

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH JUMLAH *FAN BLADE* DENGAN VARIASI CAIRAN PENDINGIN TERHADAP EFEKTIVITAS RADIATOR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



M ALDI YAHYA

03051181722024

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2022

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH JUMLAH *FAN BLADE* DENGAN VARIASI CAIRAN PENDINGIN TERHADAP EFEKTIFITAS RADIATOR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



Oleh

M ALDI YAHYA

03051181722024

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH JUMLAH *FAN BLADE* DENGAN VARIASI CAIRAN PENDINGIN TERHADAP EFEKTIVITAS RADIATOR

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

M ALDI YAHYA

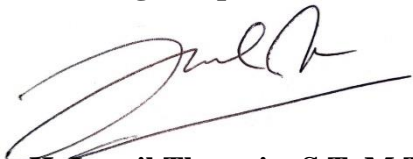
03051181722024

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001

Inderalaya, 14 Januari 2022
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi



Dr. H. Ismail Thamrin, S.T, M.T
NIP. 197209021997021001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

NAMA : M ALDI YAHYA
NIM : 03051181722024
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : ANALISIS PENGARUH JUMLAH *FAN*
BLADE DENGAN VARIASI CAIRAN
PENDINGIN TERHADAP EFEKTIVITAS
RADIATOR

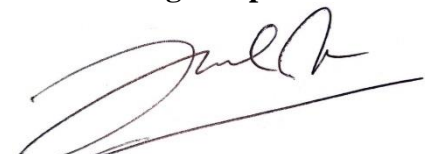
DIBUAT TANGGAL : FEBRUARI 2021
SELESAI TANGGAL : JANUARI 2022

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001

Inderalaya, 14 Januari 2022
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi



Dr. H. Ismail Thamrin, S.T, M.T
NIP. 197209021997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “ANALISIS PENGARUH JUMLAH *FAN BLADE* DENGAN VARIASI CAIRAN PENDINGIN TERHADAP EFEKTIVITAS RADIATOR” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 06 Januari 2022

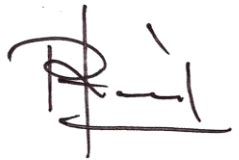
Inderalaya, 06 Januari 2022

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi.

Ketua :

1. Prof. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc, Ph.D

NIP. 195606041986021001

()

Sekretaris :

2. Astuti, S.T, M.T

NIP. 197210081998022001

()

Anggota :

3. Aneka Firdaus, S.T, M.T

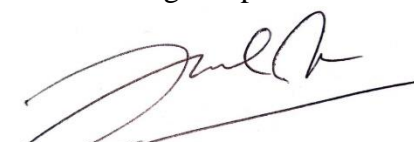
NIP. 197502261999031001

()


Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001

Inderalaya, 13 Januari 2022
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi


Dr. H. Ismail Thamrin, S.T, M.T
NIP. 197209021997021001

KATA PENGANTAR

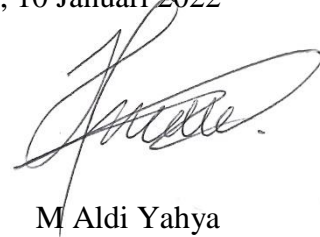
Pertama dan utama saya ucapkan puji dan rasa syukur kepada Allah ta'ala sebab berkat limpahan nikmat-Nya saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini berjudul “Analisis Pengaruh Jumlah *Fan Blade* Dengan Variasi Cairan Pendingin Terhadap Efektivitas Radiator”. Shalawat beserta salam semoga dan selalu Allah curahkan kepada nabi Muhammad SAW beserta para keluarga, sahabat dan pengikutnya yang mulia hingga akhir zaman. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan Skripsi ini, banyak sekali rintangan dan hambatan yang saya lalui sehingga hal ini membuat saya memerlukan bantuan beberapa pihak, baik dari segi moral ataupun materi. Oleh karena itu, dalam kesempatan yang baik ini saya ingin mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada beberapa pihak terkait, antara lain:

