

Pengaruh *Oil Cooler* terhadap Suhu Mesin dan Performa Mesin pada Sepeda Motor CB 200CC

Yoga Arifka Ardhana^{1,*}, Arif Kurniawan¹

¹ Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Malang, Jawa Timur, Indonesia

Kata kunci

Oil Cooler
Suhu Mesin
Performa Mesin
Dynotest

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penggunaan *oil cooler* terhadap suhu dan performa mesin pada sepeda motor CB 200cc. Suhu mesin yang tinggi akibat pembakaran dapat menurunkan kualitas pelumasan oli, mempercepat keausan komponen, dan menurunkan performa. Untuk itu, *oil cooler* digunakan sebagai sistem pendinginan tambahan guna menjaga kestabilan suhu oli dan efisiensi termal mesin. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan pendekatan kuantitatif melalui pengujian dua kondisi, yaitu tanpa dan dengan *oil cooler*, menggunakan *dynotest* dan termometer digital pada RPM 4000–9000 selama 15, 30, dan 45 menit. Hasil menunjukkan bahwa *oil cooler* mampu menurunkan suhu oli hingga 13°C, meningkatkan daya maksimum dari 11,2 Hp menjadi 12,3 Hp, serta menaikkan torsi dari 11,2 Nm menjadi 12,4 Nm. Nilai AFR juga menunjukkan pembakaran lebih efisien, mendekati rasio ideal 14,7:1. Kesimpulannya, *oil cooler* efektif menurunkan suhu mesin dan meningkatkan performa, sehingga direkomendasikan untuk penggunaan motor dengan beban berat atau durasi kerja panjang.

* Corresponding author:

Yoga Arifka Ardhana (email: ardhanayoga397@gmail.com)

Diterima: 14 Agustus 2025

Disetujui: 24 Maret 2026

Dipublikasikan: 31 Maret 2026

1 Pendahuluan

Perkembangan sepeda motor di Indonesia terus meningkat, seiring dengan semakin tingginya kebutuhan masyarakat akan kendaraan yang efisien dan ramah lingkungan. Sepeda motor CB, misalnya, menjadi pilihan utama karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan mesin 2-tak. Selain menghasilkan emisi yang lebih rendah, mesin ini juga tidak memerlukan campuran bahan bakar dengan oli serta memiliki usia pakai yang lebih lama. Akan tetapi, salah satu tantangan utama yang muncul adalah tingginya suhu yang dihasilkan selama proses pembakaran. Tingginya suhu ini, pada akhirnya, dapat memengaruhi viskositas oli serta kinerja pelumasan mesin. Sebagaimana yang diungkapkan oleh Huang dan Wu (2023), suhu mesin yang tidak terkontrol akan mempercepat keausan komponen mesin, terutama jika kendaraan digunakan dengan intensitas tinggi setiap harinya.

Untuk mengatasi masalah tersebut, sistem pendinginan menjadi solusi utama yang harus diterapkan. Pada sepeda motor CB, terdapat dua jenis sistem pendinginan, yakni pendinginan udara dan pendinginan cair. Di satu sisi, pendinginan udara biasanya digunakan pada sepeda motor berkapasitas mesin kecil hingga menengah. Di sisi lain, pendinginan cair lebih banyak digunakan pada sepeda motor dengan kapasitas mesin yang lebih besar karena dinilai lebih efektif dalam menyerap panas. Menurut Garcia dan Lopez (2022), penerapan *oil cooler* sebagai bagian dari sistem pendinginan cair dapat meningkatkan efisiensi pendinginan hingga 35% dibandingkan sistem konvensional. Dengan demikian, *oil cooler* tidak hanya menjaga stabilitas suhu oli, tetapi juga secara signifikan mendukung performa mesin agar tetap optimal dalam berbagai kondisi.

Selain itu, penggunaan *oil cooler* juga terbukti memberikan manfaat tambahan yang signifikan. Tanaka et al. (2023) mengungkapkan bahwa *oil cooler* mampu mengurangi konsumsi bahan bakar hingga 12%, karena

mesin bekerja pada suhu yang lebih stabil. Lebih lanjut, Miller (2023) menambahkan bahwa desain oil cooler berbasis tabung sirip memungkinkan penurunan suhu

oli hingga 18%, yang membuat mesin tetap bekerja optimal meskipun berada dalam kondisi ekstrem. Bahkan, menurut Ahmed dan Rahman (2023), penggunaan oil cooler tidak hanya menjaga suhu mesin tetap stabil, tetapi juga membantu mengurangi emisi gas buang. Oleh karena itu, penerapan teknologi oil cooler dapat menjadi solusi efektif untuk mendukung pengoperasian kendaraan yang lebih ramah lingkungan.

