

RANCANG BANGUN MESIN PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK HIGH DENSITY POLYETHELENE MENJADI BAHAN BAKAR MENGGUNAKAN PROSES PIROLISIS
(Ahmad Lubi¹, La Ode M. Firman², Sorimuda Harahap³)

ANALISA EKSPERIMENTAL PIPA KALOR *STAINLESS STEEL*
(I Wayan Sugita)

PENGARUH BESAR SUDUT KAMPUH TERHADAP KEKUATAN TARIK HASIL PENGELASAN GMAW
(Sopiyan¹, Ferry Budhi Susetyo²)

KONSEP PERANCANGAN KUALITAS SISTEM TRANSMISI
(Erwin)

RANCANG BANGUN ULANG ALAT PENUKAR KALOR TYPE PIPA GANDA DI LABOLATORIUM UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 JAKARTA
(Teguh Riyanto¹, Andi Saidah²)

RANCANG BANGUN DRUM OVEN MESIN PENDINGER LIMBAH IKAN UNTUK PAKAN TERNAK
(Sugeng Priyanto)



JURNAL KAJIAN TEKNIK MESIN

Vol.2 No.2

E - ISSN 2502-8430

Susunan Team Redaksi Jurnal Kajian Teknik Mesin

Pemimpin redaksi

Andi Saidah

Dewan Redaksi

Sri Endah Susilowati
Harini
Audri Deacy Cappenberg
Fajri Hidayat
Didit Sumardiyanto

Redaksi Pelaksana

Yos Nofendri

English Editor

English Center UTA`45 Jakarta

Staf Sekretariat

Dani
Suyatno

Alamat Redaksi

Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta
Jl.Sunter Permai Raya, Jakarta Utara, 14350, Indonesia
Telp: 021-647156666-64717302, Fax:021-64717301

JURNAL KAJIAN TEKNIK MESIN

Vol.2 No.2

E - ISSN 2502-8430

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------|
| RANCANG BANGUN MESIN PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK HIGH DENSITY POLYETHELENE MENJADI BAHAN BAKAR MENGUNAKAN PROSES PIROLISIS (Ahmad Lubi¹, La Ode M. Firman², Sorimuda Harahap³) | 81 |
| ANALISA EKSPERIMENTAL PIPA KALOR <i>STAINLESS STEEL</i> (I Wayan Sugita) | 89 |
| PENGARUH BESAR SUDUT KAMPUH TERHADAP KEKUATAN TARIK HASIL PENGELASAN GMAW Sopiyan¹, Ferry Budhi Susetyo² | 99 |
| KONSEP PERANCANGAN KUALITAS SISTEM TRANSMISI (Erwin) | 106 |
| RANCANG BANGUN ULANG ALAT PENUKAR KALOR TYPE PIPA GANDA DI LABORATORIUM UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 JAKARTA (Teguh Riyanto¹, Andi Saidah²) | 118 |
| RANCANG BANGUN DRUM OVEN MESIN PENDINGIN LIMBAH IKAN UNTUK PAKAN TERNAK (Sugeng Priyanto) | 128 |

ANALISA EKSPERIMENTAL PIPA KALOR *STAINLESS STEEL*

I Wayan Sugita

Fakultas Teknik, Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Jakarta

Gedung B Kampus Rawamangun, Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Email : wayan-sugita@unj.ac.id

ABSTRAK

Tulisan ini mengacu pada analisa eksperimental pipa kalor yang dibuat dari pipa *stainless steel* dengan diameter luar 9 mm, panjang 300 mm dan satu lapisan struktur kapiler dari kawat baja *stainless steel* dengan *mesh* 100. Fluida kerja yang digunakan adalah air destilasi. Pipa kalor memiliki panjang total 300 mm, panjang evaporator 90 mm dan panjang kondensor 100 mm. Kondensor didinginkan dengan konveksi paksa menggunakan air dan evaporator dipanaskan menggunakan kawat pemanas. Pengujian dilakukan untuk beban panas yang bervariasi dari 8 sampai 18 W dan variasi sudut 0° dan 45° terhadap vertikal. Posisi kondensor selalu di atas evaporator. Pipa kalor bekerja dengan baik untuk variasi daya dan sudut yang diberikan.

