



Efektivitas Metode Analisis Konkret Temperatur dan Tekanan pada Kebocoran Sistem Pendingin Mobil

The Effectiveness of Concrete Analysis Methods of Temperature and Pressure in Car Cooling System Leaks

Rizky Farhanul Lisan^{1*}, Rifdarmon¹, Hasan Maksum¹, Dwi Sudarno Putra¹

Abstrak

Pengujian sistem pendingin menjadi salah satu hal penting dalam proses perawatan mesin kendaraan. Penggunaan radiator *tester* menjadi salah satu standar yang telah digunakan dalam bengkel-bengkel perawatan. Proses pengujian radiator *tester* selain membutuhkan alat-alat khusus juga ditemukan beberapa kasus kebocoran yang tidak terdeteksi. Pada penelitian ini penulis mengusulkan sebuah metode analisa konkret yang mendasarkan pada temperatur dan tekanan untuk menguji kebocoran pada sistem pendingin mobil. Penelitian dilakukan dengan eksperimen pada beberapa mobil. Hasil menunjukkan bahwa metode ini terbukti lebih sederhana dan efektif dalam menguji kebocoran.

Kata Kunci

Metode Analisis Konkret, Temperatur dan Tekanan, Sistem Pendingin Mobil

Abstract

One of the crucial steps in car engine maintenance is cooling system testing. One of the criteria that has been used in repair workshops is the usage of a radiator tester. The radiator tester testing procedure discovered multiple instances of leakage that had gone unreported in addition to requiring specific gear. In this work, the authors provide a practical way of analysis based on temperature and pressure to check for cooling system leaks in automobiles. Several autos were used in the research's trials. The findings demonstrate that this approach is both easier and more reliable for checking for leaks.

Keywords

Concrete Analysis Method, Temperature and Pressure, Car Cooling System

¹ Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang Sumatera Barat, Indonesia

* farhanulrizky13@gmail.com

Dikirimkan: 28 Juni 2023. Diterima: 02 Agustus 2023. Diterbitkan: 03 Agustus 2023.

PENDAHULUAN

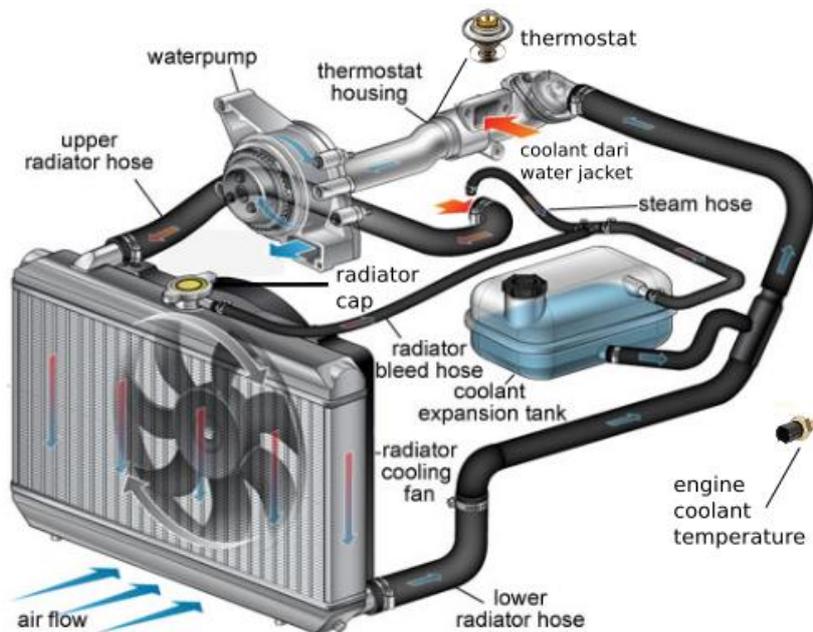
Hanya sekitar 23% dari pembakaran pada motor bakar diubah menjadi tenaga mekanis, sedangkan sisa panas dilepaskan sebagai gas buang atau hilang melalui proses pendinginan. Oleh karena itu, pengetahuan yang memadai tentang mesin sangatlah penting. Untuk memaksimalkan kinerja mesin, perbaikan dan pemeliharaan sistem pendingin mobil harus dilakukan secara teratur sehingga masalah pada sistem pendingin dapat diidentifikasi dan diatasi dengan tepat. Kendaraan yang dilengkapi dengan sistem pendingin air sangat bermanfaat bagi mesin untuk menjaga suhu panas yang dihasilkan dan menjaga stabilitasnya. Namun, masalah dapat terjadi jika sistem pendingin mengalami *over heating*, yang dapat mempengaruhi kinerja mesin dan mengurangi efisiensinya. *Over heating* pada sistem pendingin mesin terjadi ketika suhu kerja mesin tidak tercapai saat mesin beroperasi [1].