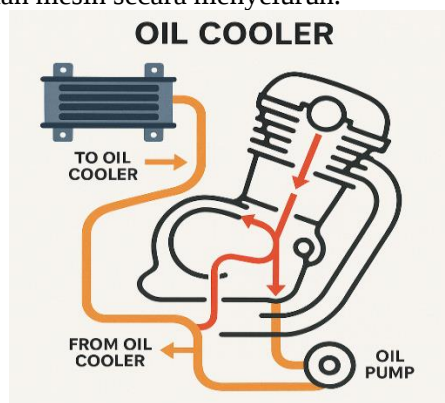
Namun demikian, efektivitas oil cooler sangat bergantung pada material dan desainnya. Penelitian yang dilakukan oleh Liu dan Zhang (2023) menunjukkan bahwa oil cooler berbahan aluminium memiliki kemampuan transfer panas yang jauh lebih baik dibandingkan material lainnya. Selain itu, Rossi (2023) juga menyoroti pentingnya penempatan oil cooler yang strategis agar sirkulasi udara dapat berlangsung optimal. Oleh sebab itu, pengembangan teknologi oil cooler yang efisien, baik dari segi desain maupun material, menjadi langkah penting untuk meningkatkan performa mesin, memperpanjang umur pakai komponen, serta menjaga kestabilan suhu oli pada kendaraan bermotor.

Berdasarkan berbagai fakta yang telah dipaparkan di atas, penelitian ini akan mengkaji lebih dalam mengenai pengaruh penggunaan oil cooler terhadap performa mesin dan umur pakai komponen pada sepeda motor CB dengan kapasitas mesin 200cc. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh data empiris yang tidak hanya relevan, tetapi juga memberikan rekomendasi strategis bagi produsen sepeda motor untuk terus mengembangkan teknologi pendinginan yang lebih adaptif, efektif, dan ramah lingkungan.

2 Metode Penelitian

2.1 Pembuatan Jalur Oil Cooler

Pembuatan *oil cooler* pada mesin CB 200cc diawali dengan menentukan posisi pemasangan yang strategis, biasanya di bagian depan motor agar mendapatkan aliran udara maksimal. Selanjutnya, dilakukan pemasangan adaptor sandwich plate di antara blok mesin dan filter oli, yang berfungsi untuk mengalirkan oli menuju *oil cooler*. Setelah itu, selang oli tahan panas dipasang dari adaptor ke radiator kecil (*oil cooler*) yang sudah diposisikan, lalu dari *oil cooler* kembali lagi ke adaptor untuk melanjutkan sirkulasi oli. Tahap berikutnya adalah memastikan semua sambungan selang kencang dan tidak bocor dengan melakukan pengecekan tekanan oli. Setelah sistem terpasang, dilakukan pengisian ulang oli mesin untuk menyesuaikan kapasitas yang bertambah akibat volume *oil cooler* dan selang. Terakhir, dilakukan uji coba mesin untuk memantau kestabilan suhu dan memastikan bahwa aliran oli berjalan dengan lancar, yang bertujuan untuk menjaga suhu mesin tetap optimal serta meningkatkan performa dan ketahanan mesin secara menyeluruh.



Gambar 1 Skema jalur *oil cooler*



Gambar 2 Jalur oil cooler

2.2 Dynotest 1 (Suhu)

Pengukuran suhu mesin dalam penelitian ini dilakukan menggunakan alat termogun (infrared thermometer) yang berfungsi untuk mengukur suhu permukaan tanpa menyentuh objek secara langsung. Alat ini bekerja dengan mendeteksi radiasi inframerah yang dipancarkan oleh permukaan mesin, lalu mengonversinya menjadi nilai suhu dalam satuan derajat Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

Selama proses dynotest, mesin sepeda motor CB 200cc dijalankan pada berbagai putaran (RPM) dalam kondisi statis di atas alat dynamometer. Pada saat pengujian berlangsung, pengukuran suhu dilakukan secara periodik pada beberapa titik permukaan mesin yang representatif, seperti blok silinder atau kepala silinder, dengan jarak ideal sesuai spesifikasi alat. Pengukuran dilakukan setiap 15 menit hingga durasi maksimal 45 menit pada masing-masing RPM yang telah ditentukan, yaitu 3000, 5000, dan 7000 RPM.

