

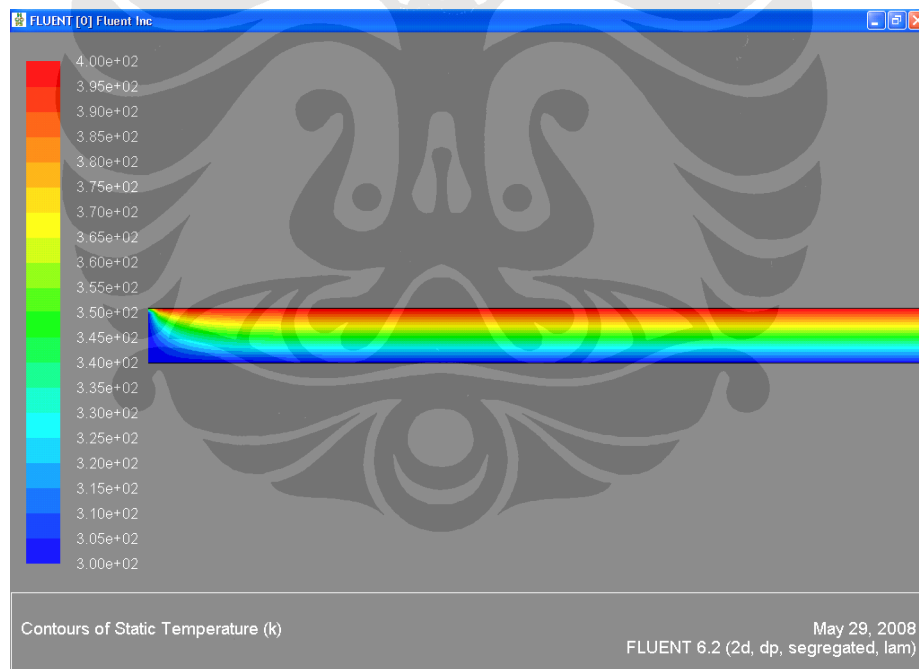
BAB IV

ANALISA HASIL SIMULASI

Untuk memastikan bahwa model simulasi yang dipilih sudah sesuai dengan kondisi yang seharusnya, terlebih dahulu dilakukan simulasi kondisi udara tanpa partikel. Terdapat 2 parameter utama yang harus dilakukan pemeriksaan terlebih dahulu sebelum melakukan simulasi yaitu, temperatur dan kecepatan udara. Hasil simulasi yang akan dibahas yaitu jarak antar plat 1 mm, gradien temperatur, kecepatan partikel dan diameter partikel variasi.

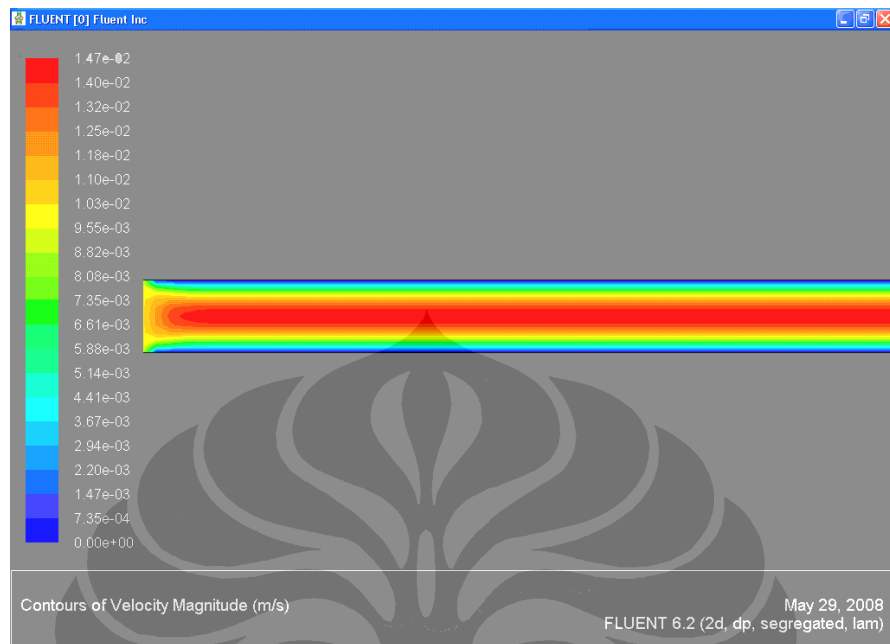
4.1 Analisa Kondisi Pra-simulasi

Pada tahapan pra-simulasi, temperatur plat panas dan plat dingin disetting dengan kondisi beda temperatur 100K dan dengan kecepatan 0.05m/s. Hasil prasimulasi dapat dilihat pada Gambar 4.1 sampai dengan 4.2.