Dari banyaknya kasus *overheat*, kebocoran pada mantel air (*water jacket*) dan pecahnya selang radiator walaupun sudah dilakukan pemompaan dengan menggunakan radiator tester dan sudah dikerjakan perawatan atau *maintenance* pada sistem pendingin masih terdapat juga kasus *overheat*, kebocoran pada mantel air dan selang pecah pada radiator [2]. Didukung juga dari hasil observasi yang telah penulis lakukan data yang diperoleh dari bengkel resmi pada saat melakukan pengujian kebocoran radiator wajib menggunakan radiator tester karena sesuai SOP dan dilakukan setiap *service* berkala. Namun, dari hasil observasi di bengkel *M-Dos Technic* mengemukakan hal sebaliknya yaitu setelah dilakukan pengujian dengan radiator tester ternyata masih ada kasus kebocoran pada sistem pendingin radiator karena proses pengujian dengan menggunakan radiator tester dilakukan pada saat kondisi mesin mobil dalam keadaan mati. Oleh karenanya, penulis ingin mengembangkan suatu metode baru untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan menggunakan suatu metode real dari temperatur dan tekanan air mesin serta metode ini lebih akurat yang penulis alami di lapangan daripada menggunakan alat radiator tester. Metode tersebut dapat disebut dengan metode analisis konkret, di mana pada saat temperatur dan tekanan naik akan betul-betul terukur secara real kemudian kekuatan *packing*, klem, dan selang juga betul-betul terukur dengan menggunakan metode ini. Radiator tester tidak mampu untuk simulasikan kejadian yang sebenarnya. Oleh karenanya, tujuan untuk mengetahui seberapa efektif dalam menggunakan metode analisis konkret *temperature and pressure* pada kebocoran sistem pendingin mobil.

Sistem Pendingin

Sistem pendingin secara umum berfungsi untuk mendinginkan suhu mesin agar kondisi mesin tetap prima dan mobil bisa digunakan dengan baik tanpa terjadi kerusakan. Jika mesin mengalami kerusakan maka mesin perlu diidentifikasi dan dilakukan perbaikan pada komponen yang mengalami kerusakan [3]. Sistem pendinginan ini memiliki peranan yang sangat penting untuk menjaga agar suhu mesin tetap stabil dan dalam kondisi yang aman. Sistem pendinginan ini terdiri dari beberapa komponen seperti radiator, kipas pendingin, *water pump*, *thermostat* dan beberapa komponen lainnya yang salah satunya adalah *coolant*. *Coolant* adalah cairan khusus yang berfungsi untuk mendinginkan mesin dan mencegah terjadinya korosi pada sistem pendingin itu sendiri, serta mengontrol suhu atau temperatur mesin agar tidak mengalami kenaikan temperatur yang berlebihan [4].

Sistem pendinginan pada kerja mesin berfungsi sebagai pelindung mesin dengan cara menyerap panas. Panas mesin dihasilkan dari pembakaran bahan bakar di dalam silinder. Panas tersebut merupakan suatu hal yang sengaja diciptakan untuk menghasilkan tenaga, namun jika dibiarkan akan menimbulkan panas yang berlebihan (*over heating*). Panas yang berlebih merupakan penyebab berubahnya sifat-sifat mekanis serta bentuk dari komponen mesin. Apabila komponen mesin telah berubah menyebabkan kinerja mesin terganggu dan mengurangi usia mesin [5].



Gambar 1. Sistem Pendingin Mobil [3]

Sistem pendinginan air sering digunakan pada kendaraan jenis mobil. Pada sistem ini aliran air akan sangat bergantung pada kinerja pompa. Pompa ini berfungsi untuk memompakan cairan pendingin bersirkulasi dan pompa akan sangat bergantung dari kerja dan putaran mesin (*engine*). Sistem penggerak pompa digerakkan oleh mesin melalui bantuan dari tali kipas (*fan belt*) dimana puli mesin sebagai *driver* dan puli pompa sebagai *driven* [6].