Penggunaan termogun memungkinkan peneliti untuk memantau kenaikan suhu mesin secara real-time tanpa mengganggu proses kerja mesin. Hasil pengukuran suhu ini kemudian dibandingkan antara kondisi tanpa oil cooler dan dengan oil cooler untuk mengetahui efektivitas pendinginan terhadap stabilitas suhu mesin selama operasi. Data yang diperoleh dicatat dan dianalisis dalam bentuk tabel serta grafik sebagai bagian dari evaluasi performa termal mesin.



Gambar 3 Pengukuran suhu mesin

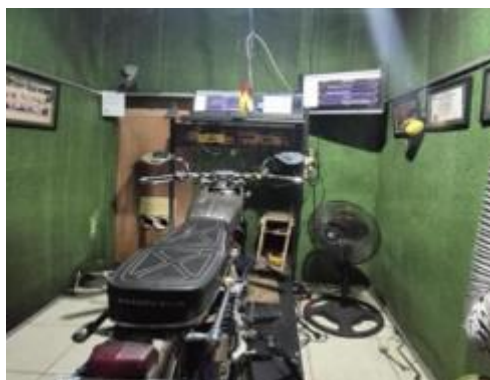
2.3 Dynotest 2 (Performa)

Setelah pengukuran suhu mesin dilakukan, langkah selanjutnya adalah pengujian performa mesin menggunakan alat dynotest (dynamometer test) baik dalam kondisi tanpa oil cooler maupun dengan oil cooler. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh oil cooler terhadap performa mesin, khususnya dalam hal daya (Horsepower) dan torsi (Torque) yang dihasilkan pada berbagai tingkat putaran mesin (RPM).

Proses dynotest dilakukan dengan menjalankan mesin sepeda motor CB 200cc pada posisi statis, di mana roda belakang dihubungkan langsung ke alat dynamometer. Mesin kemudian dioperasikan pada putaran bertahap, mulai dari 4000 hingga 9000 RPM. Pada setiap tingkatan RPM, alat dynotest akan mencatat output tenaga dan torsi mesin secara otomatis.

Pengujian pertama dilakukan tanpa oil cooler sebagai kondisi dasar atau kontrol. Setelah itu, dilakukan pemasangan oil cooler pada jalur oli mesin, dan pengujian diulang dalam kondisi yang sama (RPM, durasi, dan lingkungan). Hasil yang diperoleh dari kedua pengujian kemudian dibandingkan untuk melihat perubahan performa yang terjadi.

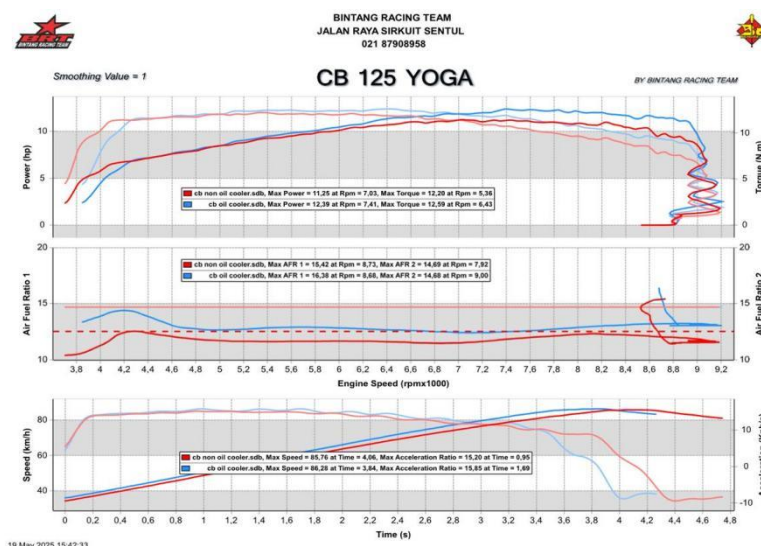
Dengan membandingkan nilai horsepower dan torsi antara dua kondisi tersebut, dapat dianalisis apakah penggunaan oil cooler memberikan peningkatan efisiensi kerja mesin, menjaga kestabilan performa pada RPM tinggi, serta mengurangi potensi penurunan daya akibat suhu oli yang terlalu tinggi. Data hasil dynotest ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menarik kesimpulan mengenai efektivitas penggunaan oil cooler terhadap performa mesin.



