yaitu semakin jauh jarak yang dilalui *vapor* dari *inlet*, terjadi penurunan temperatur *vapor*, hal ini disebabkan karena terjadi perpindahan panas pada *porous media*. *Vapor* yang telah menyentuh permukaan *porous media* didinginkan oleh *porous media*. Pada RH 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 99,9% Terjadi penurunan temperatur yang signifikan pada jarak 60 mm – 220 mm. Dikarenakan pada jarak tersebut, aliran mulai berkembang penuh kemudian terjadi perpindahan panas antara *vapor* dengan permukaan *porous media* pada daerah sebelumnya. Dari grafik diatas, dapat dilihat penurunan temperatur pada RH 50% lebih tinggi daripada variasi RH yang lainnya. Apabila dilihat dari perbedaan temperaturnya, RH 50% memiliki beda temperatur terbesar yaitu sebesar 32.3K. Sedangkan RH 99,9 % memiliki beda temperatur paling kecil yaitu sebesar 28.4 K. Hal ini menandakan telah terjadi proses *heat transfer* pada *porous media* sehingga menyebabkan berkurangnya temperatur.

#### b. Data Hasil Simulasi *Section 2*

Tabel 4.2 Data Hasil Simulasi *Section 2*

No	Jarak (mm)	Gradien Temperatur (K)					
		RH	RH	RH	RH	RH	RH
		50	60	70	80	90	99
1	20	300.3	300.6	301.3	301.8	302.2	302.6
2	40	298.3	298.8	300	301.1	302.2	303.1
3	60	294.9	295.3	296.4	297.3	298.2	299
4	80	292.6	292.9	293.7	294.4	295.1	295.7
5	100	291.3	291.5	292.2	292.8	293.3	293.8
6	120	290.5	290.7	291.2	291.8	292.1	292.6
7	140	289.9	290.1	290.6	291.1	291.3	291.9
8	160	289.5	289.7	290.1	290.5	290.7	291.3
9	180	289.3	289.4	289.7	290.1	290.2	290.9
10	200	289.1	289.1	289.4	289.8	289.7	290.4
11	220	288.4	288.7	288.9	289.2	289.1	289.6

*Section Permukaan*



Gambar 4.17 Grafik Hubungan Jarak dengan Nilai Gradien Temperatur pada *section2*