Kata kunci – Pipa kalor, analisa eksperimental, air, *stainless steel mesh* 100

ABSTRACT

This paper refers to the experimental analysis of heat pipe of stainless steel with an outer diameter of 9 mm, a length of 300 mm and a layer of capillary structure of stainless steel wire with 100 *mesh*. The working fluid used is distilled water. The heat pipe has a total length of 300 mm, a 90 mm evaporator length and a 100 mm condenser length. The condenser is cooled by forced convection using water and the evaporator is heated using a heating wire. The tests were carried out for heat loads ranging from 8 to 18 W and angle variations of 0° and 45° to vertical. The condenser position is always above the evaporator. The heat pipe works well for power variations and given angle.

Keywords - Heat pipe, experimental analysis, water, stainless steel mesh 100

I. Pendahuluan

Efisiensi pada sistem termal menjadi salah satu topik diskusi utama mengenai reservasi sumber daya alam dan pengurangan biaya operasional. Menurut [1] salah satu alternative alat yang paling efisien dan ekonomis untuk pemulihan panas (*heat recovery*) adalah menggunakan alat penukar kalor yang dilengkapi dengan pipa kalor. Pipa kalor pada dasarnya terdiri dari tabung logam yang tertutup dengan struktur berpori (*mesh*) pada bagian dalam dan fluida kerja. Pipa kalor terdiri dari tiga bagian yang berbeda yaitu evaporator, adiabatik dan kondensor. Pipa kalor mentransfer panas dengan menguapkan cairan di salah satu ujung pipa (evaporator) dan mengkondensasikannya diujung yang lain (kondensor). Proses penguapan dan kondensasi hampir berlangsung secara *isothermal* didalam pipa kalor. Kondensat yang terbentuk dibagian kondensor dialirkan kembali ke bagian evaporator oleh aksi kapilaritas dari stuktur kapiler (*mesh*).

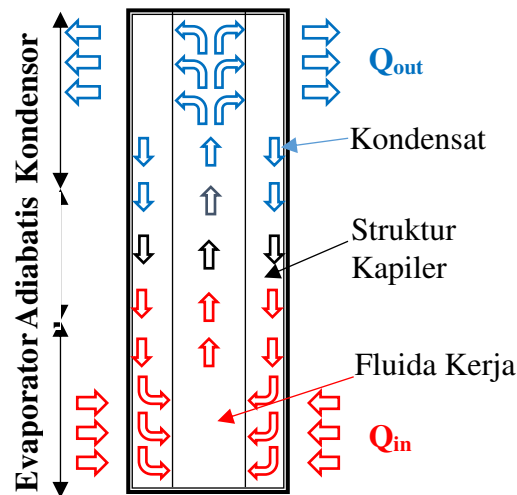
Yang dkk. [2] mengusulkan penggunaan alat penukar kalor pipa kalor untuk sistem pemanas mobil memanfaatkan gas buang untuk pemulihan panas (*heat recovery*). Mereka mengembangkan metode perhitungan dan kelayakan penggunaan alat penukar kalor pipa kalor untuk pemanasan menggunakan gas buang otomotif. Hal itu diterapkan pada sebuah bus. Mereka menggunakan 50 pipa kalor, yang masing-masing memiliki panjang 310 mm dengan diameter 20 mm dan air sebagai fluida kerja. Mereka menyimpulkan bahwa metode perancangan yang diusulkan sangat akurat.

Hagens dkk. [3] mengusulkan pipa kalor yang dilengkapi dengan alat penukar panas udara bisa menjadi alternatif yang baik sebagai penukar panas berpendingin air, khususnya untuk pipa panjang. Mereka menggunakan pipa kalor dengan panjang 1500 mm, berdiameter 160 mm dan R134a sebagai fluida kerja. Mereka menerapkan metode spesifik dari literatur untuk mengukur kinerja pipa kalor.

Paulo H. D. Santos dkk [4] melakukan penelitian menggunakan pipa kalor *stainless steel*, dengan beban dan posisi bervariasi. Pipa yang digunakan memiliki panjang 230 mm dan diameter luar 6 mm. Diperoleh hasil bahwa pipa kalor dapat bekerja dengan baik pada berbagai posisi. Tulisan ini memaparkan hasil pengujian eksperimental pipa kalor *stainless steel*. Pipa kalor terbuat dari *stainless steel* dengan panjang 300 mm dan struktur kapiler menggunakan kawat *stainless steel mesh* 100. Fluida kerja menggunakan air destilasi. Uji eksperimental dilakukan untuk mengevaluasi perilaku termal pipa kalor dengan variasi beban panas dari 8 sampai 18 W pada posisi sudut 0° dan sudut 45° terhadap vertikal, di mana kondensor berada di atas evaporator.