Putaran mesin ini akan simultan dengan putaran pompa. Putaran pompa yang relatif cepat akan menghasilkan tekanan cairan pendingin semakin besar. Cairan pendingin berfungsi sebagai media pendingin akan bergerak semakin cepat sehingga banyak menghasilkan cairan pendingin yang dipindahkan atau dipompakan [7]. Proses pembakaran di dalam mesin bensin dan mesin diesel menghasilkan suhu yang sangat tinggi, sekitar 2500°C. Oleh karena itu, sistem pendingin diperlukan untuk menurunkan suhu mesin hingga mencapai suhu yang ideal. Suhu yang tepat akan memastikan kinerja mesin optimal, menjamin umur mesin yang lebih panjang, dan mengurangi emisi gas buang yang berdampak positif bagi lingkungan. Suhu kerja mesin yang ideal berkisar antara 80°-90°C [8].

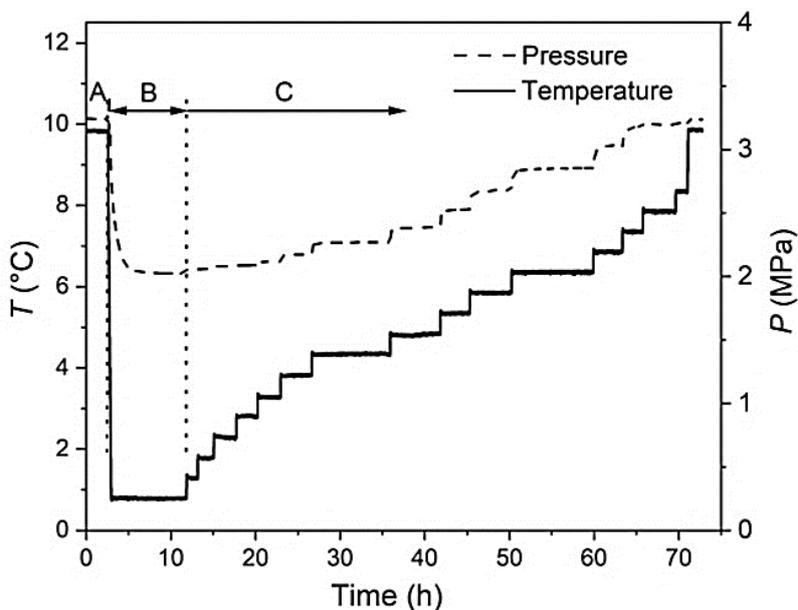
Sistem Pendingin Air

Sistem pendinginan ini menggunakan air sebagai media pendingin mesin dengan mempergunakan konveksi sebagai pengalihan panas [9]. Air berada di sekitar blok silinder mesin, mengambil panas dan kemudian disirkulasikan keluar ke radiator sebagai alat pelepas panas dari air [10]. Penyerapan panas dari mesin dalam sistem pendinginan air dengan memanfaatkan media air sebagai perpindahan panasnya [11]. Radiator alat yang melepaskan panas dengan cara mensirkulasikannya yang berada di sekeliling silinder blok [12]. Ada banyak komponen yang terkait dalam sistem pengkondisian air ini, seperti radiator, kipas pengkondisian (*fan*), pompa pengkondisian (*water pump*), termostat (*thermostat*), tangki cadangan (*reserve tank*), sirip pengkondisian (*transmission cooler/fin*), dan selang air (*water hose*) [13].

Sistem pendingin air lebih banyak memerlukan komponen, di antaranya adalah radiator, tangki, tutup radiator, *overflow pipe*, *reservoir tank*, *radiator cell*, *radiator core*, *radiator hose*, *drain cock*, *water pump*, *thermostat*, *water coolant*, *cooling fan*, indikator suhu, mantel pendingin, dan sensor pendingin [14].

Hubungan Karakteristik Suhu Air dan Tekanan

Hubungan umum antara tekanan (P), suhu (T) air memiliki hubungan yang sejalan dimana pada saat suhu naik maka tekanan naik. Ini dibuktikan dengan grafik pada Gambar 2 dan Tabel 1 [15]. Karakteristik suhu air dan tekanan ini berhubungan dengan cairan pendingin mesin mobil, jadi apabila temperatur cairan pendingin naik maka tekannya akan ikut naik sehingga dapat menyebabkan mesin mengalami *over heating* dan menyebabkan komponen-komponen sistem pendinginan lainnya menjadi malfungsi.