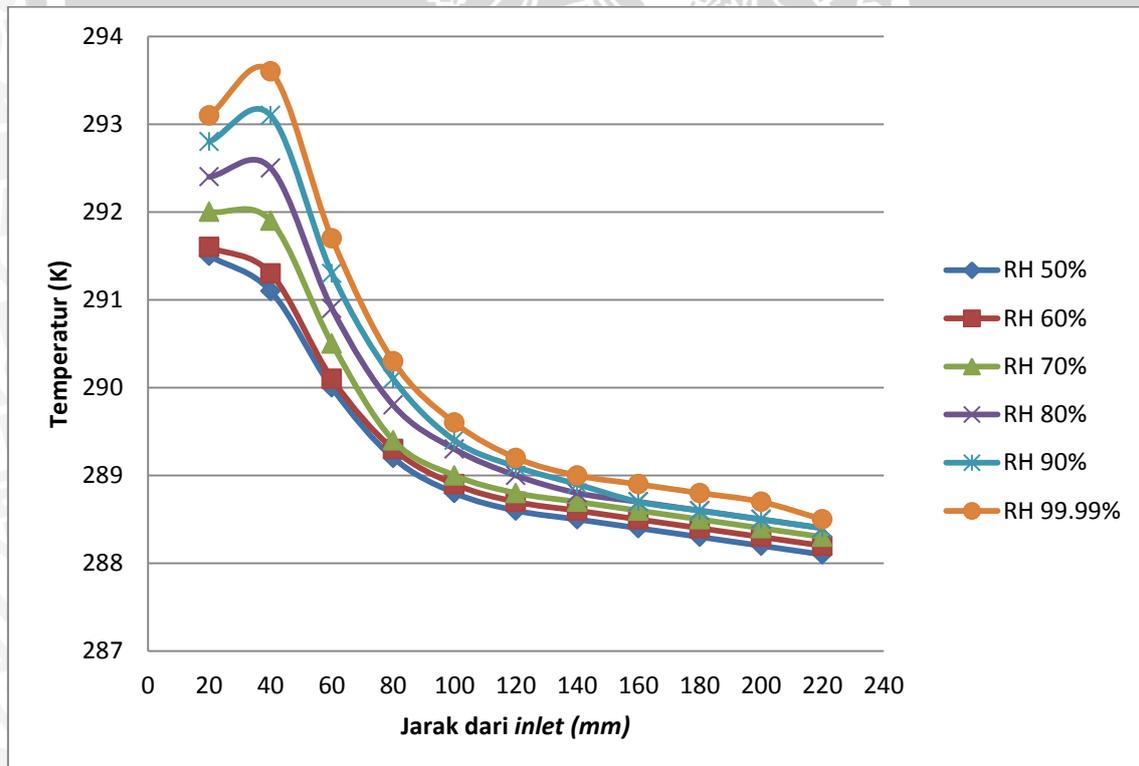
Pada grafik diatas menjelaskan hubungan nilai gradien temperatur dengan jarak *vapor* masuk dari *inlet*, dengan memvariasikan RH pada *vapor* yang terjadi pada daerah kontak *porous media*. Grafik tersebut memiliki kecenderungan yang sama. Semakin jauh jarak *vapor* masuk dari inlet maka nilai gradien temperatur pada *vapor* akan semakin menurun. Hal ini membuktikan telah terjadi perpindahan panas antara *vapor* dengan *porous media*. Pada jarak 20-40 mm, terjadi kenaikan temperatur hingga 303.1 K dikarenakan pada saat fluida *vapor* melalui inlet dengan luas penampang 8 mm, *vapor* yang melalui perubahan penampang dari inlet ke *chamber* terjadi perluasan secara tiba-tiba sehingga menyebabkan aliran belum berkembang, dan pada gambar kontur dapat dilihat terjadinya *vortex* pada jarak tersebut dan hal ini mengakibatkan temperatur juga ikut naik pada jarak 40 mm. Kemudian pada jarak 60 mm mulai terjadi penurunan temperatur *vapor* masuk dikarenakan pada jarak ini *vapor* mulai berkembang penuh dan terjadi kontak pada *porous media* sehingga mulai terjadi proses pendinginan pada *vapor* sebagai *heat source*. Pada daerah permukaan *porous media* ini apabila dilihat dari perbedaan temperaturnya, RH 50% memiliki beda temperatur sebesar 34.3 K. Sedangkan RH 99,9 % memiliki beda temperatur sebesar 33.4 K.

### c. Data Hasil Simulasi pada section 3

Tabel 4.3 Data Hasil Simulasi Section 3

No	Jarak (mm)	Gradien Temperatur (K)					
		RH	RH	RH	RH	RH	RH
		50	60	70	80	90	99
1	20	291.5	291.6	292	292.4	292.8	293.1
2	40	291.1	291.3	291.9	292.5	293.1	293.6
3	60	290	290.1	290.5	290.9	291.3	291.7
4	80	289.2	289.3	289.4	289.8	290.1	290.3
5	100	288.8	288.9	289	289.3	289.4	289.6
6	120	288.6	288.7	288.8	289	289.1	289.2
7	140	288.5	288.6	288.7	288.8	288.9	289
8	160	288.4	288.5	288.6	288.7	288.7	288.9
9	180	288.3	288.4	288.5	288.6	288.6	288.8
10	200	288.2	288.3	288.4	288.5	288.5	288.7
11	220	288.1	288.2	288.3	288.4	288.4	288.5