Gambar 4.1 Distribusi temperatur pada inlet (diperbesar)

Dari hasil simulasi distribusi temperatur dapat dilihat bahwa terjadi gradient temperatur dari plat panas dan plat dingin. Pada gambar 4.2 ditunjukkan distribusi kecepatan



Gambar 4.2 Distribusi kecepatan pada inlet (diperbesar)

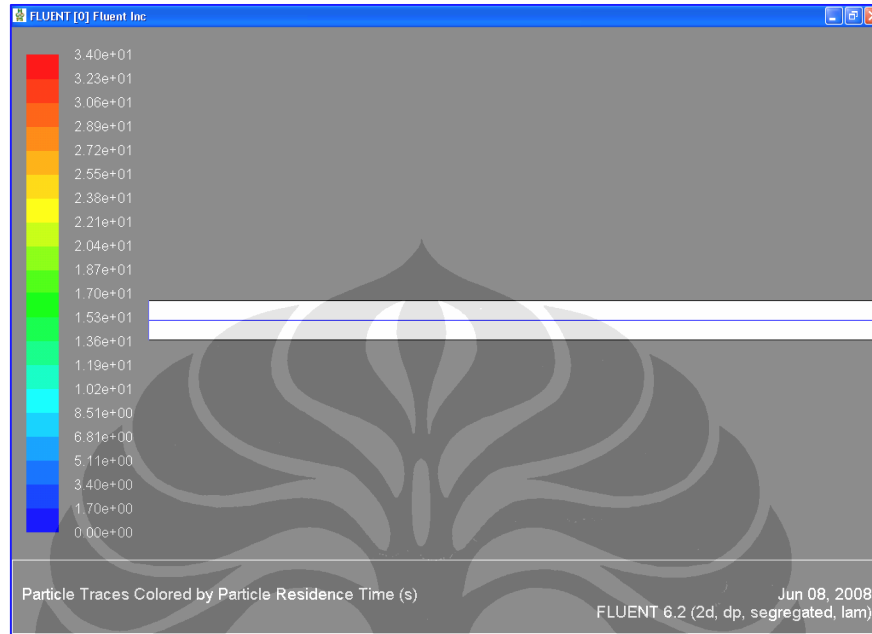
Grafik distribusi kecepatan menunjukkan kecepatan yang lebih besar di bagian tengah dibandingkan dengan bagian pinggir dekat plat panas dan plat dingin. Hal tersebut dikarenakan adanya gesekan antara udara yang memiliki viskositas dengan kekasaran permukaan plat.

Setelah hasil pra-simulasi sesuai dengan kondisi ideal, maka selanjutnya dilakukan simulasi pergerakan partikel dalam ruang yang memiliki gradien temperatur.