1. Ibu Nyimas Nurbaiti dan Abah saya M Agus Wijaya beserta seluruh keluarga besar yang telah berusaha dengan keras dan selalu memberikan dukungan dalam segala hal yang saya lakukan.
2. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D selaku selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Dr. H. Ismail Thamrin, S.T, M.T, selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
5. Ir. Dyos Santoso M.T, selaku Pembimbing Akademik.
6. Seluruh Dosen Teknik Mesin yang telah mengajarkan ilmu yang sangat bermanfaat selama proses perkuliahan.
7. Staf Administrasi dan Karyawan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

8. Teman-teman seperjuangan Teknik Mesin 2017 yang telah kebersamai dari awal perkuliahan.
9. Semua pihak yang ikut terlibat dan membantu setiap proses penyusunan skripsi ini.

segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat saya harapkan agar menjadi pelajaran dan membuat skripsi ini bisa lebih baik lagi. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua orang.

Palembang, 10 Januari 2022



M Aldi Yahya

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M Aldi Yahya

NIM : 03051181722024

Judul : Analisis Pengaruh Jumlah *Fan Blade* dengan
Variasi Cairan Pendingin Terhadap Efektivitas
Radiator

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, 14 Januari 2022



M Aldi Yahya

Nim. 03051181722024

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M Aldi Yahya

Nim : 03051181722024

Judul : Analisis Pengaruh Jumlah *Fan Blade* dengan Variasi Cairan Pendingin Terhadap Efektivitas Radiator

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian, saya buat pernyataan ini dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, 14 Januari 2022



M Aldi Yahya

Nim. 03051181722024

RINGKASAN

ANALISIS PENGARUH JUMLAH *FAN BLADE* DENGAN VARIASI
CAIRAN PENDINGIN TERHADAP EFEKTIVITAS RADIATOR

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi, Januari 2022

M Aldi Yahya Dibimbing oleh Dr. H. Ismail Thamrin, S.T, M.T.

ANALISIS PENGARUH JUMLAH *FAN BLADE* DENGAN VARIASI
CAIRAN PENDINGIN TERHADAP EFEKTIVITAS RADIATOR

XXIX+ 71 Halaman, 6 Tabel, 25 Gambar.

RINGKASAN

Kendaraan dinilai memiliki peran penting terhadap pertumbuhan ekonomi suatu wilayah. Oleh karena itu, upaya dalam pengembangan industri kendaraan terus dilakukan seperti dengan meningkatkan kinerja mesin kendaraan agar lebih optimal dan efisien. Salah satu cara untuk meningkatkan kinerja mesin kendaraan adalah dengan mengoptimalkan alat penukar kalor pada kendaraan. Alat penukar kalor (*Heat Exchanger*) merupakan alat yang memfasilitasi pertukaran kalor antara dua benda yang berada pada suhu berbeda. Energi bisa beralih tempat dikarenakan adanya interaksi dari sistem dengan lingkungan. *Work* dan *heat* merupakan interaksi. Disiplin ilmu termodinamika hanya mempelajari *the end state* dari proses selama terjadinya proses. Termodinamika juga tidak memberikan informasi tentang interaksi alami dan laju waktu terjadinya proses tersebut. *Heat transfer* bertujuan untuk mengembangkan analisis termodinamika dengan mempelajari perbedaan tipe proses perpindahan kalor dan

