



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**MODIFIKASI DAN PERHITUNGAN PERPINDAHAN KALOR  
PADA ALAT PENUKAR KALOR RADIATOR  
“DEBIT ALIRAN AIR 0,002 M<sup>3</sup>/MENIT”**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya**

**BAGUS YULIANSYAH  
LOE007017**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN**

**SEMARANG  
JUNI 2011**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.

NAMA : BAGUS YULIANSYAH

NIM : LOE007017

Tanda Tangan :

Tanggal : 14 JUNI 2011

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

NAMA : BAGUS YULIANSYAH  
NIM : LOE007017  
Jurusan/Program Studi : DIPLOMA III TEKNIK MESIN  
Judul Tugas Akhir : MODIFIKASI DAN PERHITUNGAN  
PERPINDAHAN KALOR PADA ALAT  
PENUKAR KALOR RADIATOR

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahlimadya pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

### TIM PENGUJI

Pembimbing : **Seno Darmanto ST, MT.** ( )  
Penguji I : **Drs. Ireng Sigit Atmanto** ( )  
Penguji II : **Ir. Senen** ( )

Semarang, 14 Juni 2011

Program Studi DIII Teknik Mesin  
Ketua,

**Ir. Sutomo, M.Si**  
**NIP. 195203211987031001**

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bagus Yuliansyah  
NIM : LOE007017  
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : MODIFIKASI DAN PERHITUNGAN PERPINDAHAN KALOR PADA ALAT PENUKAR KALOR RADIATOR beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, memelihara/memformatkan, mengelola dalam bentuk pengkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang  
Pada Tanggal : 14 Juni 2011

Yang menyatakan

(Bagus Yuliansyah)

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **Motto :**

- Semangat !!!
- Maju terus pantang mundur
- Wong bejo ra' kurang mergo

### **Persembahan:**

Tugas akhir ini penulis persembahkan kepada :

1. ALLAH SWT ,atas segala rahmat dan hidayah – NYA
2. Nabi Muhammad SAW, sang suri tauladan bagi seluruh umat
3. Ayah dan Ibunda tercinta, atas doa dan dukungan yang tiada hentinya
4. Ana Yekti P. tersayang, atas supportnya.
5. Arief Zuhad, ketua TA yang sudah membantu banyak.
6. Program Diploma III Teknik Mesin FT Undip

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah yang diberikanNya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Diploma III Teknik Mesin Program Diploma Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Penyusun merasa banyak mendapat saran, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak selama menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu, tidak lupa penyusun mengucapkan terima kasih khususnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Zainal Abidin. MS, selaku Ketua Program Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
2. Bapak Ir. Sutomo, M.Si, selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Program Diploma Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Bapak Seno Darmanto, ST, MT selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
4. Bapak Drs. Ireng Sigit Atmanto, selaku dosen wali angkatan 2007 kelas A.
5. Bapak dosen Program Studi Diploma III Teknik Mesin yang telah memberikan perhatian dan ilmu yang tak ternilai harganya.
6. Bapak Sugito Widodo yang telah membantu dalam mengurus surat-surat.
7. Mbak Wahyu Setiawati yang telah membantu dalam mengurus surat-surat.
8. Ayah, Ibu, dan mbak-ku yang telah memberikan dukungan moril dan materiil sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan kerja praktek ini dengan baik.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini hingga selesai yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penyusun sangat menghargai kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan dari laporan ini.

Akhirnya penyusun berharap laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun dan para pembaca.