Section Porous Media



Gambar 4.18 Grafik Hubungan Jarak dengan Gradien Temperatur pada section 3

Pada grafik diatas menjelaskan hubungan nilai gradien temperatur dengan jarak *vapor* masuk dari *inlet*, dengan memvariasikan RH pada *vapor* yang terjadi pada *section 3*. *Section 3* adalah bagian pada *porous media*. Dari keseluruhan grafik tersebut memiliki kecenderungan yang sama. Pada jarak yang sama 40 mm temperatur cenderung meningkat dikarenakan terjadi perluasan tiba-tiba pada saat fluida *vapor* melalui inlet dengan luas penampang 8 mm, *vapor* yang melalui perubahan penampang dari inlet ke *chamber* terjadi perluasan secara tiba-tiba sehingga menyebabkan aliran belum berkembang penuh dan pada gambar kontur sebelumnya dapat dilihat terjadinya *vortex* pada jarak tersebut dan hal ini mengakibatkan temperatur juga ikut naik pada jarak 40 mm. Kemudian pada jarak 60 mm mulai terjadi penurunan temperatur *vapor* masuk dikarenakan pada jarak ini *vapor* mulai berkembang penuh dan terjadi kontak pada *porous media* sehingga mulai terjadi proses perpindahan panas pada *vapor*. Kemudian pada jarak 200 mm – 220 mm terjadi penurunan temperatur kecil, hal ini dikarenakan pada daerah dengan jarak tersebut terdapat penyempitan penampang secara tiba-tiba, sehingga mengakibatkan fluida *vapor* yang melewati bagian *porous media* dan mengalami proses pendinginan dipaksa untuk naik ke atas untuk keluar melalui *outlet*. Semakin jauh jarak *vapor* masuk dari inlet maka nilai gradien temperatur pada *vapor* akan semakin menurun. Hal ini membuktikan telah terjadi perpindahan panas antara *vapor* dengan *porous media*.

#### 4.3.3 Distribusi Perpindahan panas pada *porous media*

Pada *test section porous media* juga terjadi distribusi perpindahan panas yaitu antara permukaan *porous media* dengan plat bawah yang terbuat dari tembaga.

Perpindahan panas yang terjadi antara permukaan *porous media* dengan plat bawah adalah perpindahan panas konduksi. Berikut ini rumus perpindahan panas konduksi.

$$Q = -k_e A dt/dx \quad (\text{Incropera ;1996:45})$$

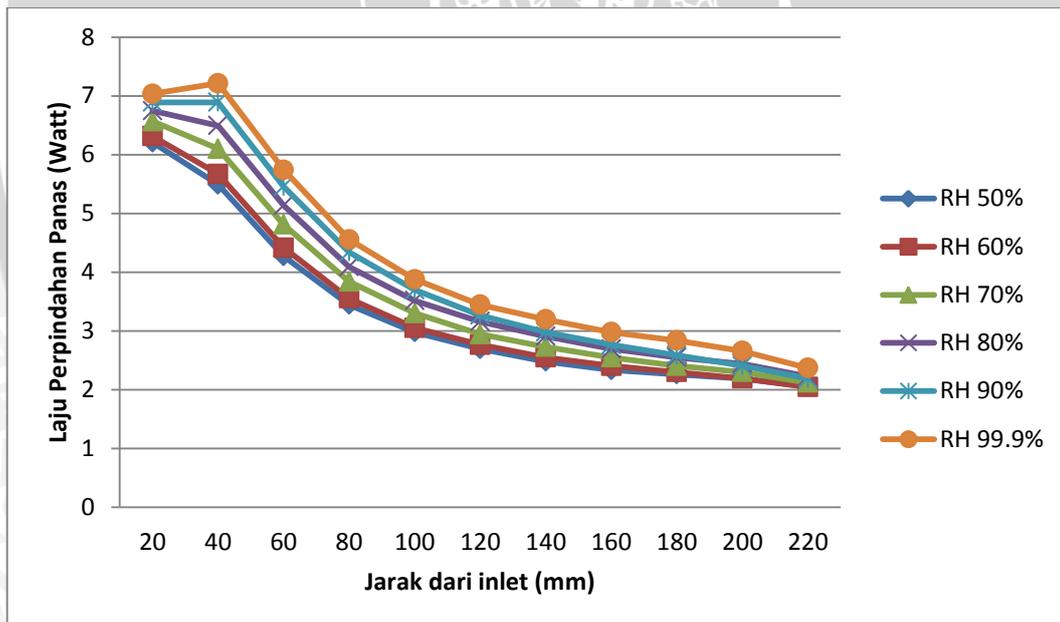
Kemudian, konduktivitas termal efektif *porous media* dengan kondisi terisi *vapor* dapat dihitung dari:

$$K_{eff} = \left[ (1 - \varepsilon^{2/3}) + \frac{\varepsilon^{2/3}}{(1 - \varepsilon^{1/3}) + \varepsilon^{1/3}(k_p/k_a)} \right] k_p \quad (\text{Siswanto, E,2013})$$