mengembangkan hubungan untuk menghitung laju perpindahan kalor. Alat penukar kalor digunakan di berbagai bidang seperti pada kendaraan (*automobile*) yakni radiator pada sistem pendingin kendaraan. Sistem pendingin kendaraan (*Vehicle Cooling System*) adalah sistem yang berfungsi menjaga keadaan mesin agar tidak terjadi panas berlebih (*overheat*) pada mesin kendaraan. Sistem pendingin kendaraan (*Vehicle Cooling System*) memiliki beberapa elemen atau bagian-bagian seperti radiator *fan*, *sentrifugal pump*, *thermostat*, *coolant*, *valve* dan radiator. Radiator merupakan alat yang memiliki fungsi menyerap kalor yang dihasilkan proses pembakaran dengan cara mendinginkan cairan pendingin dengan cara menghembuskan udara yang dihasilkan oleh *radiator fan*. *Radiator fan* atau kipas radiator adalah salah satu bagian dari sistem pendingin. Cairan pendingin akan didinginkan oleh udara yang berasal dari radiator fan agar mesin pada kendaraan tidak mengalami over heating. Radiator fan di desain sedemikian rupa agar kecepatan aliran udaranya sesuai dengan kebutuhan proses perpindahan kalor dan memiliki efektifitas yang optimal. Berdasarkan uraian tersebut, saya mencoba untuk meneliti dan mengkaji efektivitas dari radiator dengan menggunakan jumlah fan blade yang berbeda dengan variasi cairan pendingin. Sehingga, didapat informasi tentang perpindahan kalor dengan beberapa keadaan yang dihasilkan oleh radiator. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di dapat hasil bahwa Keseimbangan energi yang diperoleh pada pengujian radiator memiliki tingkat penyimpangan atau deviasi antara - 4 % hingga 3,93%. Hal ini menunjukkan bahwa metode pengujian radiator secara eksperimental yang digunakan sudah cukup baik dengan Efektivitas radiator terbesar terjadi pada jumlah bilah 5 dengan campuran 50% Pertamina *Coolant* dengan nilai efektivitas $\varepsilon = 42,88$ % dan efektivitas radiator terkecil terjadi pada jumlah bilah 3 dengan fluida pendingin air 100% dengan nilai efektivitas $\varepsilon = 32,20$ %.

Kata Kunci : *Heat Transfer*, Sistem Pendingin Kendaraan, Radiator, Coolant. Efektivitas

SUMMARY

ANALYSIS OF THE EFFECT OF NUMBER OF FAN BLADE WITH VARIATION OF COOLANT ON RADIATOR EFFECTIVENESS

Scientific Writing in the form of a thesis, January 2022

M Aldi Yahya ; Supervised of Dr. H. Ismail Thamrin, S.T, M.T.

ANALISIS PENGARUH JUMLAH FAN BLADE DENGAN VARIASI CAIRAN PENDINGIN TERHADAP EFEKTIVITAS RADIATOR

XXIX+ 71 Halaman, 6 Tabel, 25 Gambar.

SUMMARY

The vehicle industry is considered to have an important role in the economic growth of a region. Therefore, efforts to develop the vehicle industry continue to be made, such as improving the performance of vehicle engines to make them more ideal and efficient. One way to improve vehicle engine performance is to optimize the vehicle's heat exchanger. A heat exchanger is a device that facilitates heat exchange between two objects that are at different temperatures. Energy can change places due to the interaction of the system with the environment. Work and heat are interactions. The discipline of thermodynamics only studies the end state of the process during the process. Thermodynamics also does not provide information about the natural interactions and the rate at which these processes occur. Heat transfer aims to develop thermodynamic analysis by studying the different types of heat transfer processes and developing relationships to calculate heat transfer rates. Heat exchangers are used in various fields such as in vehicles (automobile), namely radiators in vehicle cooling systems. The vehicle cooling system (Vehicle Cooling System) is a system that

functions to keep up the state of the engine so that overheating does not occur in the vehicle engine. The vehicle cooling system (Vehicle Cooling System) has several elements or parts such as a radiator fan, centrifugal pump, thermostat, coolant, valve and radiator. The radiator is a device that has the function of absorbing the heat generated by the combustion process by cooling the coolant by blowing the air generated by the radiator fan. Radiator fan or radiator fan is one part of the cooling system. The radiator fan has a job, namely when the cooling fluid circulates through the radiator and is then cooled by air coming from the radiator fan and then exhaled through the radiator wall slits. The fan on the radiator has a role so that the required air supply is fulfilled. The coolant will be cooled by air coming from the radiator fan so that the engine in the vehicle does not overheat. The radiator fan is designed in such a way that the speed of the air flow is in accordance with the needs of the heat transfer process and has optimal effectiveness. Based on this description, I tried to research and assess the effectiveness of the radiator by using a number of fan blades with variations in the coolant. Thus, information is obtained about heat transfer with several conditions generated by the radiator. Based on the research conducted, it is found that the energy balance obtained in the radiator test has a deviation level or deviation between - 4% to 3.93%. This shows that the experimental radiator testing method used is quite good with the largest radiator effectiveness occurring in the number of blades 5 with a mixture of 50% PertaminaCoolant with an effectiveness value of = 42.88% and the smallest radiator effectiveness occurring in the number of blades 3 with cooling fluid. 100% water with an effectiveness value of = 32.20%.

