

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pendahuluan

Pada bab ini akan ditampilkan hasil simulasi yang telah dilakukan pada tahap penelitian sebelumnya, hasil dari penelitian tersebut kemudian di analisis, dimana hasil dari analisis dijelaskan pada bab ini.

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan didapatkan nilai-nilai parameter temperatur pada setiap titik pada *porous media chamber* yang di gunakan untuk pengolahan data pada penelitian ini.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Data Penelitian

Data – data yang berkaitan dengan penelitian ini adalah :

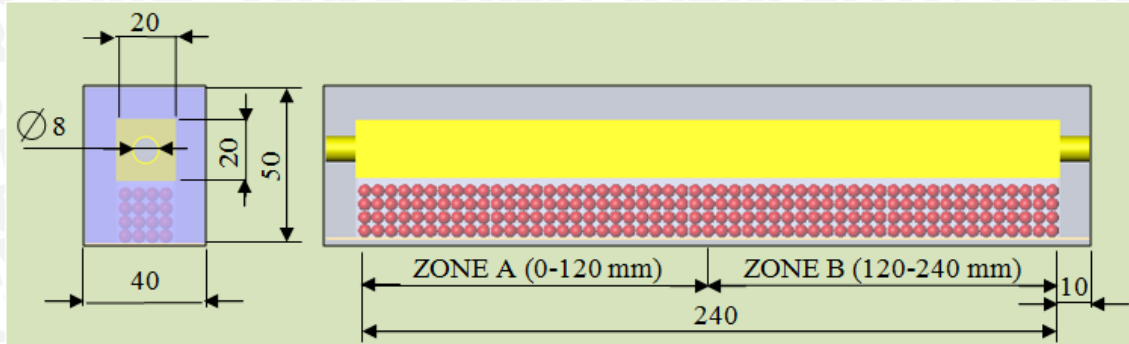
1. Aliran *vapor* dengan temperatur 323 K secara tangensial terhadap *porous media*.
2. Spesifikasi dari rancangan yang digunakan adalah sebagai berikut :
 - a. *Porous media chamber*
 - Panjang : 260 mm
 - Lebar : 40 mm
 - Tinggi : 50 mm
 - Material dinding : Kaca
 - Diameter inlet : 8 mm
 - Diameter Outlet : 8 mm
 - b. Temperatur *vapor* masuk : 323 K
 - c. Kecepatan *vapor* masuk : 2.5 m/s
 - d. Dimensi *porous media* adalah panjang 240 mm, lebar 20 mm, dan tinggi 20 mm.
 - e. *Porous media* terbuat dari tembaga, baja, dan keramik dengan porositas 38 %.

4.3 Pembahasan

Pada penelitian ini pembahasan di fokuskan pada distribusi temperatur dari penampang dengan panjang 240 mm, distribusi temperatur secara melintang yang di ambil pada tiga *part* yaitu *part 1* yang terdapat pada *vapor*, *part 2* permukaan *porous media* dan *part 3* pada *porous media*, dan distribusi perpindahan panas pada *porous media*.

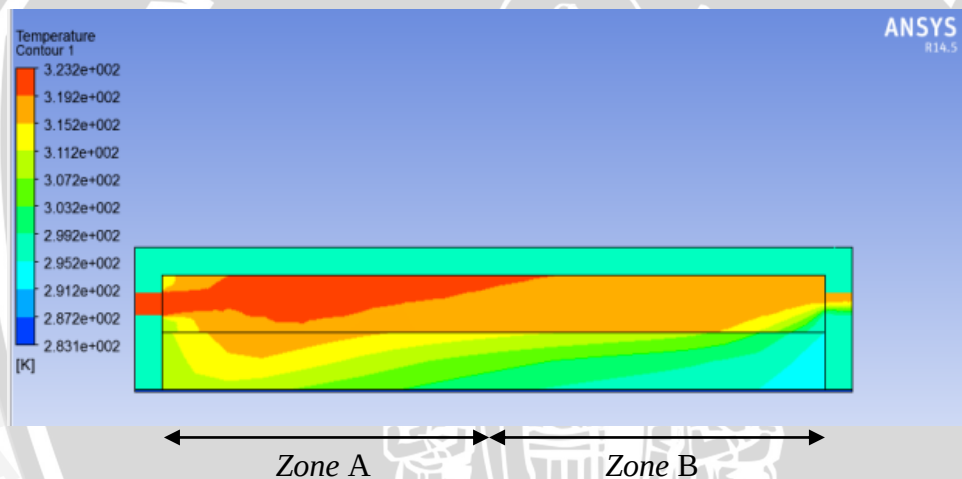
4.3.1 Pembahasan gradien temperatur *porous media chamber* dari samping.

Pembagian zone pada *porous media chamber* ini di bagi menjadi dua zone yaitu zone A dengan jarak 0-120 mm dari *inlet* sedangkan zone B pada jarak 120 mm – 240 mm dari *inlet* dapat dilihat pada gambar 4.1.

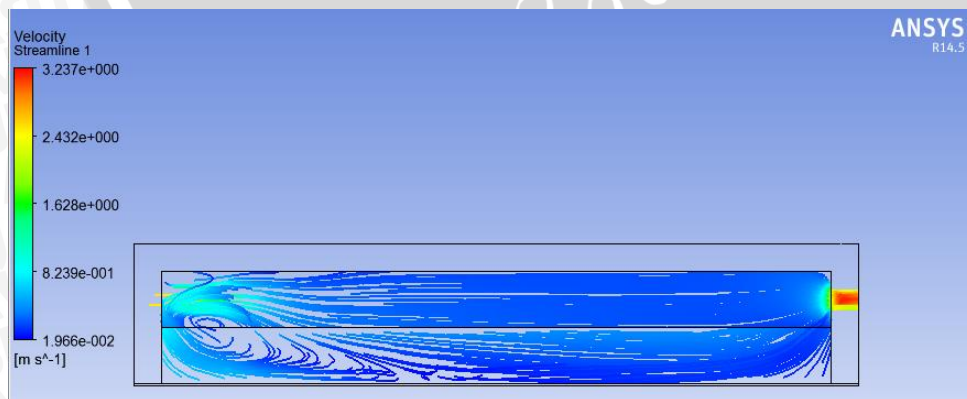


Gambar 4.1 Penampang melintang *porous media chamber*
Sumber : Solidworks Professional 2012