Gambar 2. Grafik Karakteristik Air dan Tekanan [15]

Tabel 1. Tekanan Terhadap Suhu

T°C	P (mmHg)						
0	4,58	21	18,65	35	42,2	92	567,0
5	6,54	22	19,83	40	55,3	94	610,9
10	9,21	23	21,07	45	71,9	96	657,6
12	10,52	24	22,38	50	97,5	98	707,3
14	11,99	25	23,76	55	118,0	100	760,0
16	13,63	26	25,21	60	149,4	102	815,9
17	14,53	27	26,76	65	187,5	104	875,1
18	15,48	28	28,35	70	233,7	106	937,9
19	16,84	29	30,04	80	355,1	108	1.004,6
20	17,54	30	31,82	90	525,8	110	1.074,6

Radiator Tester

Radiator tester merupakan alat yang digunakan untuk menguji kebocoran pada radiator dalam kondisi mesin beroperasi atau kondisi tidak beroperasi dengan waktu tertentu, jika terjadi kebocoran ada terbaca pada alat radiator tester dan tekanan akan cenderung menurun. Perubahan material untuk meminimalisasi kebocoran air pada sistem pendingin, juga akan berdampak pada kerusakan komponen selang, cap, dan tube [12]. Pada umumnya, pengujian kebocoran sistem pendingin mobil dilakukan dengan menggunakan radiator tester, namun pengujian kebocoran sistem pendingin pada mobil menggunakan radiator tester ini masih memiliki kekurangan yaitu tidak dapat mengetahui keadaan temperatur mesin atau pada saat temperatur mesin berapa derajat sistem pendingin mobil terdapat kebocoran dikarenakan

menggunakan radiator tester ini pengujiannya hanya mendapatkan nilai tekanannya saja dan dilakukan dalam keadaan kondisi mesin mobil mati, sehingga terkadang dari hasil pengujian menggunakan radiator tester ini masih terdapat kebocoran dan menyebabkan mesin mobil mengalami *over heating*.

Metode Analisis Konkret

Metode analisis konkret ini ialah metode yang diusulkan peneliti untuk mengganti metode pengujian kebocoran pada sistem pendingin mobil menggunakan radiator tester. Metode analisis konkret ini dilakukan dengan cara melihat kebocoran pada saluran sistem pendingin dengan melepas *socket* kabel motor pada kipas radiator atau mencabut *relay fan* pada *fuse box* kemudian menghidupkan mesin dan menunggu air pendingin melimpah ke reservoir tank. Metode analisis konkret ini dapat mengetahui tekanan air pendingin dan pada saat temperatur mesin berapa derajat sistem pendingin mobil terdapat kebocoran sehingga hasil yang didapatkan jika terjadi kebocoran pada sistem pendingin dapat diketahui berdasarkan keadaan sebenarnya dari kondisi mesin mobil tersebut.

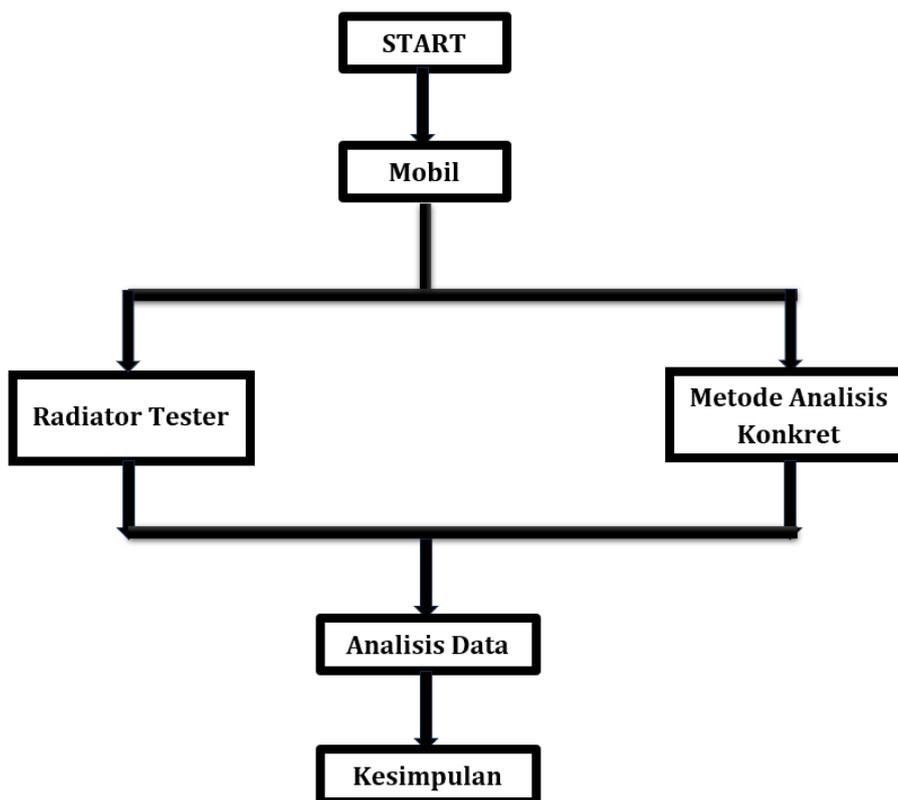
Prosedur penelitian pengujian kebocoran sistem pendingin mobil dengan menggunakan metode analisis konkret yaitu:

1. Melepaskan *socket* kabel motor pada kipas radiator atau mencabut *relay fan* pada *fuse box*.
2. Menghidupkan mesin mobil, kemudian mengamati sampai air pendingin melimpah ke *reservoir tank*.
3. mengamati apakah terdapat kebocoran pada saluran sistem pendingin
4. Jika terjadi kebocoran, segera lakukan langkah perbaikan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Metode penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan hasil pada sebuah objek yang sama. Tahap-tahapan penelitian ini dimulai dari persiapan alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian, pada penelitian ini kendaraan yang digunakan ialah mobil. Metode penelitian eksperimen memiliki makna sebagai metode penelitian yang digunakan dalam mencari pengaruh dari perlakuan tertentu terhadap suatu objek yang sama dengan kondisi yang terkendali [16]. Metode penelitian eksperimen merupakan metode penelitian yang dilakukan guna mencari kemungkinan sebab dan akibat yang saling berhubungan dengan cara memberikan perlakuan pada satu atau lebih kelompok eksperimental kemudian membandingkan hasilnya dengan satu atau lebih kelompok kontrol yang tidak diberi perlakuan [17].

Proses pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan saat pengujian dilaksanakan, kemudian diikuti dengan analisis data dan perbandingan hasil penelitian. Metode analisis yang dipakai dalam penelitian ini adalah proses pengumpulan dan pengorganisasian data dengan cermat yang diperoleh melalui pengujian langsung pada suhu dan tekanan konkret pada kebocoran sistem pendingin mobil. Kegiatan analisis data mencakup tiga tahap yaitu penyajian data, perbandingan data, dan penarikan kesimpulan. Untuk perbandingan data dilakukan dengan membuat tabel data perbandingan dan mendeeksripsikan data tersebut yang kemudian akan ditarik kesimpulannya. Untuk kerangka berpikir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kerangka Berpikir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan pengumpulan data yang telah dilakukan untuk pengujian kebocoran pada sistem pendingin radiator mobil dengan menggunakan radiator tester dan dengan menggunakan metode analisis konkret *temperature and pressure* dengan perlakuan terhadap 8 objek penelitian, antara lain 3 unit Mobil Chevrolet Captiva Tipe NFL, 1 unit Mobil Toyota Vios, 1 unit Mobil Honda Brio, 1 unit Mobil Nissan Grand Livina, 1 unit Mobil Hyundai i20, dan 1 unit Mobil Daihatsu Sirion.

Kemudian didapatkan hasil penelitian kebocoran pada sistem pendingin radiator mobil dengan menggunakan radiator tester dan dengan menggunakan metode analisis konkret *temperature and pressure* dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 2. Hasil data penelitian

Mobil	Metode Pengujian <i>Temperature and Pressure</i>					
	Metode Analisa Konkret			Metode Analisa Menggunakan Radiator Tester		
	<i>Temperature</i> (°C)	<i>Pressure</i> (kPa)	Pengamatan	<i>Temperature</i> (°C)	<i>Pressure</i> (kPa)	Pengamatan
Chevrolet Captiva Tipe NFL (1)	102	1,4	Tidak Terdapat Kebocoran	-	1,4	Tidak Ada Kebocoran
Chevrolet Captiva	95	1,4	Terdapat Kebocoran	-	1,4	Terdapat Kebocoran