II. Deskripsi Perangkat Eksperimen

Cara kerja pipa kalor bisa dijelaskan sebagai berikut : pada bagian evaporator fluida kerja dipanaskan (mendapatkan panas) yang menyebabkannya menguap. Uap fluida kerja akan mengalir ke bagian kondensor karena perbedaan tekanan dan densitas. Panas yang dibuang pada kondensor menyebabkan uap menjadi cair (kondensat). Cairan yang terbentuk dibagian kondensor akan kembali ke bagian evaporator akibat efek pemompaan kapiler dari struktur kapiler (*mesh*). Oleh Karena itu pipa kalor tidak membutuhkan pompa dan tidak ada komponen yang bergerak.



Gambar 1. Prinsip kerja pipa kalor

Metodologi untuk pembuatan, pengujian dan analisis pipa panas yang dikembangkan di sini didasarkan pada [5] dan [6]. Pipa kalor terbuat dari pipa *stainless steel* dengan diameter luar 9 mm dan panjang 300 mm. Pipa kalor memiliki daerah evaporator dengan panjang 90 mm dan daerah kondensor dengan panjang 100 mm ditunjukkan oleh gambar 2.



Gambar 2. Pipa kalor Stainless Steel

Struktur kapiler pipa kalor terbuat dari anyaman kawat *stainless steel* dengan *mesh* 100. Gambar 3 menunjukkan struktur kapiler yang telah digulung dan dimasukkan sebagian ke dalam pipa.



Gambar 3. Struktur kapiler

Tabel 1. Spesifikasi pipa kalor

| Spesifikasi Pipa Kalor | |
|---------------------------|--------|
| Diameter dalam pipa kalor | 8 mm |
| Diameter luar pipa kalor | 9 mm |
| Panjang Kondensor | 100 mm |
| Panjang adiabatik | 110 mm |
| Panjang Evaporator | 90 mm |

| | |
|--|--------------|
| Struktur kapiler (anyaman <i>stainless steel</i>) | # 100 mesh |
| Fluida kerja | Air istilasi |

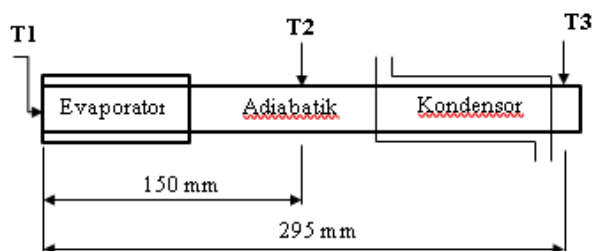
Jumlah fluida kerja yang dimasukkan ke dalam pipa sangat penting untuk sistem pemompaan kapiler karena perpindahan panas bergantung pada jumlah fluida kerja tersebut. Jika tidak ada cukup fluida kerja, sistem pemompaan berhenti dan pipa panas tidak bisa berfungsi. Sebelum pipa kalor diisi dengan fluida kerja, pipa kalor divakum terlebih dahulu menggunakan pompa vakum. Selama proses vakum, tekanan vakum mencapai 25 inHg. Ditunjukkan oleh gambar 4. Fluida kerja yang diisikan ke pipa kalo sebanyak 35% dari volume pipa kalor sesuai dengan [4].



Gambar 4. Proses vakum pipa kalor

Bagian epavorator pipa kalor dipanaskan dengan pemanas pleksibel yang bisa dililitkan pada pipa. Sedangkan pada bagian kondensor didinginkan dengan air. Daya untuk pemanas di suplai dari variabel daya. Untuk air pendingin dialirkan dengan laju aliran yang tetap.

Temperatur pipa kalor diukur menggunakan termokopel. Terdapat 3 titik pengambilan data temperatur. Satu buah dibagian evaporator, satu dibagian adiabatik dan satu lagi dibagian kondensor seperti ditunjukkan oleh gambar 5.



Gambar 5. Posisi termokopel

Gambar 6 menunjukkan instalasi yang digunakan dalam penelitian pipa kalor ini.