Keyword: Heat Transfer, Vehicle Cooling System, Radiator, Coolant. Effectiveness

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xxi
DAFTAR TABEL	xxv
DAFTAR GAMBAR	xxix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sistem Pendingin Mesin Kendaraan.....	5
2.2 Jenis-Jenis Sistem Pendingin Kendaraan.....	5
2.2.1 Sistem Pendingin Udara	6
2.2.2 Sistem Pendingin Air	6
2.3 Elemen Sistem Pendingin Mesin Kendaraan.....	7
2.3.1 <i>Radiator Fan</i>	7
2.3.2 Radiator.....	8
2.3.3 <i>Pump</i>	8
2.3.4 <i>Thermostat</i>	8
2.3.5 <i>Coolant</i>	9
2.3.6 <i>Valve</i>	10
2.3.7 <i>Reservoir Tank Radiator</i>	10
2.4 Alat Penukar Kalor	11
2.5 <i>Heat Transfer</i>	11
2.6 Konduksi.....	12
2.7 Alat Penukar Kalor <i>Compact</i>	13
2.8 Analisis dan Perhitungan Pada Sistem Pendingin Kendaraan	14
2.8.1 Perhitungan Luas Perpindahan Kalor Berdasarkan Geometri Radiator.....	15

2.8.2	Analisis Perpindahan Kalor.....	18
2.8.3	Efektifitas Perpindahan Kalor	26
2.9	Penelitian-Penelitian Terdahulu	28
BAB 3 METODE PENELITIAN		31
3.1	Diagram Alir Penelitian	31
3.2	Metode Penelitian.....	32
3.3	Waktu dan Tempat Penelitian	32
3.4	Alat	32
3.4.1	Radiator Mobil	32
3.4.2	Kipas Angin.....	33
3.4.3	Pompa.....	34
3.4.4	Flowmeter.....	34
3.4.5	Anemometer	35
3.4.6	Pemanas Air Listrik.....	35
3.4.7	Katup Air.....	36
3.4.8	Fan Blade.....	36
3.4.9	Thermometer	37
3.5	Bahan.....	37
3.6	Skema Alat Uji Penelitian	37
3.7	Prosedur Pengujian.....	39
3.8	Hasil Diharapkan Pada Penelitian	39
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		41
4.1	Hasil Data Pengujian	41
4.2	Pengolahan Data.....	42
4.2.1	Perhitungan Penampang Radiator	42
4.2.2	Perpindahan Kalor Sisi Udara	43
4.2.3	Perhitungan Energi Balance	44
4.2.4	Perhitungan Efektivitas	44
4.3	Hasil Pengolahan Data	45
4.4	Pembahasan.....	46
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		51
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran.....	52
DAFTAR RUJUKAN		i

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Sistem pendingin udara (Bintoro, 2013)	6
Gambar 2	Sistem pendingin air (Bintoro, 2013).....	6
Gambar 3	<i>Fan internal combustion engine</i> (Yahya, 2002).	7
Gambar 4	Closed and open thermostat (Bintoro, 2013)	9
Gambar 5	Reservoir tank radiator	10
Gambar 6	Bentuk sirip untuk alat penukar kalor pelat-sirip.....	14
Gambar 7	Diagram temperature vs luas daerah kontak untuk analisis aliran-berlawanan laluan tunggal (Thulukkanam, 2013)	22
Gambar 8	Diagram temperature vs luas daerah kontak untuk analisis aliran-berlawanan laluan tunggal(Thulukkanam, 2013)	25
Gambar 9	Diagram temperature vs luas daerah kontak untuk analisis aliran-berlawanan laluan tunggal(Thulukkanam, 2013)	26
Gambar 10	Diagram alir penelitian.....	31
Gambar 11	Radiator	32
Gambar 12	Kipas angin	34
Gambar 13	Pompa air	34
Gambar 14	Flowmeter	35
Gambar 15	Anemometer	35
Gambar 16	Pemanas air listrik	35
Gambar 17	Katup Air.....	36
Gambar 18	<i>Fan blade</i>	36
Gambar 19	Skema Alat Uji	37
Gambar 20	Gambar 3D alat Uji	38
Gambar 21	Gambar Alat	38
Gambar 22	Grafik pengaruh n dengan campuran <i>coolant</i> terhadap q_c	46
Gambar 23	Grafik pengaruh n dengan campuran <i>coolant</i> terhadap q_h	47
Gambar 24	Grafik Pengaruh jumlah fan blade dengan campuran cairan pendingin terhadap Efektivitas (ϵ)	48
Gambar 25	Grafik <i>energi balance</i> pengujian.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Dimensi radiator	33
Tabel 2 Data Pengujian Pada Jumlah <i>Blade</i> 3	41
Tabel 3 Data Pengujian Pada Jumlah <i>Blade</i> 5	41
Tabel 4 Table properties of air at atmospheric pressure 313,95 K.....	43
Tabel 5 Hasil perhitungan pada jumlah <i>blade</i> 5	45
Tabel 6 Hasil perhitunganp ada jumlah blade 3	46