A. *Porous media* menggunakan material tembaga



Gambar 4.2 Gambar gradien temperatur *porous media* tembaga
Sumber : Ansys ® Workbench 14,5



Gambar 4.3 Gambar garis alur kecepatan *porous media* tembaga
Sumber : Ansys ® Workbench 14,5

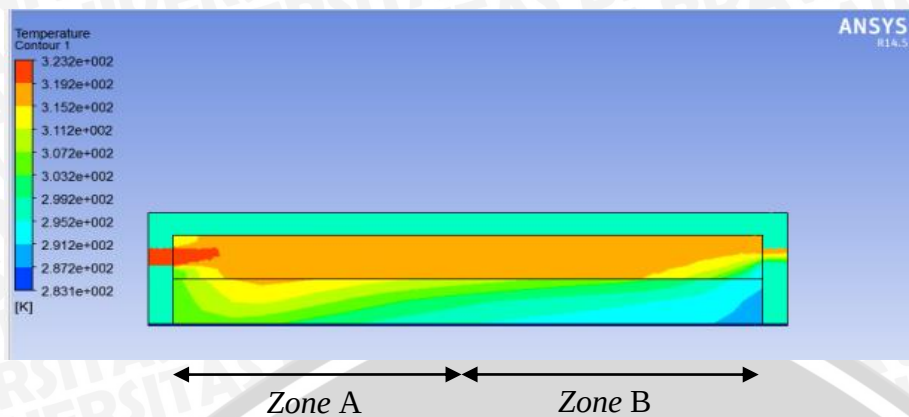
Gambar 4.2 dan gambar 4.3 menunjukkan kontur gradien temperatur dan garis alur kecepatan pada *porous media chamber* tembaga dengan kecepatan *vapor* masuk 2,5 m/s. Dari hasil kontur tersebut, dibagi menjadi 2 *zone*, yaitu *zone A* dan *zone B*. *Zone A* adalah *zone* yang memiliki panjang 120 mm setelah *inlet*. Sedangkan *zone B* adalah *zone* yang memiliki panjang 120 mm setelah *zone A* dan terdapat outlet.

Pada *zone A*, terdapat 6 kontur warna yang berbeda dengan distribusi 4 warna pada *chamber* dan 5 warna pada *porous media*. Kontur warna tersebut memiliki batas temperatur maksimal dan minimalnya sesuai dengan keterangan pada gambar 4.2. Pada *zone A*, ketika *vapor* masuk melewati *inlet* dengan penampang 8 mm, temperatur sebesar 323 K dengan kecepatan 2,5 m/s. Setelah melewati *sudden enlargement*, terdapat kontur warna yang berbeda – beda yang menunjukkan besarnya temperatur pada daerah tersebut juga berbeda – beda. Semakin menjauh dari *inlet*, temperatur *vapor* masuk tersebut semakin turun. Pada *chamber* kontur warna yang dominan muncul adalah warna merah dan jingga. Sedangkan pada *porous media*, terdapat 5 macam kontur warna yaitu jingga, kuning, dan 3 kontur warna hijau. Perbedaan kontur warna tersebut menandakan terjadinya *heat transfer* antara *vapor* dengan *porous media*. Pada *inlet* awal *vapor* masuk terdapat vortek aliran sehingga menyebabkan temperatur pada daerah yang mendekati *inlet* lebih rendah yang ditandai dengan kontur berwarna jingga.

Pada area B, terdapat 8 kontur warna yang berbeda – beda dengan distribusi 6 warna pada *chamber* dan 5 warna pada *porous media*. Pada *chamber* aliran *vapor* yang semakin dekat dengan *porous media* maka temperatur *vapor* juga semakin rendah. Pada *chamber* kontur warna yang muncul adalah merah, jingga, kuning, 2 kontur warna hijau, dan biru. Kemudian pada *porous media* kontur warna yang muncul adalah kuning, 3 kontur warna hijau, dan 2 kontur warna biru.

Pada *velocity streamline* di daerah *porous media* alirannya cenderung konstan dikarenakan keterbatasan pada alat simulasi, dan rumitnya memodelkan *porous media* sehingga peneliti menyederhanakan pemodelan dengan material berdasarkan variasi yaitu tembaga, baja (C=1%), dan keramik dengan porositas 38 %. Fenomena tersebut juga dapat dikarenakan *porous media* tertata secara teratur (*consolidated*).

B. *Porous media* menggunakan material baja



Gambar 4.4 Gambar gradien temperatur *porous media* baja
Sumber : Ansys ® Workbench 14,5



Gambar 4.5 Gambar garis alur kecepatan *porous media* baja
Sumber : Ansys ® Workbench 14,5

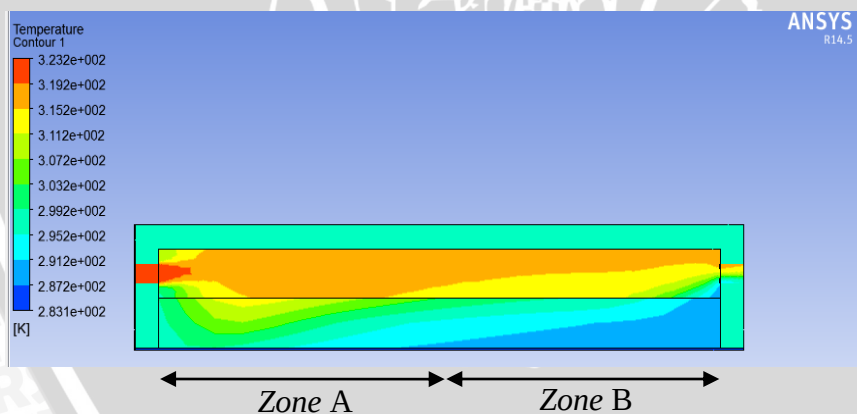
Pada gambar 4.4 dan gambar 4.5 menunjukkan kontur gradien temperatur dan garis alur kecepatan pada *porous media chamber* baja dengan kecepatan *vapor* masuk 2,5 m/s. Pada *zone A*, terdapat 7 kontur warna yang berbeda dengan distribusi 5 warna pada *chamber* dan 5 warna pada *porous media*. Seperti pada *porous media* tembaga, *porous media* baja juga memiliki kontur warna yang memiliki batas temperatur maksimal dan minimalnya sesuai dengan keterangan pada gambar 4.4. Pada *zone A*, ketika *vapor* dimasukkan melewati *inlet* dengan penampang 8 mm, temperatur sebesar 323 K dengan kecepatan 2,5 m/s. Setelah melewati *sudden enlargement*, terdapat kontur warna yang berbeda yang menunjukkan besarnya temperatur pada daerah tersebut juga berbeda. Pada *chamber* kontur warna yang dominan muncul adalah warna merah, jingga, kuning, dan 2 kontur warna hijau. Sedangkan pada *porous media*, terdapat 6 macam kontur warna yaitu jingga, kuning, 3 kontur warna hijau, dan biru. Perbedaan kontur warna tersebut menandakan terjadinya *heat transfer* antara *vapor* dengan *porous media*. Pada awal *vapor*