4.2 Simulasi Partikel

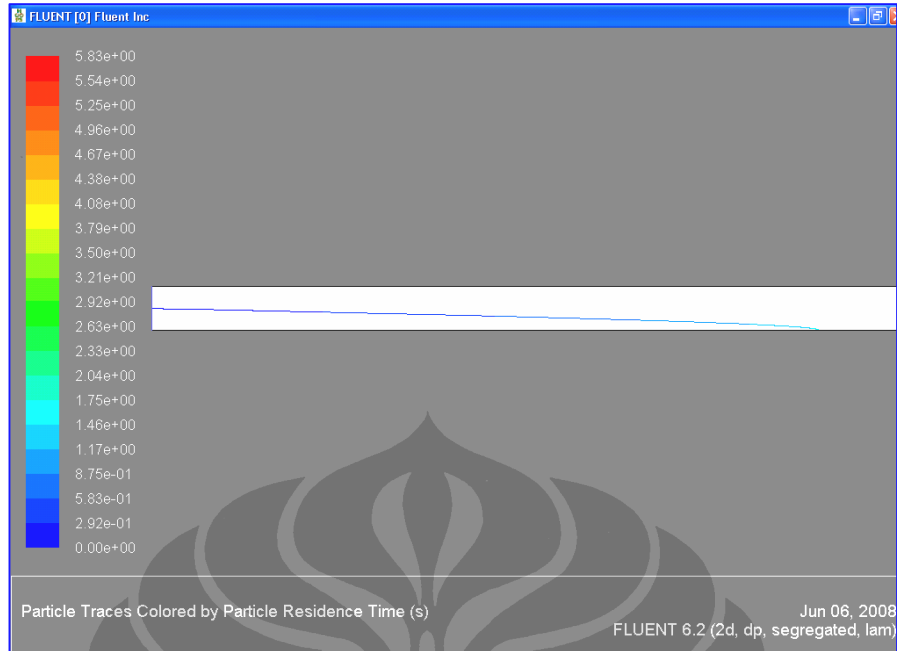
Untuk analisa pengaruh gaya thermophoresis terhadap pergerakan partikel, data hasil simulasi adalah berbentuk grafik jarak dan perbedaan temperatur. Pada simulasi ini akan digunakan tiga variasi kecepatan udara yaitu 0.01 m/s, 0.05 m/s dan 0.1 m/s, diameter partikel 0.1 μm , 0.5 μm dan 1 μm dengan jarak antara plat panas dan dingin adalah 1 mm dan panjang plat 500 mm. Pada simulasi ini akan dilakukan dua kali simulasi yaitu plat panas di atas plat dingin di bawah dan plat panas di bawah plat dingin di atas dengan mengaktifkan gaya thermophoresis. Namun sebelumnya disimulasikan juga pergerakan partikel tanpa adanya

perbedaan temperature ($\Delta T = 0$ K). Kondisi ini yaitu $\Delta T = 0$ K, temperatur plat 300K dan temperatur partikel 300K (T plat sama dengan T partikel) pergerakan partikel dapat dilihat pada gambar 4.3.



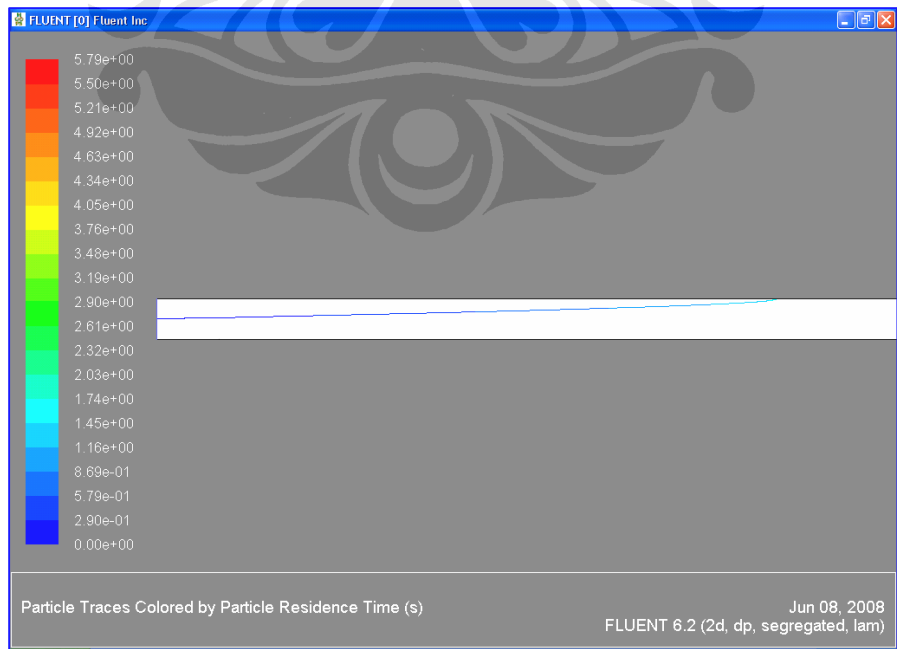
Gambar 4.3 pergerakan partikel pada $\Delta T = 0$ K
(T Plat dan T Partikel sama yaitu 300K)

Sedangkan untuk pergerakan partikel pada beda temperatur 10 K dapat dilihat pada gambar 4.4 yang menunjukkan partikel bergerak ke bawah menuju ke arah plat dingin untuk plat dingin dibawah.



Gambar 4.4 pergerakan partikel pada $\Delta T = 10$ K (plat panas diatas)

pada gambar 4.5 menunjukkan partikel bergerak ke atas menuju plat dingin untuk plat dingin diatas. Garis di bagian atas menunjukkan plat dingin dan garis di bagian bawah menunjukkan plat panas. Sedangkan garis berwarna biru menunjukkan pergerakan partikel yang bergerak dari bagian tengah inlet menuju plat dingin.