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri kendaraan dinilai memiliki peran penting terhadap pertumbuhan ekonomi suatu wilayah. Oleh karena itu, upaya dalam pengembangan industri kendaraan terus dilakukan seperti dengan meningkatkan kinerja mesin kendaraan agar lebih optimal dan efisien. Salah satu cara untuk meningkatkan kinerja mesin kendaraan adalah dengan mengoptimalkan alat penukar kalor pada kendaraan

Alat penukar kalor (*Heat Exchanger*) merupakan alat yang memfasilitasi pertukaran kalor antara dua benda yang berada pada suhu berbeda. Alat penukar kalor digunakan di berbagai bidang seperti pada kendaraan (*automobile*) yakni radiator pada sistem pendingin kendaraan (Wani et al., 2019). Sistem pendingin kendaraan (*Vehicle Cooling System*) adalah sistem yang berfungsi menjaga keadaan mesin agar tidak terjadi panas berlebih (*overheat*) pada mesin kendaraan. Sistem pendingin kendaraan (*Vehicle Cooling System*) memiliki beberapa elemen atau bagian-bagian seperti radiator *fan*, *sentrifugal pump*, thermostat, *coolant*, *valve* dan radiator (Jatmiko, 2020).

Radiator merupakan alat yang memiliki fungsi menyerap kalor yang dihasilkan proses pembakaran dengan cara mendinginkan cairan pendingin (Prasetyo, 2021). Cairan pendingin akan didinginkan oleh udara yang berasal dari radiator fan agar mesin pada kendaraan tidak mengalami over heating. Radiator fan di desain sedemikian rupa agar kecepatan aliran udaranya sesuai dengan kebutuhan proses perpindahan kalor dan memiliki efektifitas yang optimal (Siahaan, 2018).

Berdasarkan uraian tersebut, saya mencoba untuk meneliti dan mengkaji efektivitas dari radiator dengan menggunakan jumlah fan blade yang berbeda dengan variasi cairan pendingin. Sehingga, didapat informasi tentang perpindahan kalor dengan beberapa keadaan yang dihasilkan oleh radiator.

1.2 Rumusan Masalah

Selama proses pendinginan pada radiator, kecepatan udara dari radiator *fan* dapat mempengaruhi kemampuan penyerapan kalor. Berdasarkan latar belakang di atas rumusan masalah dari penelitian ini ialah saya mencoba meneliti lebih lanjut mengenai:

1. Pengaruh jumlah fan blade dengan variasi cairan pendingin terhadap efektivitas dari radiator.
2. Bagaimana meningkatkan nilai efektivitas pada radiator

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan peneliti perlu mendalami pengkajian mengenai masalah yang dibahas. Oleh karena itu, untuk mempermudah hal tersebut maka masalah tersebut perlu dibatasi. Adapun batasan pada penelitian ini:

1. Radiator mobil
2. Menggunakan *fan blade* berjumlah 3 dan 5
3. Laju aliran air konstan pada 4 liter/menit
4. Menggunakan 3 jenis cairan pendingin yaitu 100% air, air dengan campuran 25% Pertamina *coolant* dan air dengan campuran 50% Pertamina *coolant*

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian antara lain untuk:

1. Menghitung efektivitas radiator.
2. Mendapatkan nilai laju perpindahan kalor.
3. Mendapatkan nilai keseimbangan energi

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dihasilkan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui jumlah *fan blade* yang tepat sehingga dapat dijadikan referensi dimasa yang akan datang.
2. Dapat mengetahui konfigurasi komposisi campuran *coolant* yang baik..