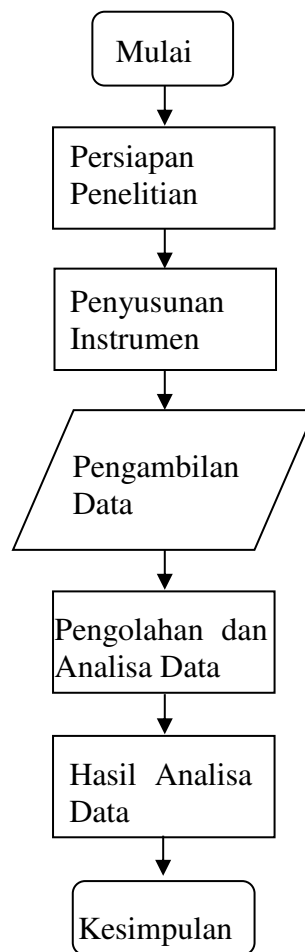


Gambar 6. Instalasi Penelitian

III. Metodologi Penelitian

Pipa kalor *stainless steel* dengan diameter luar 9 mm, panjang 300m dengan struktur kapiler dari anyaman kawat *stainless steel mesh* 100 akan di uji dengan variasi beban panas dan sudut posisi pipa kalor. Beban panas bervariasi yaitu 8, 13, dan 18 Watt, sedangkan sudut posisi pipa kalor antara 0° dan 45° terhadap vertikal.

Metodologi penelitian ini dapat dilihat lebih jelas pada *flowchart* sebagai berikut.

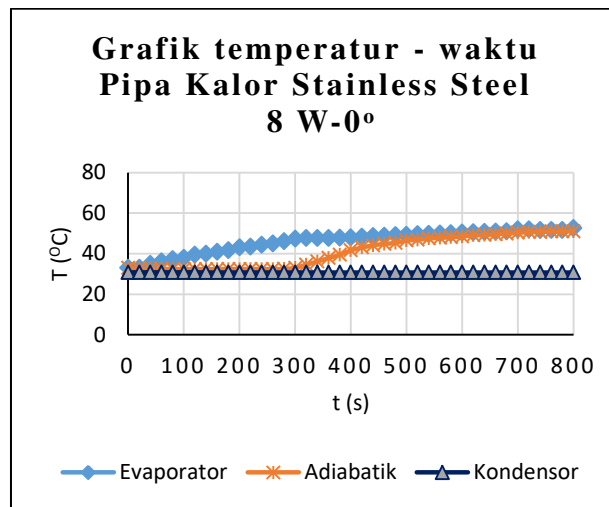
Gambar 7. *Flowchart* Penelitian

IV. Hasil Penelitian

Pengujian terhadap pipa kalor dilakukan dengan memberikan variasi beban panas dan variasi sudut. Beban panas bervariasi dari 8 sampai 18 W dan sudut bervariasi antara 0 dan 45°. Analisa dilakukan untuk mengetahui keadaan termal pada pipa kalor. Ketidakpastian pengukuran terhadap temperatur, daya, dan akuisisi data diperhitungkan.

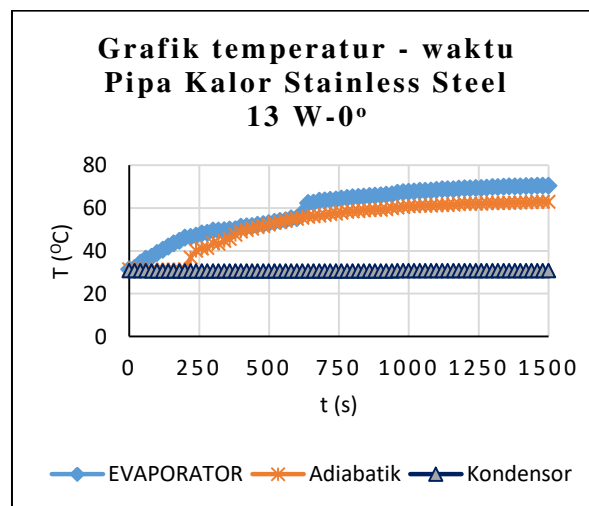
Temperatur pipa kalor sebagai fungsi dari beban panas

Dengan meningkatnya beban panas temperatur pada pipa kalor juga meningkat. Pada beban panas 8 W, suhu meningkat sampai 500 detik dan stabil. Perlu diketahui bahwa waktu untuk kecenderungan stabilisasi suhu sekitar 400 detik. Jadi, setelah 500 detik pipa panas mencapai kondisi stabil. Suhu maksimum yang dicapai pada daerah evaporator adalah sekitar 52 ° C. Temperatur pada daerah adiabatik 51° C. Sedangkan pada daerah kondensor temperatur tetap dari awal sampai akhir sebesar sekitar 31° C. Keadaan ini ditunjukkan oleh grafik 1.