Gambar 4.5 pergerakan partikel pada $\Delta T = 10$ K (plat panas dibawah)

4.3 Data hasil simulasi

Jarak pergerakan partikel diukur dari inlet hingga partikel jatuh pada plat dingin. Tabel 4.1 memuat data perbandingan jarak tempuh partikel antara plat panas ditempatkan di atas dan plat panas ditempatkan di bawah pada jarak plat 1 mm dengan panjang plat 500 mm., beda temperatur 10K, 25K, 35K, 50K, 70K, 85K dan 100K, kecepatan udara 0.01 m/s, 0.05 m/s, 0.1 m/s, dan diameter partikel 0.1 μ m, 0.5 μ m dan 1 μ m.



Tabel 4.1 Data Simulasi Plat Panas Diatas dan Dibawah

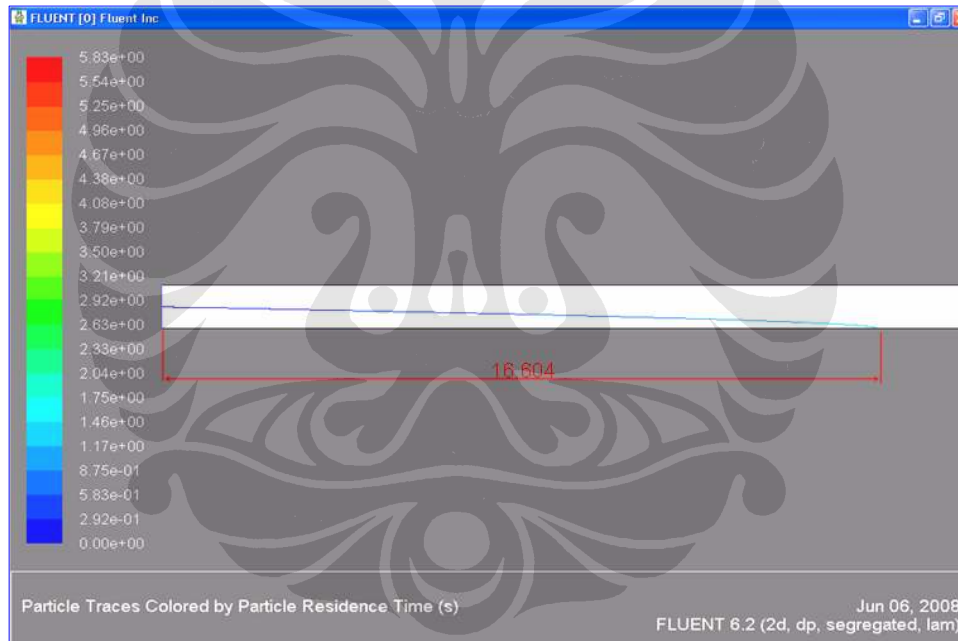
Beda Temperatur (K)	Kecepatan (m/s)	Diamter Partikel (μm)	Jarak Tempuh Partikel		
			Plat Panas Diatas	Plat Panas Dibawah	Selisih Jarak Tempuh (ΔX)
			(mm)	(mm)	(mm)
0	0.01	0.1	> 500	> 500	-
		0.5	> 500	> 500	-
		1	> 500	> 500	-
	0.05	0.1	> 500	> 500	-
		0.5	> 500	> 500	-
		1	> 500	> 500	-
	0.1	0.1	> 500	> 500	-
		0.5	> 500	> 500	-
		1	> 500	> 500	-
10	0.01	0.1	37.395	36.904	0.491
		0.5	16.604	16.524	0.081
		1	14.519	14.458	0.061
	0.05	0.1	196.259	192.682	3.577
		0.5	87.477	85.922	1.555
		1	76.622	75.089	1.533
	0.1	0.1	384.182	379.526	4.656
		0.5	178.112	175.670	2.442
		1	156.203	152.932	3.271
25	0.01	0.1	14.667	14.605	0.062
		0.5	6.753	6.734	0.020
		1	5.940	5.922	0.018
	0.05	0.1	77.390	75.853	1.536
		0.5	34.875	34.569	0.307
		1	30.663	30.252	0.411
	0.1	0.1	160.448	156.269	4.179
		0.5	71.403	70.059	1.344
		1	62.583	61.360	1.223
35	0.01	0.1	10.596	10.560	0.036
		0.5	4.898	4.885	0.013
		1	4.338	4.325	0.013
	0.05	0.1	55.824	54.665	1.159
		0.5	24.679	24.457	0.221
		1	21.594	21.443	0.151
	0.1	0.1	111.497	109.932	1.565
		0.5	51.558	50.602	0.956
		1	44.935	44.176	0.759