masuk terdapat vortek aliran sehingga menyebabkan temperatur pada daerah yang mendekati *inlet* lebih rendah.

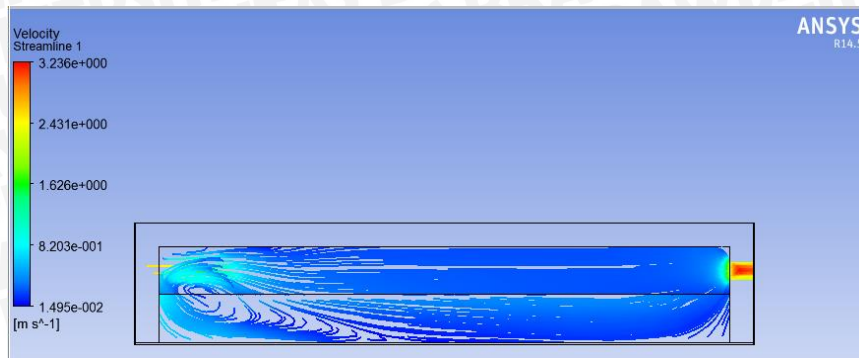
Pada *zone B*, terdapat 6 kontur warna yang berbeda dengan distribusi 5 warna pada *chamber* dan 6 warna pada *porous media*. Pada *chamber* semakin dekat *vapor* dengan *porous media* maka temperatur *vapor* juga akan semakin rendah. Pada *zone B* pada *chamber* kontur warna yang dominan muncul adalah warna jingga, kuning, 2 kontur warna hijau, dan warna biru. Kemudian pada *porous media* kontur warna yang dominan muncul pada *zone B* adalah 3 kontur warna hijau dan 3 kontur warna biru. Gradient temperatur yang terjadi pada *porous media* juga lebih rendah dari pada *zone A*. Hal ini di karenakan pada *zone B vapor* sudah mengalami pendinginan sehingga gradien temperatur yang terjadi juga semakin rendah.

Pada *velocity streamline* di daerah *porous media* alirannya cenderung konstan dikarenakan keterbatasan pada alat simulasi, dan rumitnya memodelkan *porous media* sehingga peneliti menyederhanakan pemodelan dengan material berdasarkan variasi yaitu tembaga, baja ($C=1\%$), dan keramik dengan porositas 38 %. Fenomena tersebut juga dapat dikarenakan *porous media* tertata secara teratur (*consolidated*).

C. *Porous media* menggunakan material keramik



Gambar 4.6 Gambar gradien temperatur *porous media* keramik
Sumber : Ansys ® Workbench 14,5



Gambar 4.7 Gambar garis alur kecepatan *porous media* keramik
Sumber : Ansys ® Workbench 14,5

Gambar 4.6 dan gambar 4.7 menunjukkan kontur gradien temperatur dan garis alur kecepatan pada *porous media chamber* dengan kecepatan udara masuk 2,5 m/s. Pada zone A, terdapat 9 kontur warna yang berbeda – beda dengan distribusi 6 warna pada *chamber* dan 6 warna pada *porous media*. Kontur warna tersebut memiliki batas temperatur maksimal dan minimalnya sesuai dengan keterangan yang terdapat pada gambar 4.6. Pada zone A, ketika *vapor* masuk melewati *inlet* dengan penampang 8 mm, temperatur sebesar 323 K dengan kecepatan 2,5 m/s. Setelah melewati *sudden enlargement*, terdapat kontur warna yang berbeda yang menunjukkan besarnya temperatur pada daerah tersebut juga berbeda. Pada *chamber* kontur warna yang dominan muncul adalah warna merah, jingga, kuning, dan 3 kontur warna hijau. Sedangkan pada *porous media*, terdapat 6 macam kontur warna yaitu kuning, 3 kontur warna hijau, dan 2 kontur warna biru. Perbedaan kontur warna tersebut menandakan terjadinya *heat transfer* antara *vapor* dengan *porous media*. Pada awal *vapor* masuk terdapat gradien temperatur yang tinggi hal ini dapat di lihat pada kontur yang di tunjukan dengan warna kuning dan hijau terjadi vortek pada aliran sehingga temperatur lebih rendah.

Pada zone B, terdapat 7 kontur warna yang berbeda dengan distribusi 7 warna pada *chamber* dan 4 warna pada *porous media*. Pada *chamber*, *vapor* yang semakin dekat dengan *porous media* maka temperatur *vapor* juga semakin rendah. Gradien temperatur yang terjadi pada *porous media* lebih rendah dari pada zone A. Hal ini terjadi di karenakan pada zone B *vapor* sudah mengalami pendinginan sehingga gradien temperatur yang terjadi juga semakin rendah.