Semarang, 14 Juni 2011

Penyusun

## ABSTRAK

Alat penukar kalor merupakan suatu peralatan dimana terjadi perpindahan panas dari satu fluida yang temperaturnya tinggi ke fluida yang temperaturnya lebih rendah. Kemampuan sistem alat penukar kalor dengan menggunakan fluida cair sangat tergantung pada kemampuan fluida cair dalam menyerap kalor dan melepaskannya ke udara melalui radiator. Jumlah kalor yang dipindahkan meningkat sejalan dengan peningkatan perbedaan temperatur masuk dengan keluar radiator. Pengujian dilakukan menggunakan alat uji yang berguna sebagai simulator pendinginan pada kendaraan. Penukar kalor yang digunakan adalah radiator, sumber panasnya berasal dari heater listrik, sedangkan aliran fluida cair dan angin diperoleh dengan menggunakan pompa air dan kipas listrik. Penelitian alat penukar kalor radiator dilakukan untuk mengetahui efektifitas radiator, beda suhu rata-rata radiator dan besar nilai perpindahan kalor menyeluruh yang terjadi pada radiator. Dari hasil pengujian, nilai efektifitas radiator berbanding lurus dengan kecepatan udara yang melintas melewati radiator, sedangkan untuk perpindahan kalor menyeluruhnya tidak konstan terhadap kecepatan udara yang berhembus melewati radiator yaitu pada suhu 60<sup>0</sup>C perpindahan kalor paling optimal terjadi pada kecepatan udara 0,677 m/s, pada suhu 65<sup>0</sup>C perpindahan kalor menyeluruh paling optimal pada kecepatan udara 1,2 m/s , pada suhu 70<sup>0</sup>C perpindahan kalor menyeluruh paling optimal pada kecepatan udara 1,033 m/s dan pada suhu 80<sup>0</sup>C perpindahan kalor menyeluruh paling optimal pada kecepatan udara 1,2 m/s.

Kata kunci : Alat Penukar Kalor

## ABSTRACT

*Heat exchanger is an instrumentation where there is heat transfer from a high temperature fluid to the fluid temperature is lower. The ability of the system heat exchanger using liquid fluid is highly dependent on the ability of liquid fluid to absorb heat and release it into the air through the radiator. The amount of heat transferred increases with increasing temperature difference into the radiator out. Tests carried out using the instrument test is useful as a simulator cooler on vehicles. Heat exchanger used is a radiator, the heat source comes from an electric heater, while the liquid fluid flow and wind obtained by using a water pump and electric fan. Research radiator heat exchanger is performed to determine the effectiveness of the radiator, log mean temperature difference of the radiator and the overall heat transfer that occurs in the radiator. From the test results, the effectivity of the radiator is proportional with the velocity of air passing through the radiator, but for the overall heat transfer is not constant with the speed of air that blows through the radiator is at temperature 60<sup>0</sup>C the most optimal heat transfer occurs in air velocity 0.667 m/s, at temperature 65<sup>0</sup>C the optimal overall heat transfer is at air velocity 1.2 m/s, at temperature of 70<sup>0</sup>C optimal overall heat transfer at is air velocity 1.033 m/s and at temperature of 80<sup>0</sup>C optimal overall heat transfer is at air velocity 1.2 m/s*

*Keyword : Heat Exchanger*

# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERYATAAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	
1.2 Tujuan Penelitian.....	
1.3 Pembatasan Masalah.....	
1.4 Metode Penulisan.....	
1.5 Sistematika Penulisan.....	
<b>BAB II DASAR TEORI</b>	
2.1 Perpindahan Kalor.....	
2.2 Alat Penukar Kalor.....	
2.3 Sistem Pendinginan Mesin.....	
2.4 Sirkulasi Pendingin Air.....	
2.5 Komponen Sistem Pendingin Air.....	
2.6 Rumus yang digunakan.....	
<b>BAB III METODOLOGI PENGUJIAN</b>	
3.1 Metodologi Alat Uji.....	
3.2 Pengecekan Komponen Alat Uji.....	
3.3 Perancangan Modifikasi Alat Uji.....	
3.4 Komponen Alat Penukar Kalor Radiator.....	
3.5 Pengecatan Alat.....	
3.6 Perakitan Aalat Uji.....	
3.7 Pemeriksaan Sebelum Pengujian.....	
3.8 Prosedur Pengambilan Data.....	
3.9 Pengambilan Data.....	
3.10 Langkah Pengambilan Data.....	
<b>BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Pengujian.....	
4.2 Perhitungan Data.....	
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan.....	
5.2 Saran.....	