Mobil	Metode Pengujian <i>Temperature and Pressure</i>					
	Metode Analisa Konkret			Metode Analisa Menggunakan <i>Radiator Tester</i>		
	<i>Temperature</i> (°C)	<i>Pressure</i> (kPa)	Pengamatan	<i>Temperature</i> (°C)	<i>Pressure</i> (kPa)	Pengamatan
Tipe NFL (2)						
Chevrolet Captiva Tipe NFL (3)	94	1,4	Terdapat Kebocoran	-	1,4	Terdapat Kebocoran
Honda Brio	121	1,1	Tidak Ada Kebocoran	-	1,1	Tidak Ada Kebocoran
Nissan Grand Livina	117	0,9	Terdapat Kebocoran	-	0,9	Terdapat Kebocoran
Hyundai i20	111	1,1	Terdapat Kebocoran	-	1,1	Terdapat Kebocoran
Daihatsu Sirion	120	1,1	Tidak ada Kebocoran	-	1,1	Tidak Ada Kebocoran

Tabel 3. Perbandingan data penelitian

Mobil	Perbandingan
Chevrolet Captiva Tipe NFL (1)	<ol style="list-style-type: none"> Pada pengujian dengan menggunakan metode analisis konkret didapatkan bahwa dengan tekanan 1,4 bar dan temperatur mesin sudah mencapai 102°C tidak ditemukan kebocoran pada sistem pendingin mobil. Pada pengujian menggunakan radiator tester didapatkan bahwa dengan tekanan 1,4 bar dinyatakan tidak terdapat kebocoran pada sistem pendingin mobil.
Chevrolet Captiva Tipe NFL (2)	<ol style="list-style-type: none"> Pada pengujian dengan menggunakan metode analisis konkret didapatkan bahwa dengan tekanan 1,4 bar dan temperatur mesin sudah mencapai 95°C ditemukan kebocoran pada sistem pendingin mobil. Pada pengujian menggunakan radiator tester didapatkan bahwa dengan tekanan 1,4 bar dinyatakan terdapat kebocoran pada sistem pendingin mobil.
Chevrolet Captiva Tipe NFL (3)	<ol style="list-style-type: none"> Pada pengujian dengan menggunakan metode analisis konkret didapatkan bahwa dengan tekanan 1,4 bar dan temperatur mesin sudah mencapai 94°C ditemukan kebocoran pada sistem pendingin mobil. Pada pengujian menggunakan radiator tester didapatkan bahwa dengan tekanan 1,4 bar dinyatakan terdapat kebocoran pada sistem pendingin mobil.
Honda Brio	<ol style="list-style-type: none"> Pada pengujian dengan menggunakan metode analisis konkret didapatkan bahwa dengan tekanan 1,1 bar dan temperatur mesin sudah mencapai 121°C tidak ditemukan kebocoran pada sistem pendingin mobil.

Mobil	Perbandingan
	2. Pada pengujian menggunakan radiator tester didapatkan bahwa dengan tekanan 1,1 bar dinyatakan tidak terdapat kebocoran pada sistem pendingin mobil.
Nissan Grand Livina	1. Pada pengujian dengan menggunakan metode analisis konkret didapatkan bahwa dengan tekanan 0,9 bar dan temperatur mesin sudah mencapai 117°C ditemukan kebocoran pada sistem pendingin mobil. 2. Pada pengujian menggunakan radiator tester didapatkan bahwa dengan tekanan 0,9 bar dinyatakan terdapat kebocoran pada sistem pendingin mobil.
Hyundai i20	1. Pada pengujian dengan menggunakan metode analisis konkret didapatkan bahwa dengan tekanan 1,1 bar dan temperatur mesin sudah mencapai 111°C ditemukan kebocoran pada sistem pendingin mobil. 2. Pada pengujian menggunakan radiator tester didapatkan bahwa dengan tekanan 1,1 bar dinyatakan terdapat kebocoran pada sistem pendingin mobil.
Daihatsu Sirion	1. Pada pengujian dengan menggunakan metode analisis konkret didapatkan bahwa dengan tekanan 1,1 bar dan temperatur mesin sudah mencapai 120°C tidak ditemukan kebocoran pada sistem pendingin mobil. 2. Pada pengujian menggunakan radiator tester didapatkan bahwa dengan tekanan 1,1 bar dinyatakan tidak terdapat kebocoran pada sistem pendingin mobil.