### a. Data Hasil Simulasi Laju perpindahan panas pada porous media

Tabel 4.4 Data Hasil Simulasi laju perpindahan panas pada porous media

No	Jarak (mm)	Laju perpindahan panas pada <i>porous media</i> (Watt)					
		RH	RH	RH	RH	RH	RH
		50	60	70	80	90	99
1	20	6.207564	6.31521	6.566383	6.745792	6.88932	7.032847
2	40	5.489927	5.669336	6.099919	6.494619	6.88932	7.212257
3	60	4.269943	4.413471	4.808171	5.131108	5.454045	5.7411
4	80	3.44466	3.552306	3.839361	4.090534	4.341707	4.556998
5	100	2.978196	3.049959	3.301132	3.516424	3.695833	3.875242
6	120	2.691141	2.762904	2.942314	3.157605	3.265251	3.44466
7	140	2.475849	2.547613	2.727022	2.906432	2.978196	3.193487
8	160	2.332322	2.404086	2.547613	2.691141	2.762904	2.978196
9	180	2.260558	2.29644	2.404086	2.547613	2.583495	2.834668
10	200	2.188794	2.188794	2.29644	2.439967	2.404086	2.655259
11	220	2.045267	2.045267	2.117031	2.224676	2.188794	2.368204



Gambar 4.19 Grafik Hubungan Jarak dengan Distribusi laju perpindahan panas pada *porous media*

Grafik diatas adalah grafik hubungan distribusi laju perpindahan panas yang terjadi antara permukaan *porous media* dengan plat bawah. Dengan jarak dari *inlet* pada *porous media* dengan variasi RH memiliki kecenderungan yang sama dengan grafik pada *section 2 vapor* dengan *porous media*. Dikarenakan temperatur yang diambil untuk menghitung laju perpindahan panas diambil dari temperatur pada permukaan *porous media* dan diambil

selisih temperatur antara permukaan dengan temperatur plat bawah yang terbuat dari tembaga. Hal tersebut untuk mengetahui perpindahan panas yang terjadi antara permukaan *porous media* dengan plat bawah. Pada jarak 40 mm, terjadi kenaikan laju perpindahan panas hingga 7.212 watt dikarenakan pada saat fluida *vapor* melalui inlet dengan luas penampang 8 mm, *vapor* yang melalui perubahan penampang dari inlet ke *chamber* terjadi perluasan secara tiba-tiba sehingga menyebabkan aliran belum berkembang merata, dan hal ini mengakibatkan temperatur juga ikut naik. Sehingga laju perpindahan panas pada *porous media* juga ikut meningkat. Kemudian pada jarak 60 mm mulai terjadi penurunan laju perpindahan panas dikarenakan pada jarak ini *vapor* mulai berkembang penuh dan terjadi kontak pada *porous media* sehingga mulai terjadi proses *heat transfer*. Pada jarak 200-220 besarnya perpindahan panas yang terjadi pada *porous media* menunjukkan angka yang hampir sama walaupun dengan besarnya RH masuk *vapor* yang berbeda. Dari grafik tersebut dapat disimpulkan *vapor* dengan RH 99.9% memiliki laju perpindahan panas terbesar. Hal ini dikarenakan semakin besar RH menunjukkan semakin kecil hilangnya panas, sehingga mengakibatkan temperatur pada RH 99,9% lebih tinggi dibanding temperatur RH yang lainnya, dan mengakibatkan laju perpindahan panas pada *porous media* semakin besar.

#### 4.3.4 Regim Perpindahan Panas konveksi pada *section vapor chamber*

Pada *test section porous media* terdapat perpindahan panas konveksi yang terjadi antara *vapor chamber* dengan permukaan daerah kontak *porous media*. Untuk mengetahui regim perpindahan panas konveksi yang terjadi pada *vapor chamber* dengan permukaan kontak *porous media* dapat dihitung dengan menentukan jenis aliran dan *grashof number*. Berikut ini rumus untuk menentukan jenis aliran pada *chamber* :

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} \quad (\text{Potter, 1997: 260})$$

Kemudian rumus *grashof number* untuk menentukan regim perpindahan panas yang terjadi pada *porous media*:

$$Gr = \frac{g\beta(T_1 - T_2)d^3}{\nu^2} \quad (\text{JP, Holman ;1991:317})$$

Setelah itu *grashof number* dapat di masukkan ke dalam Setelah itu *grashof number* dapat di masukkan ke dalam angka tak berdimensi  $(Gr Pr \frac{D}{L})$ . Sesuai grafik yang dikemukakan oleh metais untuk menentukan regim perpindahan konveksi.  $(Gr Pr \frac{D}{L})$  dan dihubungkan