Gambar 4 Proses dynotest

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Data Pengujian



Gambar 5 Grafik Hasil Performa

Tabel 1 Hasil Performa

RPM	Power (Hp)		Torque		Air Fuel Ratio	
	Non	Oil cooler	Non	Oil cooler	Non	Oil cooler
4000	4.7	5.2	11.2	12.4	13.3	14.5
5000	7.3	8.1	10.5	11.3	13.7	15.2
6000	9.6	10.6	9.3	10.0	14.2	15.8
7000	11.2	12.3	9.0	9.1	14.6	15.9
8000	10.8	11.2	8.3	8.5	14.7	16.1
9000	9.2	9.6	7.0	7.2	14.7	16.3

3.2 Analisis Pembahasan Poewe (HP)

Tabel 2 Hasil Dari Power dengan RPM

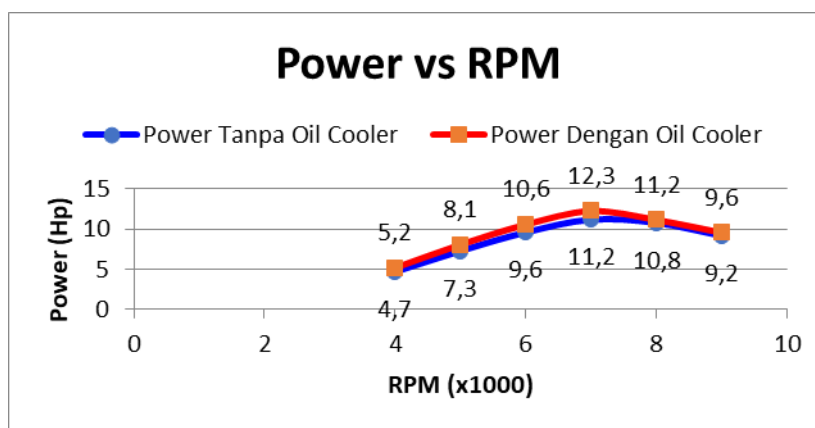
RPM (x1000)	Power Tanpa Oil cooler	Power Dengan Oil cooler
4	4,7	5,2

5	7,3	8,1
6	9,6	10,6
7	11,2	12,3
8	10,8	11,2
9	9,2	9,6

Tabel di atas menampilkan perbandingan daya (power) mesin yang dihasilkan pada berbagai tingkat putaran mesin (RPM) antara dua kondisi, yaitu tanpa oil cooler dan dengan oil cooler. Daya diukur dalam satuan Horsepower (Hp), dengan rentang RPM mulai dari 4000 hingga 9000.

Secara umum, terlihat bahwa mesin yang menggunakan oil cooler menghasilkan daya yang lebih tinggi di seluruh rentang RPM yang diuji. Pada 4000 RPM, daya yang dihasilkan tanpa oil cooler adalah 4,7 Hp, sedangkan dengan oil cooler mencapai 5,2 Hp. Peningkatan ini terus terlihat hingga mencapai puncaknya pada 7000 RPM, di mana daya mencapai 12,3 Hp dengan oil cooler, dibandingkan dengan 11,2 Hp tanpa oil cooler. Setelah 7000 RPM, daya mulai menurun, namun mesin dengan oil cooler tetap mempertahankan output daya yang lebih besar.

Hal ini menunjukkan bahwa oil cooler tidak hanya meningkatkan performa mesin, tetapi juga membantu mempertahankan kestabilan daya, terutama pada RPM tinggi, di mana suhu mesin dan pelumas cenderung meningkat secara signifikan.



Gambar 6 Grafik Hasil Dari *Power* dengan RPM

Dari grafik *Power vs RPM*, dapat diamati bahwa kedua kurva menunjukkan pola yang mirip, yaitu peningkatan daya seiring kenaikan RPM hingga mencapai puncaknya di 7000 RPM, kemudian mengalami penurunan pada 8000 dan 9000 RPM. Namun, perbedaan mencolok terlihat pada ketinggian kurva: kurva dengan oil cooler selalu berada di atas kurva tanpa oil cooler.

Peningkatan daya dengan oil cooler terjadi secara konsisten di setiap RPM yang diuji. Hal ini mengindikasikan bahwa oil cooler memberikan dampak langsung terhadap efisiensi termal mesin. Ketika oli mesin tetap berada pada suhu optimal, pelumasan menjadi lebih efektif, mengurangi gesekan antar komponen, serta mencegah kehilangan energi akibat panas berlebih.