Pembahasan

Berdasarkan hasil data penelitian yang telah Penbeliti uraikan bahwasanya pengujian kebocoran sistem pendingin radiator dengan menggunakan alat radiator tester dan metode *temperature and pressure* sebagai berikut:

1. Chevrolet Captiva Tipe NFL (1): Metode Analisa Konkret: Pada tekanan 1,4 kPa dan temperatur 102°C, tidak ditemukan kebocoran pada sistem pendingin mobil. Metode Analisa Menggunakan Radiator *Tester*: Pada tekanan 1,4 kPa, tidak ditemukan kebocoran pada sistem pendingin mobil.
2. Chevrolet Captiva Tipe NFL (2): Metode Analisa Konkret: Pada tekanan 1,4 kPa dan temperatur 95°C, terdapat kebocoran pada sistem pendingin mobil. Metode Analisa Menggunakan Radiator *Tester*: Pada tekanan 1,4 kPa, terdapat kebocoran pada sistem pendingin mobil.
3. Chevrolet Captiva Tipe NFL (3): Metode Analisa Konkret: Pada tekanan 1,4 kPa dan temperatur 94°C, terdapat kebocoran pada sistem pendingin mobil. Metode Analisa Menggunakan Radiator *Tester*: Pada tekanan 1,4 kPa, terdapat kebocoran pada sistem pendingin mobil.
4. Honda Brio: Metode Analisa Konkret: Pada tekanan 1,1 kPa dan temperatur 121°C, tidak ditemukan kebocoran pada sistem pendingin mobil. Metode Analisa Menggunakan Radiator *Tester*: Pada tekanan 1,1 kPa, tidak ditemukan kebocoran pada sistem pendingin mobil.
5. Nissan Grand Livina: Metode Analisa Konkret: Pada tekanan 0,9 kPa dan temperatur 117°C, terdapat kebocoran pada sistem pendingin mobil. Metode Analisa Menggunakan Radiator *Tester*: Pada tekanan 0,9 kPa, terdapat kebocoran pada sistem pendingin mobil.

6. Hyundai i20: Metode Analisa Konkret: Pada tekanan 1,1 kPa dan temperatur 111°C, terdapat kebocoran pada sistem pendingin mobil. Metode Analisa Menggunakan Radiator Tester: Pada tekanan 1,1 kPa, terdapat kebocoran pada sistem pendingin mobil.
7. Daihatsu Sirion: Metode Analisa Konkret: Pada tekanan 1,1 kPa dan temperatur 120°C, tidak ditemukan kebocoran pada sistem pendingin mobil. Metode Analisa Menggunakan Radiator Tester: Pada tekanan 1,1 kPa, tidak ditemukan kebocoran pada sistem pendingin mobil.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka peneliti dapat menyimpulkan penelitian ini sebagai berikut : Pengujian kebocoran sistem pendingin dengan menggunakan metode analisis konkret dinilai lebih efektif dan sederhana untuk digunakan dalam melakukan pengujian kebocoran sistem pendingin dibandingkan dengan menggunakan radiator. Hasil pengujian *temperature and pressure* pada beberapa mobil dengan menggunakan dua metode analisis yang berbeda. Hasil pengujian menunjukkan adanya kebocoran pada beberapa mobil, sementara mobil lainnya tidak mengalami kebocoran pada sistem pendingin radiator. Metode analisa konkret dan metode analisa menggunakan radiator *tester* memberikan hasil yang sejalan dalam mendeteksi kebocoran pada sistem pendingin mobil.