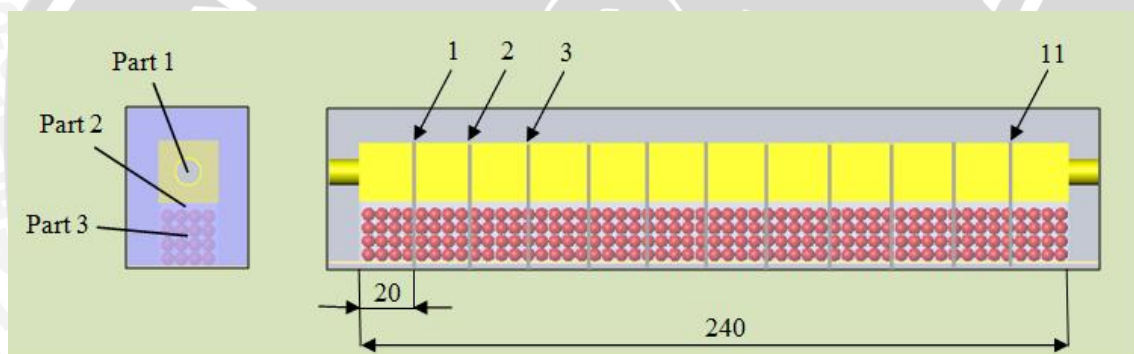
Secara garis besar perbedaan yang dapat dilihat dari ketiga kontur temperatur jika dilihat dari *porous media* semakin besar konduktivitas termal pada bahan *porous media*, maka panas akan lebih menyebar dan mendistribusi pada *porous media*. Hal ini sesuai

dasar teori yang menyatakan bahwa semakin besar nilai konduktivitas termal maka semakin besar pula gradien temperatur, dan hal ini dibuktikan dengan kontur warna dengan temperatur yang lebih tinggi yang masuk kedalam *porous media*.

Pada *velocity streamline* di daerah *porous media* alirannya cenderung konstan dikarenakan keterbatasan pada alat simulasi, dan rumitnya memodelkan *porous media* sehingga peneliti menyederhanakan pemodelan dengan material berdasarkan variasi yaitu tembaga, baja ($C=1\%$), dan keramik dengan porositas 38 %. Fenomena tersebut juga dapat dikarenakan *porous media* tertata secara teratur (*consolidated*).

4.3.2 Pembahasan gradien temperatur *porous media chamber* secara melintang.

Dalam pembahasan ini, gradien temperatur dibagi menjadi 3 *part*, yaitu *part 1* pada *chamber*, *part 2* pada permukaan *porous media*, *part 3* pada *porous media* yang bertujuan untuk mengetahui gradien temperatur pada tiap daerah. Pembagian jarak tiap 20 mm dari *inlet* searah sumbu x. Di bawah ini ditunjukkan pembagian *part-part* dan jaraknya.



Gambar 4.8 Penampang melintang *porous media chamber*

Sumber : Solidworks Professional 2012

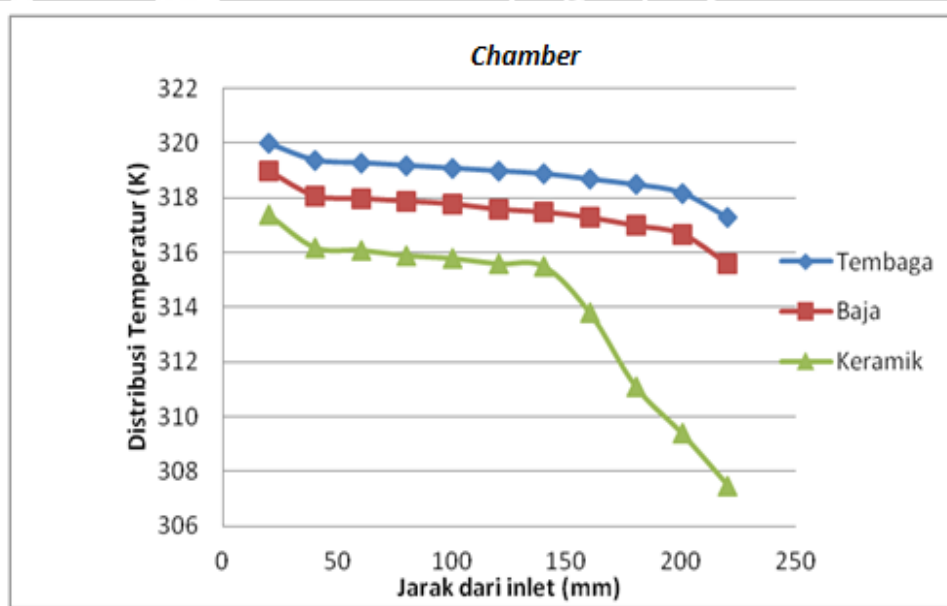
A. Distribusi temperatur pada tiap titik.

Dalam pembahasan ini, distribusi temperatur dibagi menjadi 3 *part* yang bertujuan untuk mengetahui distribusi temperatur pada tiap titik, yaitu distribusi temperatur pada *vapor*, permukaan *porous media*, dan *porous media*. Di bawah ini ditunjukkan pembagian *part-part* yang dimaksud.

a. Data Hasil Simulasi Part 1

Tabel 4.1 Data Hasil Simulasi Part 1

No	Jarak (mm)	Distribusi Temperatur (K)		
		Tembaga	Baja	Keramik
1	20	320	319	317,4
2	40	319	318,1	316,2
3	60	319	318	316,1
4	80	319	317,9	315,9
5	100	319	317,8	315,8
6	120	319	317,6	315,6
7	140	319	317,5	315,5
8	160	319	317,3	313,8
9	180	319	317	311,1
10	200	318	316,7	309,4
11	220	317	315,6	307,5