Pada 7000 RPM, terjadi puncak daya pada kedua kondisi. Tanpa oil cooler, mesin mencapai daya 11,2 Hp, sementara dengan oil cooler, daya meningkat menjadi 12,3 Hp. Kenaikan sebesar 1,1 Hp ini merupakan peningkatan sekitar 9,8%, yang cukup signifikan dalam konteks performa mesin. Ini menunjukkan bahwa oil cooler berperan penting dalam menjaga kestabilan suhu oli, terutama pada beban dan RPM tinggi.

Setelah 7000 RPM, kedua kurva mengalami penurunan daya. Penurunan ini disebabkan oleh peningkatan beban termal pada mesin, yang mempengaruhi efisiensi pembakaran dan output daya. Namun, mesin dengan oil cooler tetap memiliki daya yang lebih tinggi dibandingkan tanpa oil cooler. Hal ini menegaskan bahwa oil cooler membantu menunda efek penurunan performa akibat kenaikan suhu oli dan mesin yang ekstrem.

Oil cooler memberikan kestabilan performa dalam jangka waktu yang lebih lama. Dalam aplikasi nyata, seperti kendaraan balap atau mesin industri berat yang beroperasi pada RPM tinggi dalam waktu lama, kestabilan ini sangat penting untuk menjaga efisiensi dan mencegah kerusakan komponen akibat panas berlebih.

3.3 Analisis Pembahasan Torsi (Torque)

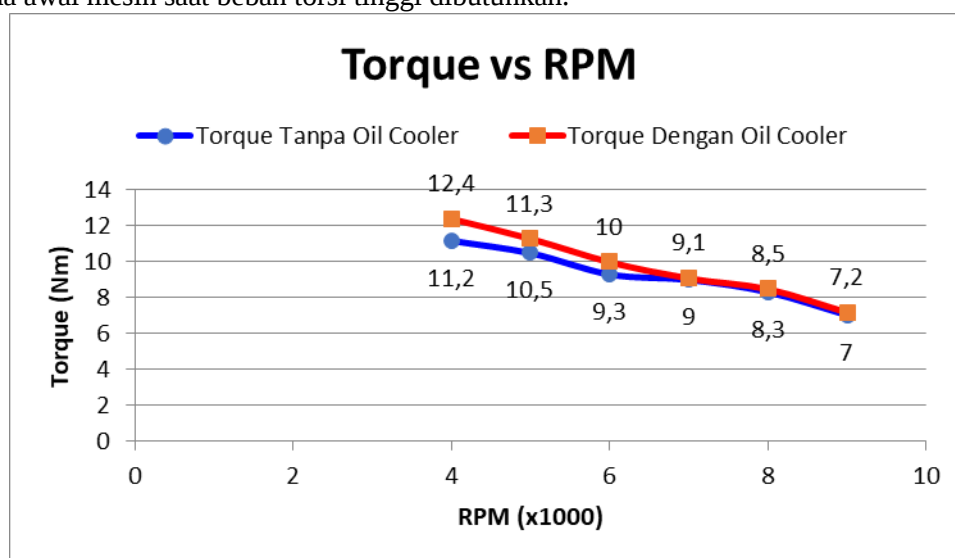
Tabel 3 Hasil Dari Torsi dengan RPM

RPM (x1000)	Torque Tanpa Oil cooler	Torque Dengan Oil cooler
4	11,2	12,4
5	10,5	11,3
6	9,3	10
7	9	9,1
8	8,3	8,5
9	7	7,2

Tabel di atas menampilkan hasil pengukuran torsi mesin pada berbagai putaran (RPM), baik tanpa maupun dengan penggunaan oil cooler. Torsi diukur dalam satuan Newton meter (Nm).

Secara umum, torsi maksimum terjadi pada 4000 RPM, kemudian mengalami penurunan bertahap hingga 9000 RPM. Terlihat bahwa pada seluruh nilai RPM, mesin dengan oil cooler menghasilkan torsi yang lebih tinggi dibandingkan mesin tanpa oil cooler.

Peningkatan torsi paling signifikan terjadi pada 4000 RPM, di mana mesin dengan oil cooler menghasilkan 12,4 Nm, sementara tanpa oil cooler hanya 11,2 Nm. Selisih sebesar 1,2 Nm menunjukkan pengaruh oil cooler terhadap performa awal mesin saat beban torsi tinggi dibutuhkan.