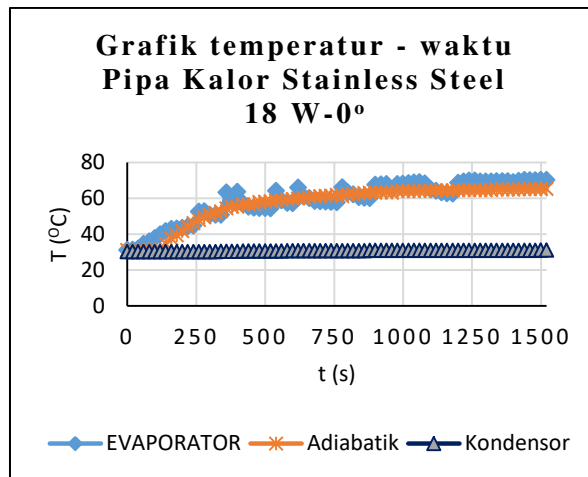
Grafik1. Grafik pipa kalor beban 8 W-0°

Pada beban panas 13 W, suhu meningkat sampai 1000 detik dan stabil. Waktu untuk kecenderungan suhu stabil sekitar 600 detik. Jadi, setelah 1000 detik pipa panas mencapai kondisi stabil. Suhu maksimum yang dicapai pada daerah evaporator adalah sekitar 70 ° C. Temperatur pada daerah adiabatik 62° C. Sedangkan pada daerah kondensor temperatur tetap dari awal samapai akhir sebesar sekitar 31° C. Keadaan ini ditunjukkan oleh grafik 2.



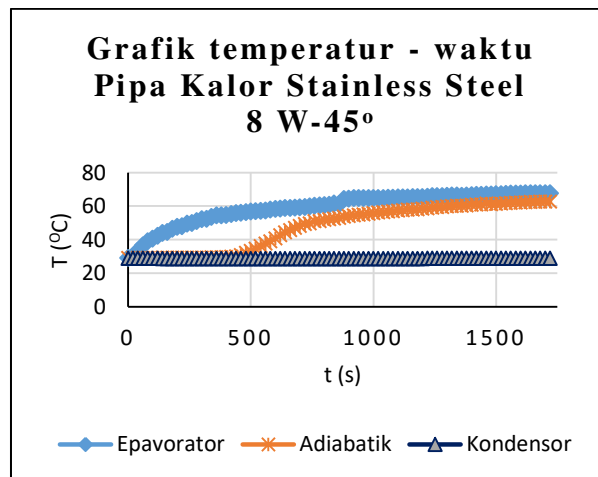
Grafik 2. Grafik pipa kalor beban 13 W-0°

Pada beban panas 18 W, suhu meningkat sampai 1000 detik dan stabil. Waktu untuk kecenderungan suhu stabil sekitar 600 detik. Jadi, setelah 1000 detik pipa panas mencapai kondisi stabil. Suhu maksimum yang dicapai pada daerah evaporator adalah sekitar 70 ° C. Temperatur pada daerah adiabatik 62° C. Sedangkan pada daerah kondensor temperatur tetap dari awal samapai akhir sebesar sekitar 31° C. Keadaan ini ditunjukkan oleh grafik 3.



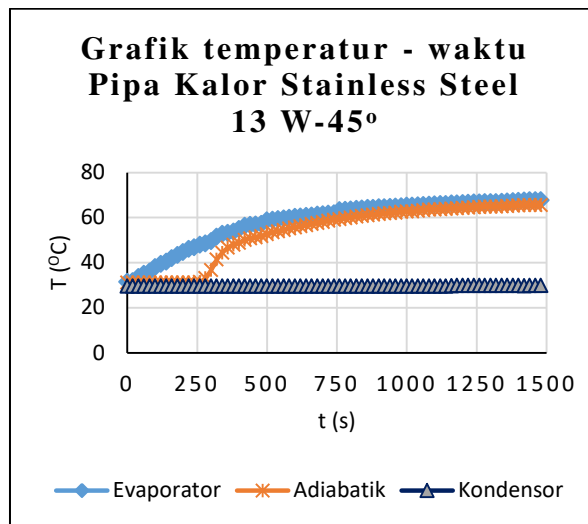
Grafik 3. Grafik pipa kalor beban 18 W-0°

Pada beban panas 8 W dengan sudut 45°, kecenderungan suhu mulai stabil sekitar 760 detik dan mencapai keadaan stabil setelah 1700 detik. Suhu maksimum yang dicapai pada daerah evaporator adalah sekitar 67.7 ° C. Temperatur pada daerah adiabatik 62.6° C. Sedangkan pada daerah kondensor temperatur tetap dari awal sampai akhir sebesar sekitar 28.6° C. Keadaan ini ditunjukkan oleh grafik 4.