Gambar 4.9 Grafik Hubungan Jarak dengan Distribusi Temperatur pada Part 1

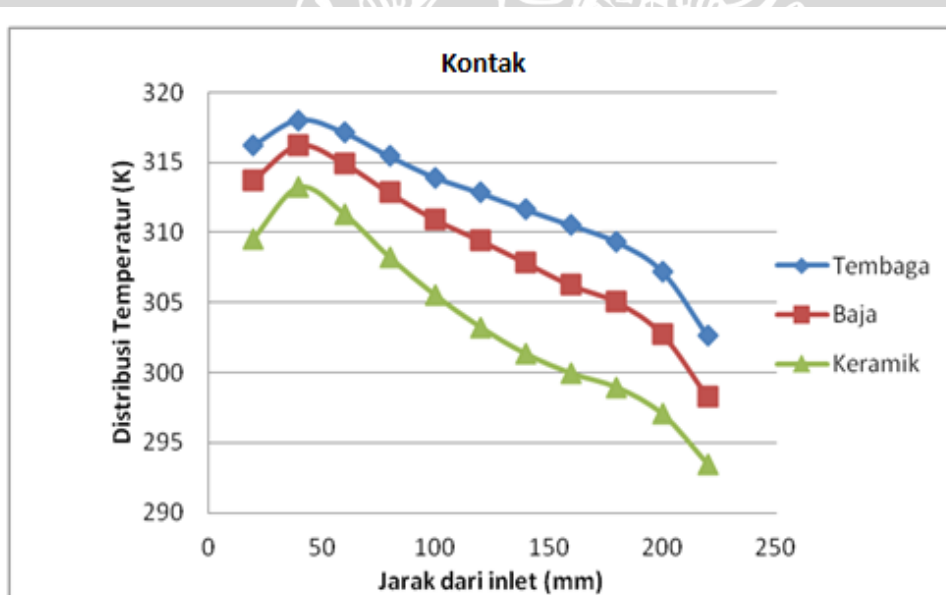
Gambar 4.9 menjelaskan hubungan antara distribusi temperatur pada *chamber* dan jarak *vapor* masuk dari *inlet* dengan variasi bebasnya adalah konduktivitas termal. Dapat dilihat pada grafik ketiga material yaitu tembaga, baja, dan keramik memiliki kecenderungan yang sama. Semakin jauh *vapor* dari *inlet* maka temperatur *vapor* akan semakin menurun. Hal ini diakibatkan karena *vapor* mengalami perpindahan panas dengan *porous media*. Pada jarak 220 mm maka *vapor* memiliki temperatur yang paling rendah dikarenakan sebelumnya sudah mengalami penurunan temperatur yakni disebabkan oleh

porous media. Distribusi temperatur yang paling tinggi adalah material tembaga, kemudian diikuti dengan baja, yang paling rendah adalah material keramik.

b. Data Hasil Simulasi *Part 2*

Tabel 4.2 Data Hasil Simulasi *Part 2*

No	Jarak (mm)	Distribusi Temperatur (K)		
		Tembaga	Baja	Keramik
1	20	316	313,7	309,5
2	40	318	316,2	313,2
3	60	317	314,9	311,3
4	80	315	312,8	308,2
5	100	314	310,9	305,5
6	120	313	309,4	303,2
7	140	312	307,8	301,3
8	160	311	306,2	299,9
9	180	309	305	298,9
10	200	307	303	297
11	220	303	298	293,4



Gambar 4.10 Grafik Hubungan Jarak dengan Distribusi Temperatur pada *Part 2*

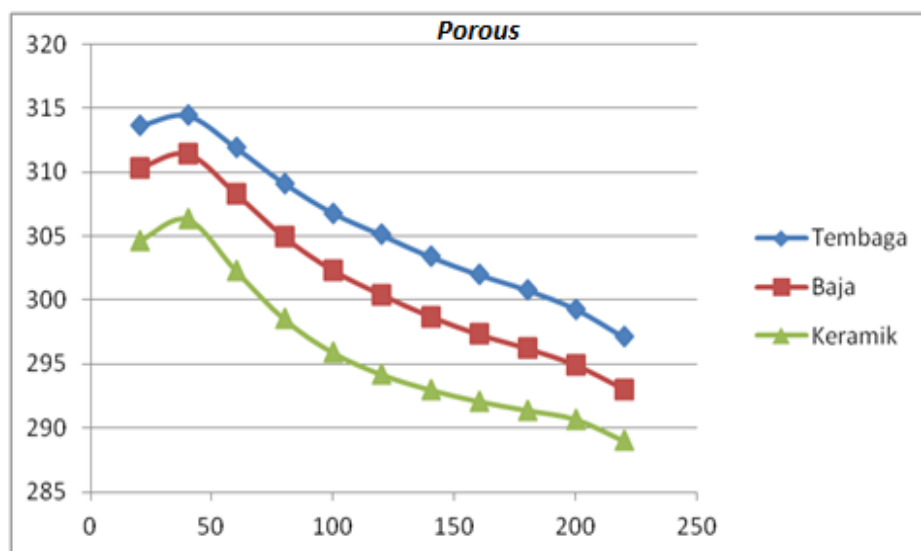
Gambar 4.10 menjelaskan hubungan antara jarak *vapor* masuk dari *inlet* dan distribusi temperatur pada permukaan *porous media* (daerah kontak *porous media* dengan chamber) dengan variasi konduktivitas termal dari *porous media* itu sendiri. Dapat dilihat pada grafik ketiga material yaitu tembaga, baja, dan keramik memiliki kecenderungan yang sama.

Semakin jauh *vapor* masuk dari *inlet* maka temperatur *vapor* akan semakin menurun. Hal ini diakibatkan karena *vapor* mengalami perpindahan panas dengan *porous media*. Penurunan temperatur dapat dilihat antara 40 mm – 220 mm. Semakin menurunnya temperatur *vapor* masuk tersebut dikarenakan *porous media* mampu memindahkan panas yang dibawa oleh *vapor* (*heat source*). Namun pada jarak 20 mm – 40 mm terjadi kenaikan temperatur yang diakibatkan *sudden enlargement*.

c. Data Hasil Simulasi *Part 3*

Tabel 4.3 Data Hasil Simulasi *Part 3*

No	Jarak (mm)	Distribusi Temperatur (K)		
		Tembaga	Baja	Keramik
1	20	314	310	304,6
2	40	314	311	306,3
3	60	312	308	302,3
4	80	309	305	298,5
5	100	307	302	295,9
6	120	305	300	294,2
7	140	303	299	293
8	160	302	297	292,1
9	180	301	296	291,4
10	200	299	295	290,7
11	220	297	293	289



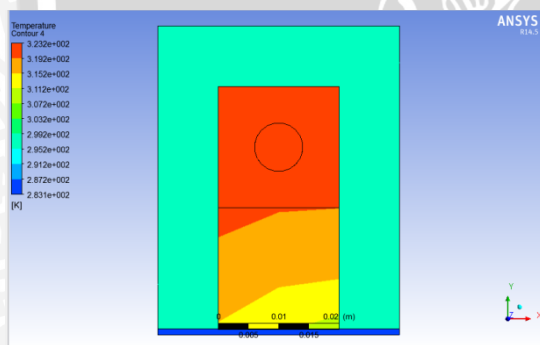
Gambar 4.11 Grafik Hubungan Jarak dengan Distribusi Temperatur pada *Part 3*

Gambar 4.11 menunjukkan hubungan antara temperatur *vapor* masuk terhadap distribusi temperatur pada *porous media*. Dari keseluruhan grafik, dapat dilihat pada material tembaga memiliki distribusi yang paling besar. Kemudian diikuti dengan material baja dan keramik. Hal ini sesuai dengan dasar teori yang menyatakan bahwa semakin besar nilai konduktivitas termal maka semakin besar pula distribusinya.