Gambar 7 Grafik Hasil Dari Torsi Dengan RPM

Torsi maksimum terjadi pada 4000 RPM untuk kedua kondisi. Mesin dengan oil cooler menunjukkan nilai torsi 12,4 Nm, sedangkan tanpa oil cooler 11,2 Nm. Ini menunjukkan peningkatan sekitar 10,7%, yang cukup signifikan untuk efisiensi daya dorong pada putaran rendah.

Setelah 4000 RPM, torsi menurun secara bertahap hingga 9000 RPM. Penurunan ini wajar karena karakteristik mesin, di mana torsi umumnya lebih tinggi pada RPM rendah dan menurun saat RPM meningkat. Namun, oil cooler tetap menjaga torsi lebih tinggi pada semua titik pengukuran.

Oil cooler membantu menjaga suhu oli tetap optimal. Oli yang suhunya stabil mampu melumasi lebih baik dan mengurangi hambatan gesek internal mesin, yang berdampak langsung pada kestabilan torsi. Ini terbukti dari jarak torsi yang tetap konsisten lebih tinggi meskipun RPM meningkat.

Peningkatan torsi akibat oil cooler menunjukkan peningkatan efisiensi termal mesin. Dengan pelumasan yang lebih efektif dan pengurangan panas berlebih, tenaga puntir (torsi) yang dihasilkan oleh mesin menjadi lebih besar tanpa meningkatkan konsumsi bahan bakar secara signifikan.

3.4 Analisis Pembahasan AFR (Air Fuel Ratio)

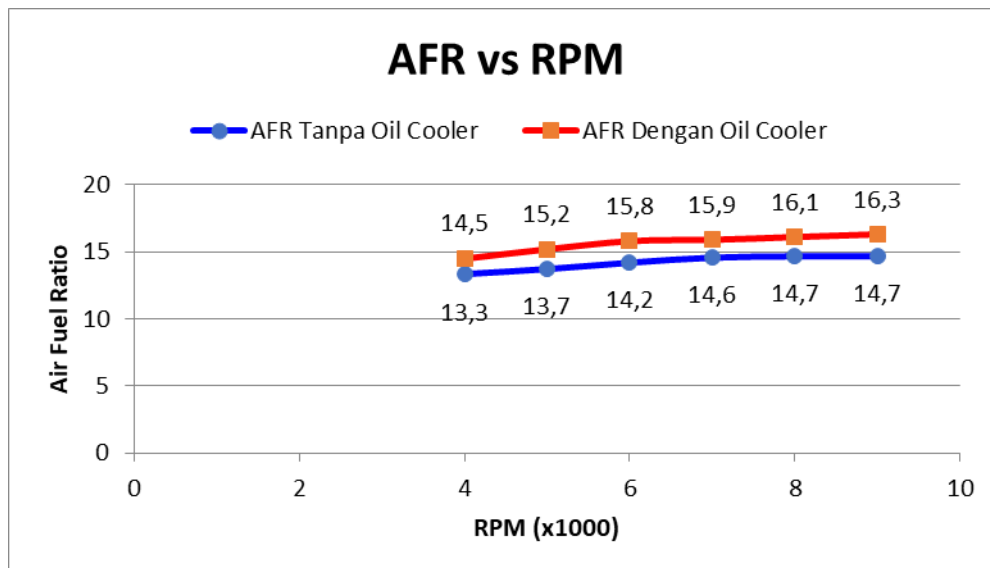
Tabel 4 Hasil Dari AFR Dengan RPM

RPM (x1000)	AFR Tanpa Oil cooler	AFR Dengan Oil cooler
4	13,3	14,5
5	13,7	15,2
6	14,2	15,8

7	14,6	15,9
8	14,7	16,1
9	14,7	16,3

Tabel di atas menunjukkan perbandingan nilai AFR pada berbagai putaran mesin antara kondisi tanpa oil cooler dan dengan oil cooler. Nilai AFR menggambarkan perbandingan antara massa udara dengan bahan bakar. Nilai ideal untuk pembakaran sempurna pada mesin bensin biasanya sekitar 14,7:1.

Terlihat bahwa pada semua rentang RPM, penggunaan oil cooler menghasilkan AFR yang lebih tinggi dibandingkan tanpa oil cooler. Ini menunjukkan bahwa pembakaran menjadi lebih efisien dan mendekati atau melampaui nilai ideal.