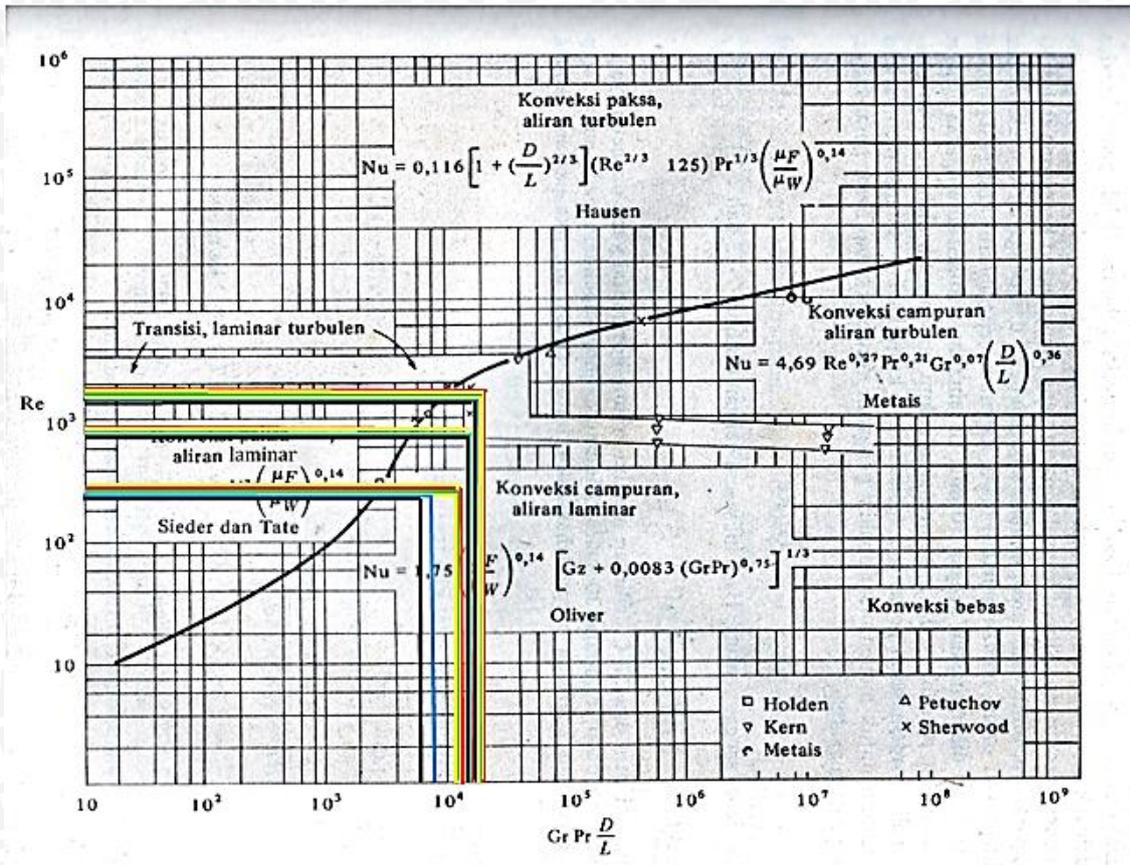
dengan *reynold number* untuk menentukan rejim perpindahan panas konveksi yang terjadi pada *vapor chamber*.

Tabel 4.5 Data Hasil nilai *local Reynold Number* pada *vapor chamber* pada tiap titik

No	Jarak (mm)	<i>Reynold Number</i>					
		RH	RH	RH	RH	RH	RH
		50	60	70	80	90	99
1	20	1095.3761	1096.53	1105.715	1115.036	1118.973	1130.635
2	40	742.2424	742.3879	746.032	750.2412	750.8665	757.5178
3	60	378.02565	377.8598	378.9405	380.4094	380.2791	382.96
4	80	384.42302	384.2699	385.2878	386.286	385.9305	388.3033
5	100	389.59612	389.3244	390.4868	391.4985	391.0445	393.0563
6	120	393.33235	393.186	394.5398	395.5357	395.537	397.1355
7	140	396.07562	396.2036	397.8292	398.9877	399.4306	400.705
8	160	398.06886	398.3365	400.2789	401.7502	402.6154	403.5929
9	180	399.43288	399.8792	402.145	403.7572	405.2361	405.8759
10	200	400.51636	401.1438	403.5561	405.7479	407.1603	407.9311
11	220	401.38738	402.3069	404.904	407.7217	408.6982	409.9707