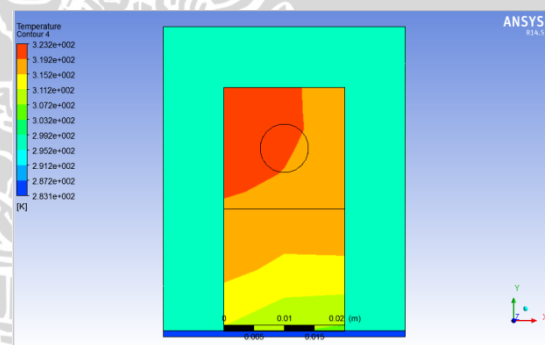
Pada grafik semakin jauh dari *inlet* maka temperatur akan menurun. Hal ini pada jarak sebelumnya *vapor* sudah mengalami penurunan temperatur diakibatkan perpindahan panas pada *porous media*. Semakin menurunnya temperatur *vapor* masuk tersebut dikarenakan *porous media* mampu memindahkan panas yang dibawa oleh *vapor* (heat source). Namun pada jarak 20 mm – 40 mm terjadi kenaikan temperatur yang diakibatkan *sudden enlargement*. Dari data tersebut dapat disimpulkan *porous media* mampu memindahkan panas dari *vapor* (heat source).

B. Visualisasi Distribusi Temperatur Pada Jarak 40 mm

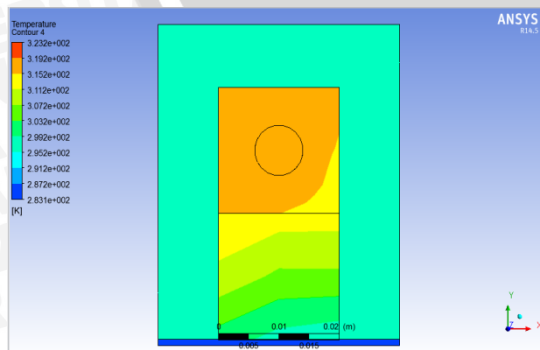
Pada pembahasan ini diambil contoh penampang dengan jarak 40 mm dari *inlet* hal ini dikarenakan pada penampang samping pada daerah disekitar 40 mm distribusi temperatur pada kontak dan *porous media* memiliki temperatur yang paling tinggi.



A. *Porous media* tembaga



B. *Porous media* baja



C. *Porous media* keramik

Gambar 4.12 Kontur pada jarak 40 mm dari *inlet* dengan berbagai variasi material.
Sumber : Ansys ® Workbench 14,5

Dari gambar 4.12 dengan adanya perbedaan material pada *porous media*, terlihat perbedaan kontur warna yang terjadi. Agar lebih mudah melihat adanya perbedaan, gambar 4.12 dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian *chamber* dan *porous media*.

Pada bagian *chamber* dengan distribusi temperatur pada jarak yang sama, yaitu 40 mm dari *inlet* terdapat perbedaan kontur warna yaitu merah, jingga, dan kuning. Pada *porous media* tembaga kontur warna yang ditunjukkan adalah merah. Pada *porous media* baja terdapat warna merah dan warna jingga. Sedangkan pada *porous media* keramik terdapat warna jingga dan kuning.

Sedangkan pada *porous media* terlihat bahwa semakin tinggi nilai konduktivitas termal bahan *porous media* maka temperatur yang muncul pada *porous media* memiliki temperatur yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan pada material yang memiliki konduktivitas termal tinggi mempunyai daya serap kalor yang tinggi pula sehingga temperatur *vapor* mudah mengalir pada *porous media*. Perbedaan ini dapat dilihat pada ketiga variasi *porous media*, yaitu tembaga, baja, dan keramik pada gambar 4.12.

4.3.3 Distribusi laju perpindahan panas pada *porous media*

Dalam pembahasan ini, distribusi perpindahan panas yang ingin diketahui, yaitu distribusi perpindahan panas antara permukaan *porous media* dengan plat bawah. Di bawah ini ditunjukkan distribusi perpindahan panas tersebut.

Perhitungan perpindahan panas pada *porous media* dapat dihitung dengan rumus perpindahan panas konduksi yaitu

$$Q = -k_{eff} A \frac{dt}{dx} \quad (\text{Incropera ;1996:45})$$

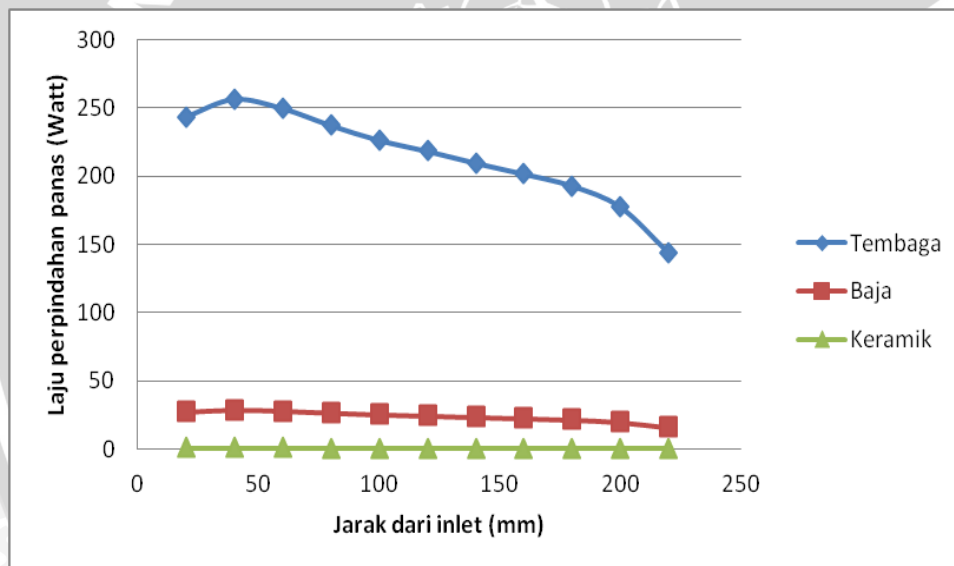
Sedangkan konduktivitas termal efektif *porous media* dalam kondisi *vapor* dapat dihitung dari:

$$K_{eff} = [(1 - \epsilon^{2/3}) + \{\epsilon^{2/3} / [(1 - \epsilon^{1/3}) + \epsilon^{1/3} (kp/ka)]\}] kp \quad (\text{Eko S,2013})$$