Gambar 8 Grafik Hasil Dari AFR dengan RPM

Baik pada kondisi tanpa maupun dengan oil cooler, nilai AFR meningkat seiring bertambahnya RPM. Namun, peningkatan lebih signifikan terjadi saat menggunakan oil cooler.

Mesin dengan oil cooler menunjukkan AFR mendekati atau melebihi 14,7 sejak 4000 RPM. Hal ini mengindikasikan campuran udara-bahan bakar yang lebih optimal, sehingga proses pembakaran menjadi lebih sempurna.

Dengan menjaga suhu oli tetap stabil, oil cooler turut membantu menjaga suhu mesin secara keseluruhan. Mesin yang lebih dingin cenderung bekerja lebih efisien, sehingga sistem injeksi atau karburator dapat mempertahankan rasio udara dan bahan bakar lebih seimbang.

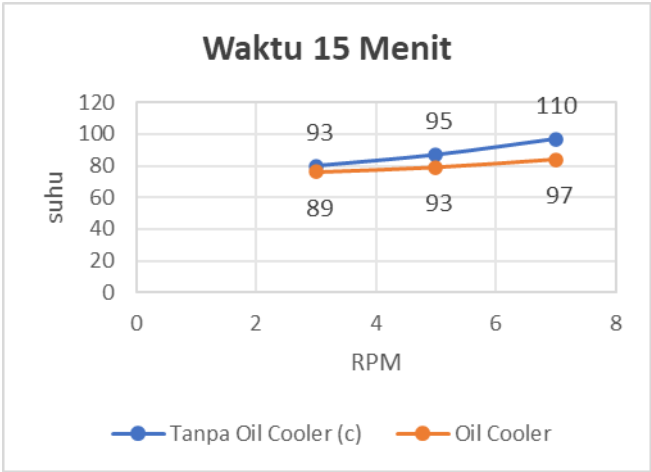
AFR yang lebih tinggi (lebih banyak udara dibanding bahan bakar) menunjukkan pembakaran yang lebih bersih. Hal ini juga berdampak pada pengurangan emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar yang lebih hemat pada RPM tinggi.

3.5 Analisis Pembahasan Suhu Mesin

Perbandingan suhu oli mesin saat tanpa menggunakan *oil cooler* dan menggunakan *oil cooler*.

Tabel 5 Hasil Perbandingan Suhu Mesin Selama 15 Menit

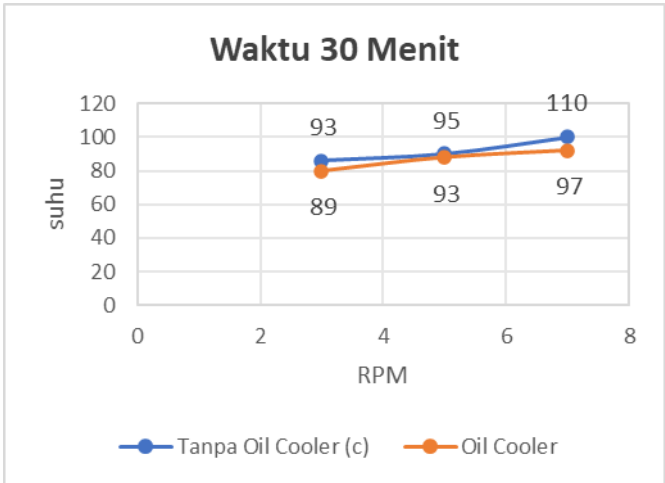
RPM	Waktu 15 Menit		Perbandingan
	Tanpa <i>Oil cooler</i>	<i>Oil cooler</i>	
3000	80°C	76°C	4°C
5000	87°C	79°C	8°C
7000	97°C	84°C	13°C