Beda Temperatur (K)	Kecepatan (m/s)	Diameter Partikel (μm)	Jarak Tempuh Partikel		
			Plat Panas Diatas	Plat Panas Dibawah	Selisih Jarak Tempuh (ΔX)
			(mm)	(mm)	(mm)
50	0.01	0.1	7.540	7.512	0.028
		0.5	3.517	3.504	0.012
		1	3.065	3.025	0.040
	0.05	0.1	39.148	38.581	0.567
		0.5	17.477	17.389	0.088
		1	15.350	15.282	0.068
	0.1	0.1	79.337	77.925	1.412
		0.5	36.062	35.696	0.366
		1	31.410	31.328	0.082
70	0.01	0.1	5.481	5.464	0.016
		0.5	2.603	2.596	0.007
		1	2.362	2.356	0.006
	0.05	0.1	28.215	27.877	0.338
		0.5	12.762	12.714	0.048
		1	11.245	11.205	0.040
	0.1	0.1	57.832	56.694	1.137
		0.5	26.067	25.739	0.328
		1	22.656	22.488	0.168
85	0.01	0.1	4.605	4.592	0.013
		0.5	2.270	2.264	0.006
		1	2.083	2.080	0.003
	0.05	0.1	23.077	22.888	0.189
		0.5	10.696	10.660	0.036
		1	9.445	9.414	0.030
	0.1	0.1	48.177	47.260	0.917
		0.5	21.505	21.356	0.148
		1	18.935	18.831	0.104
100	0.01	0.1	4.016	4.004	0.012
		0.5	2.068	2.065	0.003
		1	1.837	1.821	0.015
	0.05	0.1	19.819	19.694	0.125
		0.5	9.254	9.225	0.029
		1	8.194	8.169	0.025
	0.1	0.1	41.218	40.585	0.634
		0.5	18.546	18.447	0.100
		1	16.373	16.298	0.075

Dari tabel diatas menunjukkan simulasi gaya thermophoresis untuk jarak plat 1 mm menunjukkan jarak maksimal yang ditempuh partikel adalah 384,182 mm pada kondisi beda temperatur 10K, kecepatan udara 0,1 m/s, dan diameter partikel 0,1 μ m untuk plat panas diatas dan jarak maksimal yang ditempuh partikel adalah 379,526 mm pada kondisi beda temperatur 10K, kecepatan udara 0,1 m/s, dan diameter partikel 0,1 μ m untuk plat panas dibawah.