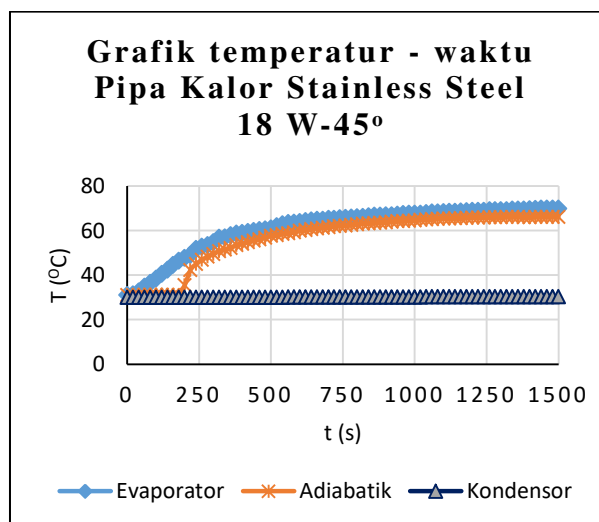
Grafik 4. Pipa kalor beban 8 W- 45°

Pada beban panas 13 W dengan sudut 45°, kecenderungan suhu mulai stabil sekitar 760 detik dan mencapai keadaan stabil setelah 1480 detik. Suhu maksimum yang dicapai pada daerah evaporator adalah sekitar 67.7 ° C. Temperatur pada daerah adiabatik 65.5° C. Sedangkan pada daerah kondensor temperatur tetap dari awal sampai akhir sebesar sekitar 29.8° C. Keadaan ini ditunjukkan oleh grafik 5.



Grafik 5. Pipa kalor beban 13 W- 45°

Pada beban panas 18 W dengan sudut 45°, kecenderungan suhu mulai stabil sekitar 760 detik dan mencapai keadaan stabil setelah 1500 detik. Suhu maksimum yang dicapai pada daerah evaporator adalah sekitar 69.9 ° C. Temperatur pada daerah adiabatik 66.2° C. Sedangkan pada daerah kondensor temperatur tetap dari awal sampai akhir sebesar sekitar 30.4° C. Keadaan ini ditunjukkan oleh grafik 6.



Grafik 6. Pipa kalor beban 18 W- 45°

V. Kesimpulan

Pipa kalor *stainless steel* dengan struktur kapiler dari kawat *stainless steel mesh* 100 dan fluida kerja air destilasi dibuat dan di uji dengan kondisi yang telah ditentukan. Beban panas diberikan bervariasi dari 8 sampai 18 W dan variasi sudut 0° dan 45° terhadap vertikal.

Berdasarkan hasil Analisa, pipa kalor bekerja dengan baik pada variasi beban dan sudut yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. V. Konev, J. L. Wang, and C. J. Tu, "Characteristics of a heat exchanger based on a collector heat pipe," *Heat Recovery Systems and CHP*, vol. 15, pp. 493-502, July 1995.
- [2] F. Yang, X. Yuan, and G. Lin, "Waste heat recovery using heat pipe heat exchanger for heating automobile using exhaust gas," *Applied Thermal Engineering*, vol. 23, pp. 367-372, February 2003.
- [3] H. Hanges, F. Ganzevles, C. van der Geld, and M. Grooten, "Air heat exchangers with long heat pipes: experiments and predictions," *Applied Thermal Engineering*, vol. 27, pp. 2426-2434, October 2007.
- [4] Paulo H. D. Santos, Larissa Krambeck & Thiago Antonini Alves, "Experimental Analysis of a Stainless Steel Heat Pipe," *International Journal of Science and Advanced Technology*, Volume 4 No 3 March 2014.
- [5] Dunn, P., and Reay, D A, (1982): *Heat Pipes*, Third Edition, Pergamon Press, Oxford United Kingdom.
- [6] Reay, David., Kew, Peter, (2006): *Heat Pipes Theory, Design and Application*, Fifth Edition, Elsevier, United Kingdom