Tabel 4.6 Data Hasil Nilai *metais number* ( $Gr Pr \frac{D}{L}$ ) pada *vapor chamber* untuk menentukan jenis konveksi

No	Jarak (mm)	<i>Gr Pr D/L</i>					
		RH	RH	RH	RH	RH	RH
		50	60	70	80	90	99
1	20	20580.86	20794.50623	20971.89	20902.18	20762.38	20517.39
2	40	16412.62	16807.54713	17849.1	18347.95	18619.29	18631.1
3	60	12125	12847.26793	14751.55	15959.76	16907.26	17530.6
4	80	7397.659	8222.752851	10539.52	12431.63	13776.85	14885.08
5	100	3023.402	4085.540043	6461.787	8524.709	10171.34	11774.04
6	120	335.7615	630.0104505	3060.502	5233.718	6634.966	8730.544
7	140	2847.048	2153.156394	74.39871	2234.787	3308.982	5750.004
8	160	4728.078	4173.043202	2153.156	186.3686	482.1998	3308.982
9	180	6086.793	5643.798389	3859.841	2000.273	1884.948	1290.78
10	200	7142.931	6818.35587	5165.972	3897.184	3547.751	448.1795
11	220	7809.671	7809.670595	6258.763	5568.99	4736.577	1966.475



Keterangan :

- RH 50%: —————
- RH 60%: —————
- RH 70%: —————
- RH 80%: —————
- RH 90%: —————
- RH 99,9%: —————

Gambar 4.20 : Grafik hubungan bilangan reynold dengan Nilai  $(Gr Pr \frac{D}{L})$  pada *vapor chamber*

Sumber : JP, Holman ; 1991: 325

Grafik diatas adalah grafik hubungan bilangan reynold dengan angkat tak berdimensi  $(Gr Pr \frac{D}{L})$ . Sesuai grafik yang dikemukakan oleh metais untuk menentukan rejim perpindahan konveksi.  $(Gr Pr \frac{D}{L})$ . untuk menentukan rejim perpindahan konveksi. Pada tabel 4.20 diatas, dapat dilihat pada variasi RH, bilangan Reynold memiliki kecenderungan yang sama. Mulai jarak 60-220 mm. Untuk memudahkan pembahasan, akan diambil data dari 3 titik yang berbeda yaitu pada jarak 20mm, 40mm, dan 100mm, Untuk menentukan rejim perpindahan konveksi yang terjadi pada *vapor chamber* ditentukan dengan menarik garis antara rentang bilangan *reynold* dengan nilai  $(Gr Pr \frac{D}{L})$ . Dapat dilihat pada

keterangan gambar, pada grafik, *vapor* RH 50% ditunjukkan dengan garis warna hitam, *vapor* RH 60% ditunjukkan dengan garis warna biru, *vapor* RH 70% ditunjukkan dengan garis warna kuning, *vapor* RH 80% ditunjukkan dengan warna hijau, *vapor* RH 90% dengan warna kuning dan *vapor* RH 99,9% dengan warna merah. Pada titik dijarak 20 mm garis *vapor* pada RH 50%, RH 60%, RH 70%, RH 80%, RH 90%, dan RH 99,9% menunjukkan garis terletak pada rejim konveksi campuran dengan aliran transisi laminar turbulen, Pada titik dijarak 40 mm, garis *vapor* pada RH 50%, RH 60%, RH 70%, RH 80%, RH 90% dan RH 99,9% terletak berada pada rejim konveksi campuran dengan aliran transisi laminar turbulen, Kemudian pada titik jarak 100 mm garis *vapor* pada RH 50%, RH 60%, RH 70%, RH 80%, RH 90% dan RH 99,9% terletak berada pada rejim konveksi campuran dengan jenis aliran laminar. Secara garis besar dari variasi RH 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, dan 99,9% rejim konveksi yang terjadi pada jarak 20 mm dan 40 mm adalah rejim konveksi campuran dengan aliran transisi laminar turbulen. Dan pada jarak 100 mm rejim konveksi yang terjadi adalah rejim konveksi campuran dengan aliran laminar.