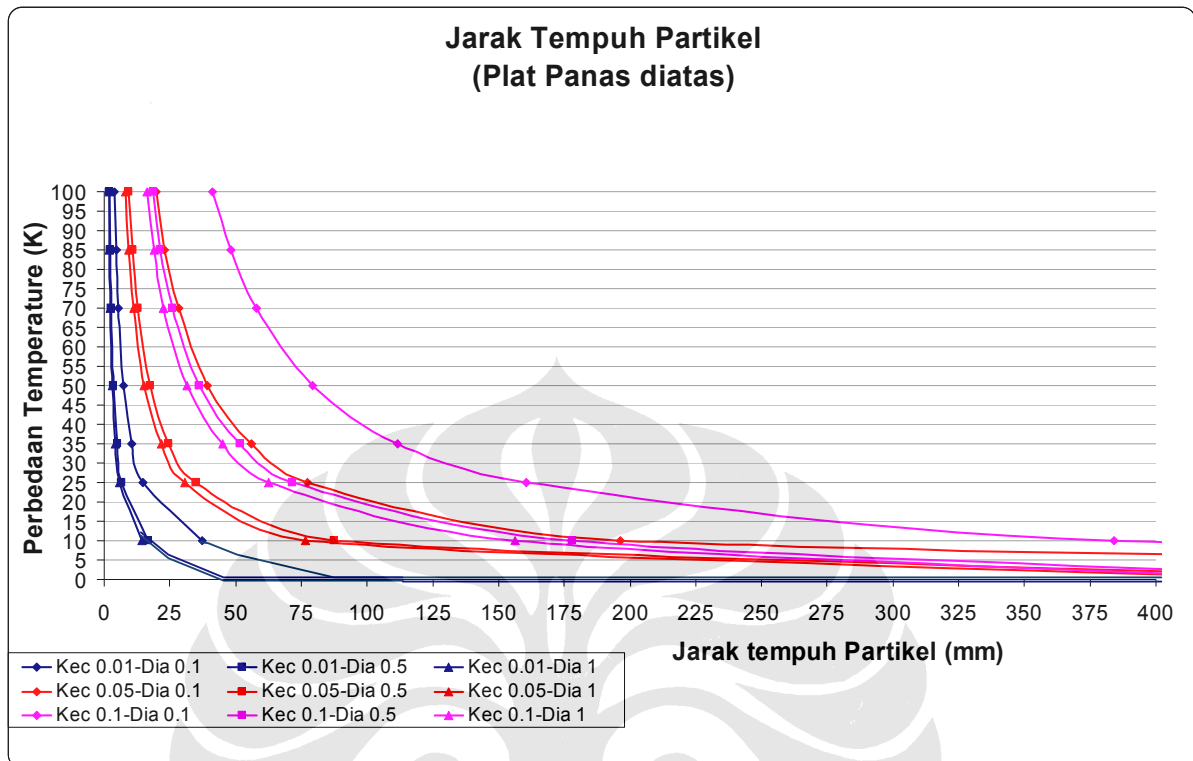
4.3.1 Posisi Plat Panas Diatas

Jarak pergerakan partikel diukur dari inlet hingga partikel jatuh pada plat dingin. Gambar 4.6 menunjukkan posisi jatuhnya partikel pada plat dingin dan jarak yang ditempuh oleh partikel pada kondisi beda temperatur 10K kecepatan udara 0,01 m/s dan diameter partikel 0,5 μ m.



Gambar 4.6 pergerakan partikel dan jarak yang ditempuh pada $\Delta T = 10$ K (plat panas diatas)

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa jarak yang ditempuh partikel sampai ke plat dingin adalah 16,604 mm. Hubungan antara beda temperatur dengan jarak tempuh partikel bisa dilihat pada Gambar 4.7



Gambar 4.7 Grafik simulasi plat panas diatas

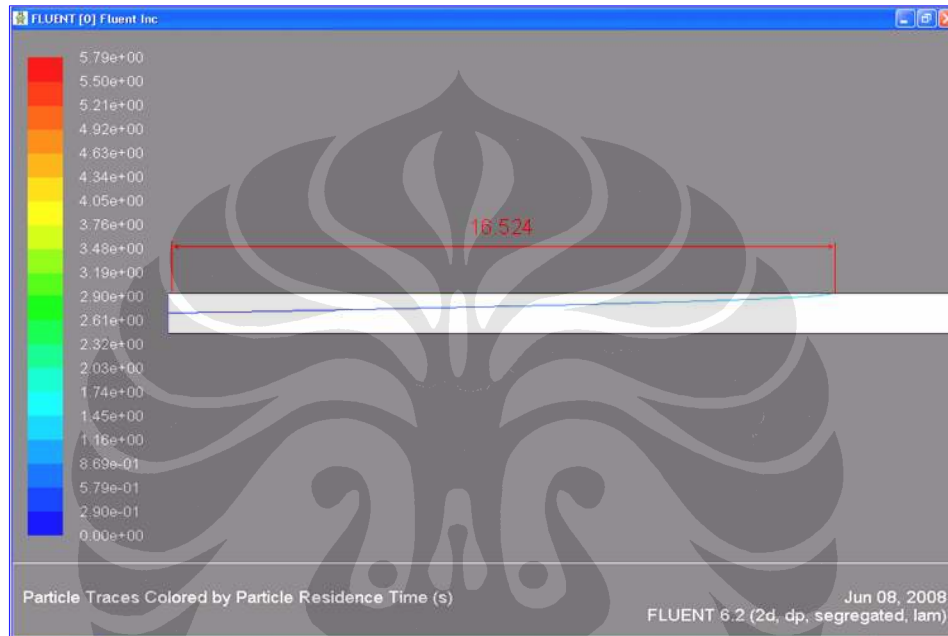
Dari gambar grafik diatas dapat dilihat bahwa pergerakan partikel menuju plat dingin dipengaruhi oleh perbedaan temperatur diantara dua plat dan kecepatan udara masuk. Semakin tinggi perbedaan temperatur, maka semakin pendek jarak partikel untuk menuju plat dingin yang berarti gaya thermophoresis semakin besar. Sedangkan semakin besar kecepatan udara masuk, maka pergerakan partikel menuju plat dingin akan semakin jauh yang berarti gaya thermophoreis semakin rendah. Semakin kecil diameter partikel semakin jauh jarak tempuh partikel untuk kecepatan udara yang sama, hal ini disebabkan bahwa semakin kecil diameter partikel maka semakin kecil massa dari partikel tersebut, sehingga gaya gravitasi pada partikel tersebut kecil.