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)	Distribusi perpindahan panas pada <i>porous media</i> (Watt)		
		Tembaga	Baja	Keramik
1	20	243,3403905	27,18287775	0,825072357
2	40	256,5335442	28,65664823	0,869805196
3	60	249,9369674	27,91976299	0,847438776
4	80	237,4767667	26,52786864	0,805191095
5	100	226,4824719	25,29972658	0,76791373
6	120	218,4199891	24,39908906	0,740576995
7	140	209,6245533	23,41657541	0,710755103
8	160	201,5620705	22,51593789	0,683418368
9	180	192,7666347	21,53342424	0,653596476
10	200	177,374622	19,81402535	0,601408164
11	220	143,6587848	16,04772301	0,48709091



Gambar 4.13 Grafik Hubungan jarak terhadap laju perpindahan panas pada *porous media*

Dari gambar 4.13 menunjukkan grafik hubungan jarak terhadap laju perpindahan panas pada *porous media* dengan variasi material. Besarnya laju perpindahan panas yang ingin diketahui adalah antara permukaan *porous media* dengan plat. Pada grafik tersebut didapatkan bahwa laju perpindahan panas pada *porous media* memiliki kecenderungan yang sama dengan grafik distribusi temperatur pada part 2 (kontak). Hal ini dikarenakan perhitungan laju perpindahan panas pada *porous media* didapatkan dari selisih temperatur antara permukaan *porous media* dengan plat tembaga sebagai *heat sink*.

Dari grafik laju perpindahan panas mempunyai kecenderungan yang sama yaitu semakin jauh jarak dari *inlet* maka laju perpindahan panas akan semakin menurun. Hal ini dikarenakan *vapor* sudah mengalami pendinginan ketika melewati *porous media* sehingga semakin jauh jarak dari *inlet* maka temperatur akan semakin menurun. Namun pada jarak 20 mm – 40 mm terjadi kenaikan temperatur. Hal ini dikarenakan *sudden enlargement* yang menyebabkan temperatur meningkat. Selain itu pada grafik dapat dilihat temperatur yang paling besar adalah material tembaga. Hal ini dikarenakan nilai konduktivitas termal tembaga lebih tinggi dibandingkan dengan baja dan keramik. Laju perpindahan panas tertinggi pada jarak 40 mm untuk material tembaga sebesar 256,5 Watt. Kemudian diikuti dengan material baja yang mempunyai laju perpindahan panas sebesar 28,7 Watt, dan laju perpindahan panas pada material keramik sebesar 0,87 Watt.

4.3.4 Regim perpindahan panas konveksi pada *vapor chamber*

Dalam pembahasan ini , distribusi perpindahan panas yang ingin diketahui adalah distribusi perpindahan panas antara permukaan *chamber* dengan *porous media*. Berikut akan ditampilkan distribusi perpindahan panas yang dimaksud.

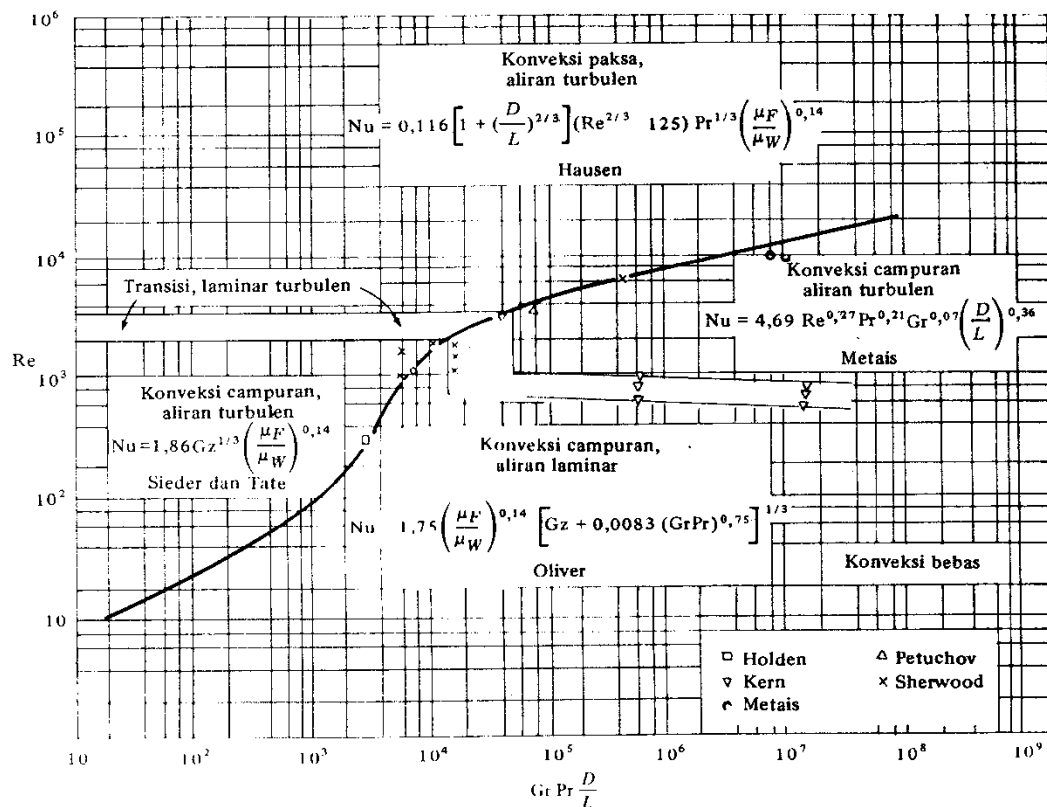
Perhitungan distribusi perpindahan panas konveksi pada *chamber* dapat dihitung dengan *Grashof Number* dengan rumus :

$$Gr = \frac{g\beta(T_1 - T_2)\delta^3}{\nu^2} \quad (JP.HOLMAN ; 1991 : 317)$$

Perhitungan karakteristik aliran pada *chamber* dapat dihitung dengan rumus :