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Radiator adalah alat untuk mendinginkan air dengan menggunakan udara. Pada sistem pendinginan motor bakar, radiator digunakan untuk mendinginkan air yang keluar dari *mantel air* (mesin).

Pada sistem pendinginan yang menggunakan radiator, debit aliran udara dihasilkan oleh kipas atau fan. Air atau udara yang akan berhembus mendinginkan kisi-kisi radiator. Kemudian akan terjadi kontak secara tidak langsung antara udara dan air sehingga suhu air yang keluar dari saluran tangki bawah radiator akan turun.

Prestasi radiator dinyatakan dalam NTU, *Range*. NTU (*Number of Transfer Unit*) adalah bilangan unit perpindahan dari radiator. *Range* adalah pengurangan suhu air masuk dan suhu air keluar radiator. Prestasi radiator akan semakin baik apalagi nilai NTU-nya dan nilai *Range*nya semakin besar.

Harga NTU dan *Range* dipengaruhi oleh suhu air masuk dan suhu keluar radiator, Kelembaban dan Entalpi udara pada saat udara masuk, luas permukaan isi yang terkena udara, dan distribusi udara yang kena secara merata pada semua saluran kisi-kisi. Variabel-variabel tersebut dipengaruhi oleh proses perpindahan kalor pada debit aliran udara dan sirkulasi pendinginan tersebut.

Proses perpindahan kalor pada radiator sangat dipengaruhi oleh laju aliran air dan udara yang melewati kisi radiator. Dengan demikian maka debit aliran udara akan sangat mempengaruhi prestasi sebuah radiator. Karena debit aliran sangat berpengaruh pada prestasi radiator maka peneliti akan mencoba untuk mendapatkan suatu gambar bagaimana pengaruh debit aliran udara terhadap prestasi sebuah radiator sehingga di dapatkan debit aliran udara yang paling baik untuk sebuah radiator.

### 1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan yang dicapai pada penyusunan Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui efektifitas radiator dengan variabel meliputi : nilai *range* dengan laju aliran air konstan dan perubahan debit aliran udara dan nilai kalor.

### 1.3. Pembatasan Masalah

Pengertian dari judul yang diambil seperti berikut, Judul Tugas Akhir “*Modifikasi dan Perhitungan Perpindahan Kalor pada Alat Penukar Kalor Radiator*” yaitu :

- **Modifikasi** : **Pengubahan/perubahan**
- **Perhitungan Perpindahan Kalor** : **Cara memperhitungkan perpindahan tenaga kalor yang dapat diteruskan ataupun diterima oleh satu benda ke benda lain secara konduksi atau konveksi**
- **Alat Penukar Kalor** : **Benda yang dipakai sebagai pengubah tenaga kalor**

Hal ini dapat di artikan perancangan alat yang bertujuan mencari data yang di butuhkan ataupun sebagai uji kelayakan dari objek yang sudah ada. Adapun rancang bangun meliputi perencanaan terhadap pemakaian bahan/komposisi atau komponen yang sama pada objek penelitian. Pada penyusunan tugas akhir ini penulis akan melakukan metode pembuatan alat pengujian mode simulasi terhadap masalah yang akan di bahas. Adapun batasan masalah yang akan dicakup adalah :

1. Radiator yang digunakan adalah radiator pada kendaraan bermotor berjenis roda empat atau mobil dengan kapasitas radiator 5 lt, dan sebagai pendingin udara menggunakan elektrik fan dengan perubahan kecepatan putaran kipas fan sehingga akan merubah debit udara yang dihasilkan.
2. Penentuan beban pendingin atau kalor yang di lepaskan air pada setiap perubahan laju aliran massa air.
3. Analisa terhadap *Effektivitas* dan *BUP* (Bilangan Unit Perpindahan) atau *NTU* (*Number of Transfer Unit*) dari radiator.
4. Dilakukan pengujian model simulasi alat ukur efektifitas radiator dan nilai perpindahan kalor.