4.3.2 Posisi Plat Panas Dibawah (Posisi Plat Dibalik)

Simulasi selanjutnya adalah dengan kondisi plat dibalik yaitu plat panas berada dibawah plat dingin. Hal ini bertujuan untuk melihat perbedaan jarak

tempuh partikel dibandingkan dengan kondisi plat panas berada diatas plat dingin. Selain itu juga untuk melihat pengaruh dari gaya gravitasi terhadap pergerakan dan jarak tempuh partikel.

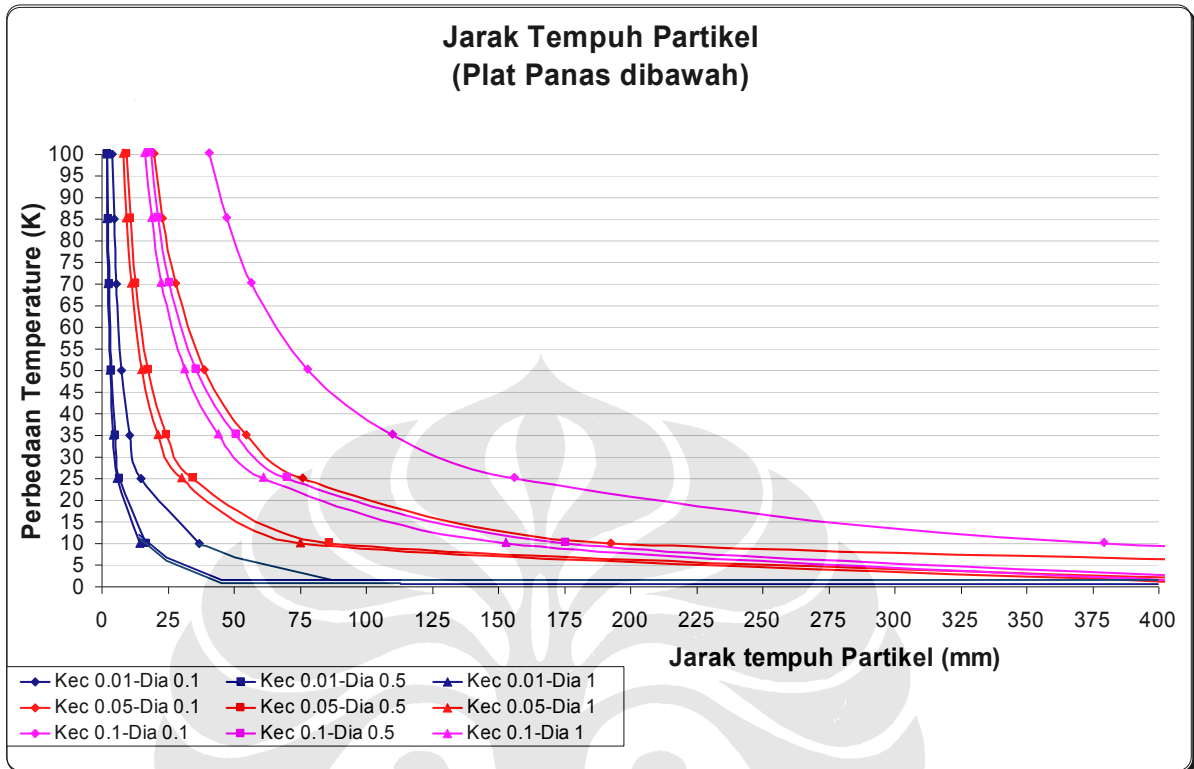
Gambar 4.8 menunjukkan posisi jatuhnya partikel pada plat dingin dan jarak yang ditempuh oleh partikel pada kondisi beda temperatur 10K kecepatan udara 0,01 m/s dan diameter partikel 0,5 μm .