Saran

Peneliti memberikan saran bagi peneliti lainnya yang ingin melakukan penelitian lanjutan, pada saat melakukan pengujian kebocoran sistem pendingin ini sebaiknya menggunakan cairan radiator *water coolant* karena titik didihnya tinggi dan membuat mesin lebih awet daripada menggunakan air biasa.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] C. D. Wicaksana dan I. Pranoto, "Studi Eksperimental Pengaruh Geometri Pin Fins Terhadap Fenomena Flow Boiling," *Prosiding SENASTITAN: Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan*, vol. 2, no. 0, Art. no. 0, Mar 2022.
- [2] A. Pujiono, "Upaya Mengatasi Overheating Saat AC Beroperasi pada Mobil Daihatsu Espass Tahun 1997," *1*, vol. 10, no. 1, Art. no. 1, 2019, doi: 10.24905/eng.v10i1.1472.
- [3] M. Musa, B. Budiyo, dan A. Feriansah, "Analisa Gangguan Sistem Pendingin Pada Mesin Avanza 1300 cc," *Surya Teknika*, hlm. 60–69, Apr 2019, doi: 10.48144/suryateknika.v3i1.1289.
- [4] W. Elbar, "Sistem Pendingin Pada Toyota Kijang Innova," *FOCUS TEKNIK MESIN UPMI*, vol. 1, no. 1, Art. no. 1.
- [5] E. W. B. Siahaan, "Pengaruh Debit Aliran Air Terhadap Efektifitas Radiator Pada Motor Bakar Bensin 4 Langkah Dengan Kapasitas Silinder 1329 cc," *JUITECH: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Quality*, vol. 2, no. 2, Art. no. 2, Nov 2018, doi: 10.36764/ju.v2i2.117.
- [6] W. W. Arso dan F. Gunawan, "Identifikasi Kerusakan Tutup Radiator Terhadap Suhu Engine Toyota Kijang 5K," *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY*, vol. 4, no. 1, Art. no. 1, Jun 2020, doi: 10.31289/jmemme.v4i1.3535.
- [7] S. Anwar dan A. Y. R. Putra, "Perpindahan Panas Pada Air Radiator Terhadap Efektivitas Penyerapan Panas Pada System Pendingin Mesin Motor Bensin 4 Langkah Honda CBR 150r," *Jurnal Ekliptika*, vol. 1, no. 2, Art. no. 2, Des 2020.

- [8] F. Yuliyanti, B. Budiyo, dan I. Prasetyo, "Identifikasi Sistem Pendingin Pada Mesin Diesel Mitsubishi 100 PS," *Surya Teknika*, hlm. 19–24, Apr 2019, doi: 10.48144/suryateknika.v3i1.1285.
- [9] E. Wahidri, E. Alwi, dan R. Lapisa, "Effect of Heating Fuel through the Upper Tank Radiator with Copper Pipes Against Torque and Power," *1*, vol. 1, no. 2, Art. no. 2, Mei 2019, doi: 10.46574/motivection.v1i2.4.
- [10] I. Prasetyo dan A. P. Pardana, "Identifikasi Dan Trouble Shooting Sistem Pendinginan Pada Mesin Daihatsu Granmax Dan Cara Mengatasinya," *Surya Teknika*, hlm. 6–16, Okt 2018, doi: 10.48144/suryateknika.v2i2.1271.
- [11] F. Febrianti, D. Nofriansyah, dan F. Sonata, "Sistem Pakar Untuk Mengidentifikasi Kerusakan Pada Sistem Pendinginan Air (Water Cooling System) Mesin Mobil Dengan Metode Dempster Shafer," *Jurnal Cyber Tech*, vol. 4, no. 3, Art. no. 3, Agu 2022, doi: 10.53513/jct.v4i3.924.
- [12] N. Hidayat, M. Y. Setiawan, dan A. Arif, "Studi Eksperimental Kemampuan Pelepasan Panas pada Radiator Straight Fin Jenis Flat Tube dengan Variasi Cooling Liquid," *Invotek: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, vol. 20, no. 3, Art. no. 3, 2020.
- [13] N. L. H. Saragih, H. Maksun, dan T. Sugiarto, "Pengaruh Variasi Cairan Pendingin (Coolant) Terhadap Efektivitas Radiator Pada Engine Diesel," *Automotive Engineering Education Journals*, vol. 6, no. 4, Art. no. 4, Okt 2017, Diakses: 27 Juli 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/poto/article/view/3517>
- [14] R. Dalimunthe, "Pengaruh Aliran Air Terhadap Efektifitas Radiator Toyota Kijang 5-K," *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik*, vol. 4, no. 2, Art. no. 2, 2019, doi: 10.24967/teksis.v4i2.645.
- [15] W. Liang, J. Zhou, dan C. Wei, "Uniqueness of the equilibrium relationship among temperature, pressure and liquid water content in hydrate-bearing soils," *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, vol. 88, hlm. 103820, Apr 2021, doi: 10.1016/j.jngse.2021.103820.
- [16] Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta, 2013. Diakses: 13 Juli 2023. [Daring]. Tersedia pada: [//digilib.unigres.ac.id%2Findex.php%3Fp%3Dshow_detail%26id%3D43](http://digilib.unigres.ac.id%2Findex.php%3Fp%3Dshow_detail%26id%3D43)
- [17] A. Tanzeh dan S. Arikunto, "Metode Penelitian Metode Penelitian," *Metode Penelitian*, vol. 43, hlm. 22–34, 2020.