#### **1.4. Metode Penulisan**

Metode yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini antara lain:

- a. Studi Literatur  
Yaitu digunakan untuk memperoleh teori-teori sebagai dasar penulisan yang erat kaitannya dengan masalah yang di bahas.
- b. Metode bimbingan  
Bimbingan dan konsultasi pada dosen pembimbing untuk mengarahkan penulisan maupun pelaksanaan pembuatan tugas akhir.
- c. Metode survey  
Yaitu digunakan untuk mengetahui gambar yang jelas mengenai simulasi alat analisis debit aliran udara pada radiator kendaraan.

#### **1.5. Sistematika Penulisan**

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi mengenai Latar Belakang masalah, Tujuan, Pembatasan Masalah, Metode Penulisan, dan Sistematika Penulisan.

##### **BAB II DASAR TEORI**

Bab ini berisi gambaran tentang proses pendinginan secara umum dan sistem pendinginan pada motor bakar dengan menggunakan media radiator sebagai penukar kalor.

##### **BAB III METODOLOGI PENGUJIAN**

Bab ini berisi deskripsi proses perancangan, pembuatan, pemasangan, pengujian, serta prosedur pengujian.

##### **BAB IV ANALISA DATA**

Bab ini berisi analisa terhadap data untuk mengetahui prestasi dari radiator.

##### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi mengenai kesimpulan dan saran.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. KESIMPULAN**

Setelah melakukan pengujian Tugas Akhir (TA) dengan judul “MODIFIKASI DAN PERHITUNGAN PERPINDAHAN KALOR PADA ALAT PENUKAR KALOR RADIATOR” maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. *Heater*/pemanas air yang masuk kedalam radiator dapat bekerja mulai suhu 40°C sampai 90°C. Sedangkan yang digunakan sebagai bahan perbandingan pengujian pada temperatur air masuk 60°C, 65°C, 70°C dan 80 °C.
2. Dari hasil perhitungan nilai efektifitas dapat disimpulkan bahwa ada hubungan yang erat antara nilai efektifitas radiator dengan kecepatan udara yang berhembus melintasi radiator, hal ini ditunjukkan dengan semakin besar udara yang melintas radiator maka semakin besar pula nilai efektifitas radiator.
3. Dari hasil perhitungan perpindahan kalor menyeluruh dapat diambil kesimpulan bahwa perpindahan kalor dipengaruhi oleh kecepatan udara yang melintas radiator. Kecepatan fan dinaikkan belum tentu perpindahan kalor menyeluruhnya semakin besar. Yang mempengaruhi besar perpindahan kalor menyeluruh adalah luas penampang yang terkena aliran udara yang melintas radiator.
4. Dari pengambilan data yang didapat diperoleh penurunan temperatur antara  $T_1$  dan  $T_2 = 2-4,5$  °C ;  $T_2$  dan  $T_3 = 0,5-3$ °C;  $T_3$  dan  $T_4 = 0,5-3$ °C;  $T_4$  dan  $T_5 = 0,5-3$ °C;  $T_5$  dan  $T_6 = 3-10$ °C;  $T_{in}$  dan  $T_{out} = 7-11$ °C.

#### **5.2. SARAN**

1. Dalam melakukan pengerjaan Tugas Akhir ini hendaknya mahasiswa bisa dibantu mendapatkan buku penunjang guna pengerjaan laporan Tugas Akhir.
2. Dalam melakukan suatu penelitian atau pengujian sangat dibutuhkan ketelitian agar tidak terjadi kesalahan dalam pengambilan data.
3. Mongoptimalkan semua komponen yang mendukung sistem pendingin air dengan menggunakan radiator bertahap sehingga mendapatkan variasi data yang bertahap.
4. Perlu menggunakan regulator daya agar mendapatkan data yang lebih akurat ketika mengatur temperatur air masuk radiator yang melewati *heater*.
5. Pergunakanlah waktu dengan sebaik-baiknya.