Gambar 4.8 pergerakan partikel dan jarak yang ditempuh pada $\Delta T = 10 \text{ K}$ (plat panas dibawah)

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa jarak yang ditempuh partikel sampai ke plat dingin adalah 16,524 mm

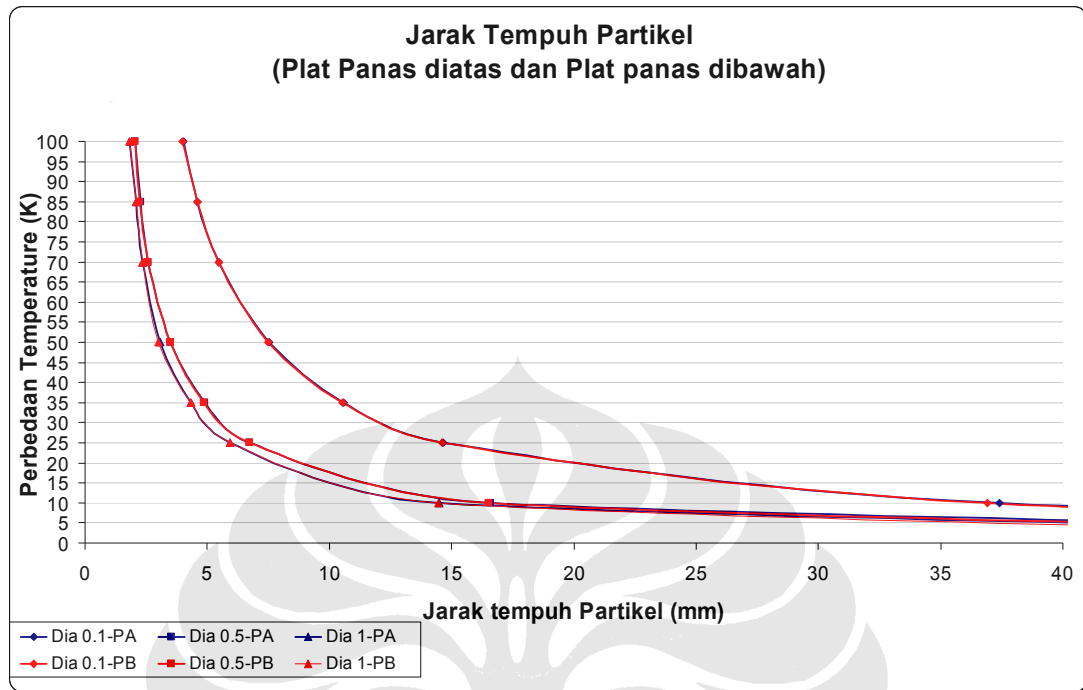
Hasil simulasi selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 4.9



Gambar 4.9 grafik simulasi plat panas dibawah

Analisa pergerakan partikel pada posisi plat panas dibawah adalah sama dengan analisa pada pergerakan partikel pada plat panas diatas yaitu Semakin tinggi perbedaan temperatur, maka semakin pendek jarak partikel untuk menuju plat dingin yang berarti gaya thermophoresis semakin besar. Sedangkan semakin besar kecepatan udara masuk, maka pergerakan partikel menuju plat dingin akan semakin jauh yang berarti gaya thermophoreis semakin rendah. Semakin kecil diameter partikel semakin jauh jarak tempuh partikel untuk kecepatan udara yang sama.

Perbedaan jarak tempuh partikel pada plat panas diatas dan plat panas dibawah dapat dilihat pada Gambar 4.10



Gambar 4.10 grafik simulasi plat panas diatas dan dibawah

Garis warna biru menunjukkan plat panas diatas dan garis warna merah menunjukkan plat panas dibawah. Garis warna biru berada disebelah kanan garis warna merah, hal ini berarti bahwa jarak tempuh posisi plat panas diatas lebih besar dari pada posisi plat panas dibawah, hal ini disebabkan karena adanya pengaruh gaya apung (Bouyancy Force) pada partikel dimana partikel akan terangkat sebagai akibat dari peningkatan temperatur. Hasil perbedaan jarak tempuh (Δx) partikel nilainya sangat kecil. Persentase perbedaan jarak tempuh (Δx) antara plat diatas dan plat panas dibawah sekitar 0.129–2.605%. Oleh karenanya dapat dikatakan bahwa pengaruh gaya gravitasi terhadap pergerakan partikel adalah kecil.