DAFTAR RUJUKAN

- Bintoro. (2013) *Pemeliharaan Mesin Kendaraan Ringan, Pendidikan*. Diedit oleh I. Setyobudi. Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan. Tersediapada:[http://repositori.kemdikbud.go.id/10336/1/Pemeliharaan Mesin Kendaraan Ringan Semester 1.pdf](http://repositori.kemdikbud.go.id/10336/1/Pemeliharaan_Mesin_Kendaraan_Ringan_Semester_1.pdf).
- Çengel, Y. A. and Ghajar, A. J. (2015) *Heat and Mass Transfer : Fundamental & Application, Fifth Edition*. New York: McGraw-Hill Education.
- Dwi Hersandi, D. A. (2018) “Pengaruh jenis fluida pendinginan terhadap kapasitas radiator pada sistem mesin pendingin mesin daihatsu xenia 1300cc,” *JPTM*, 6, hal. 41–52.
- Hidayat, N., Arif, A., & Martias, M. (2019). Perbandingan Kemampuan Pelepasan Panas Pada Alat Penukar Panas Radiator Straight Fin Jenis Circular Cylinder Tube Dengan Flat Tube. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 19(1), 17–24.
<https://doi.org/10.24036/invotek.v19i1.437>
- Incropera, Frank P., dkk. (2011) *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. Hoboken : John Wiley & Sons, Inc.
- Jaim. (2019) “Analisis pengaruh jumlah sudu water pump pada mobil x terhadap terjadinya overheating,” 2(2), hal. 71–78.
- Jatmiko. (2020) “Pengaruh Variasi Jumlah Bilah Kipas Pendingin Dan Jarak Pemasangan Radiator Terhadap Temperatur Air Radiator Pada Mesin Suzuki Katana.”
- Maksum, H. and Sugiarto, T. (2017) ‘Pengaruh Variasi Cairan Pendingin (Coolant) Terhadap Efektivitas Radiator Pada Engine Diesel’, *Jurnal Teknik Otomotif PNP*.
- Mastur. (2015) “Pengaruh Variasi Sudu Kipas Radiator Terhadap Performasi Mesin Pendingin Pada Mobil K3-VI , 1300 CC,” (2), hal. 73–77.

- Prasetyo, A. (2021) “Studi Eksperimental Pergerakan Temperatur Radiator Terhadap Putaran Mesin (Rpm) Dengan Kecepatan Kipas Constant,” 1(1), hal. 33–39.
- PT Sumber Bumi Pratama. (2011) Pertamina Coolant. Available at: <https://sumberbumipratama.co.id/pertamina-coolant/> (Accessed: 18 July 2021).
- Setiawan, D. T. (2018) “Pengaruh Kondisi Temperatur dan Laju Aliran Massa Terhadap Kapasitas Radiator (Assy St-100) Mobil Suzuki Carry Tri Darma Setiawan,” hal. 55–60.
- Siahaan, E. W. (2018) “Pengaruh debit aliran air terhadap efektifitas radiator pada motor bakar bensin 4 langkah dengan kapasitas silinder 1329cc,” 02(02), hal. 75–84.
- Suhartoyo (2010) “Kajian Tentang Jumlah Sudu dan Jarak Kipas Pendingin Terhadap Unjuk Kerja Pendinginan Radiator,” *Jurnal Teknika ATW*, hal. 21–25.
- Saputra, E., Effendy, M., Surono, A., & Prasetya, A. (2018). Kinerja radiator kendaraan pada berbagai laju aliran udara. *The 8th University Research Colloquium 2018, 2006*, 4–9.
- Thulukkanam, K. (2013). *Heat Exchanger Design Handbook*. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Wani, K. *et al.* (2019) “Basics of Radiator and Improvement Techniques,” 4(3), hal. 785–787.
- Yahya, S. M. (2002) *Turbines, Compressors and Fans, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited*. Tersedia pada: https://books.google.com/books?id=mYeNd_jnMvkC&pgis=1.
- Zohuri, B. (2013) *Compact heat exchangers*. Springer. Tersedia pada: DOI 10.1007/978-3-319-29835-1.