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

Kemudian jenis perpindahan panas dan aliran pada *chamber* dapat diklarifikasikan pada salah satu parameter yaitu $(Gr Pr \frac{D}{L})$ dan *Reynold Number* yang dapat dilihat pada gambar 4.14



Gambar 4.14 Grafik hubungan bilangan *Reynold* dengan $(Gr Pr \frac{D}{L})$

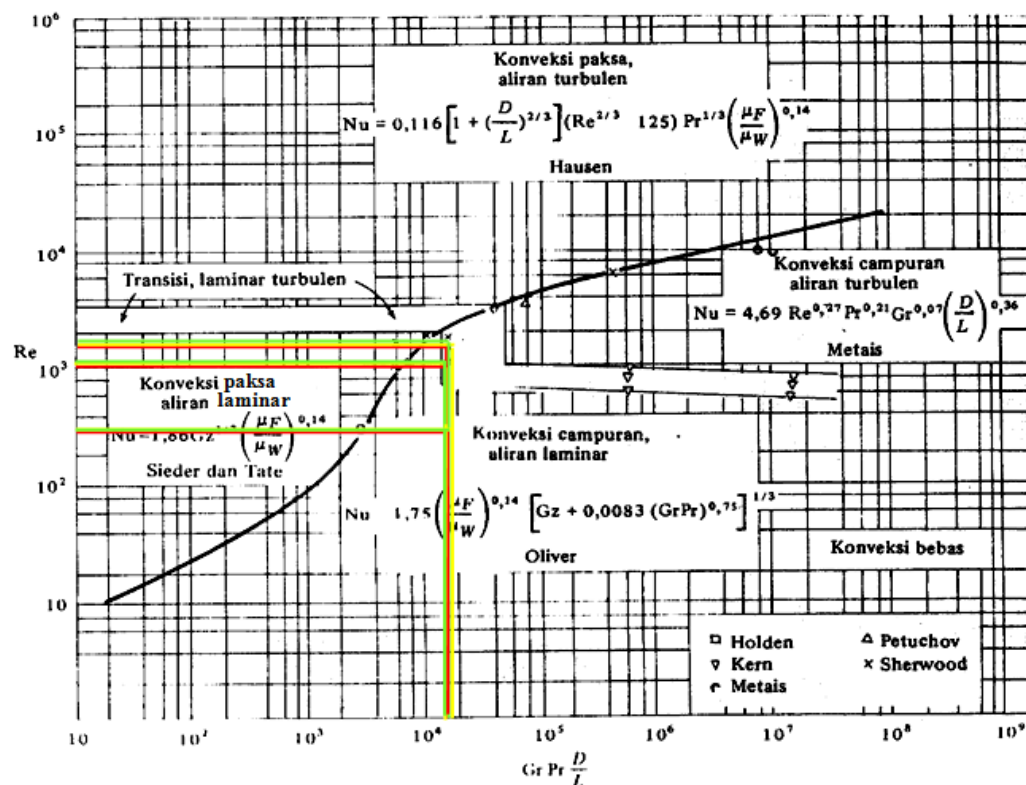
Sumber : *JP.Holman* ; 1991 : 325

Tabel 4.5 Data hasil *Local Reynold Number* pada *chamber porous media*

No	Jarak (mm)	Reynold Number		
		Tembaga	Baja	Keramik
1	20	2180,065604	2200,22264	2222,740053
2	40	873,9712054	881,004206	890,0285997
3	60	437,2276297	441,6067677	445,7790725
4	80	437,26255	443,0725079	447,1995956
5	100	437,4372354	444,9093812	448,335204
6	120	437,6120604	446,7615483	449,4765945
7	140	437,7870251	449,5504322	450,3271952
8	160	437,9971676	453,4237098	453,386149
9	180	438,3478538	458,2834269	457,8617073
10	200	438,7342578	464,7826762	461,2184876
11	220	440,0389945	476,3105071	465,6130182

Tabel 4.6 Data hasil *local* ($Gr Pr \frac{D}{L}$) pada *chamber porous media*

No	Jarak (mm)	Gr Pr D/L		
		Tembaga	Baja	Keramik
1	20	19668,3366	20451,59243	19730,88408
2	40	19371,79206	18718,81081	17232,48214
3	60	19305,56632	18639,56695	17764,9917
4	80	19338,07417	18825,88179	18605,16408
5	100	19271,71859	18634,77926	19426,01976
6	120	19205,21597	18196,4833	20011,40296
7	140	19138,566	17133,42035	20569,63345
8	160	19104,35647	15248,91366	19229,69754
9	180	18970,3508	12311,91728	16560,10912
10	200	18868,41924	8715,321713	15262,43772
11	220	18458,3329	2343,630846	14288,95008



Keterangan :

- : Tembaga
- : Baja
- : Keramik

Gambar 4.15 Grafik hubungan bilangan *local* Reynold dengan *local* ($Gr Pr \frac{D}{L}$) pada *chamber porous media*.

Sumber : JP.Holman ;1991 : 325

Pada pembahasan ini difokuskan pada jarak 20mm, 40 mm, 60 mm dikarenakan pada jarak tersebut mempunyai bilangan *Reynold* yang berbeda. Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa garis warna merah mewakili material tembaga, garis warna kuning mewakili material baja, dan garis hijau mewakili material keramik. Pada material tembaga dapat dilihat pada ketiga titik pada grafik terletak pada region konveksi campuran. Jenis aliran pada material tembaga pada jarak 20 mm, 40 mm merupakan aliran transisi dan 60 mm merupakan aliran laminar. Pada material baja dapat dilihat pada ketiga titik terletak pada region konveksi campuran. Jenis aliran pada material baja pada jarak 20 mm, 40 mm merupakan aliran transisi dan 60 mm merupakan aliran laminar. Kemudian pada material keramik dapat dilihat pada ketiga titik terletak pada region konveksi campuran. Jenis aliran pada material keramik pada jarak 20 mm, 40 mm merupakan aliran transisi dan 60 mm merupakan aliran laminar. Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa pada material tembaga, baja, dan keramik pada *porous media*, proses perpindahan panas yang terjadi yaitu secara konveksi campuran.