Gambar 9 Grafik Hasil Perbandingan Suhu Selama 15 Menit

Tabel 6 Hasil Perbandingan Suhu Mesin Selama 30 Menit

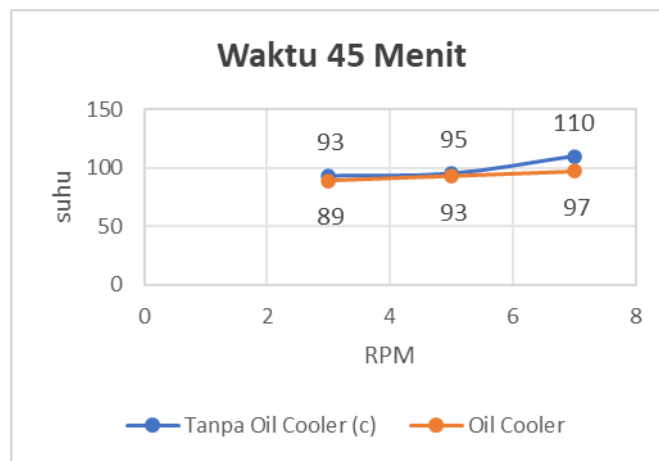
RPM	Waktu 30 Menit		Perbandingan
	Tanpa Oil cooler	Oil cooler	
3000	86°C	80°C	6°C
5000	90°C	88°C	2°C
7000	100°C	92°C	8°C



Gambar 10 Grafik Hasil Perbandingan Suhu Selama 30 Menit

Tabel 7 Hasil Perbandingan Suhu Mesin Selama 45 Menit

RPM	Waktu 45 Menit		Perbandingan
	Tanpa Oil cooler	Oil cooler	
3000	93°C	89°C	4°C
5000	95°C	93°C	2°C
7000	110°C	97°C	13°C



Gambar 11 Grafik Hasil Perbandingan Suhu Selama 45 Menit

Pada semua RPM dan durasi waktu, penggunaan oil cooler menunjukkan penurunan suhu oli yang signifikan dibandingkan tanpa oil cooler.

Penurunan suhu tertinggi terjadi pada 7000 RPM, yaitu mencapai 13°C pada menit ke-15 dan menit ke-45.

Mesin tanpa oil cooler mengalami kenaikan suhu oli yang cukup tajam seiring bertambahnya waktu. Contohnya, pada 7000 RPM, suhu meingkat dari 97°C (15 menit) menjadi 110°C (45 menit).

Sebaliknya, mesin dengan oil cooler memiliki kenaikan suhu yang lebih terkendali. Pada 7000 RPM, suhu naik dari 84°C menjadi 97°C, yang artinya hanya mengalami kenaikan 13°C dibandingkan kenaikan 13°C juga, tapi dari level suhu yang lebih tinggi.

Semakin tinggi RPM, semakin besar selisih suhu antara kondisi tanpa dan dengan oil cooler. Hal ini menunjukkan bahwa oil cooler bekerja lebih efektif pada putaran tinggi, karena pada kondisi ini oli bekerja lebih keras dan menghasilkan panas lebih banyak.

Meskipun selisih suhu berkurang pada RPM 5000 saat menit ke-30 dan ke-45 (hanya 2°C), secara umum oil cooler tetap mampu menjaga suhu oli tetap lebih rendah dibanding tanpa oil cooler.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data yang dilakukan terhadap pengaruh penggunaan oil cooler pada mesin, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penggunaan oil cooler memberikan peningkatan daya mesin pada seluruh rentang RPM. Daya maksimum meningkat dari 11,2 Hp (tanpa oil cooler) menjadi 12,3 Hp (dengan oil cooler) pada 7000 RPM. Hal ini menunjukkan bahwa oil cooler membantu menjaga efisiensi termal mesin sehingga pembakaran menjadi lebih optimal.
2. Nilai AFR menunjukkan pembakaran lebih efisien dengan penggunaan oil cooler. AFR meningkat dari 13,3 menjadi 14,5 pada 4000 RPM, dan stabil di angka yang lebih tinggi sepanjang RPM, yang menandakan pembakaran yang lebih sempurna dan potensi emisi yang lebih rendah.
3. Oil cooler mampu menurunkan suhu oli secara signifikan, terutama pada putaran tinggi dan durasi operasi mesin yang panjang. Pada 7000 RPM setelah 45 menit pengujian, suhu oli tanpa oil cooler mencapai 110°C, sementara dengan oil cooler hanya 97°C, selisih 13°C. Ini menunjukkan bahwa oil cooler efektif dalam menjaga kestabilan suhu mesin dan mencegah overheating.
4. Penggunaan oil cooler secara umum meningkatkan efisiensi kerja mesin, memperbaiki performa, mengurangi panas berlebih, serta menjaga kualitas oli dalam jangka waktu yang lebih lama. Dengan demikian, oil cooler menjadi komponen tambahan yang sangat bermanfaat terutama untuk mesin yang bekerja di putaran tinggi atau beban berat.

5 Referensi

- [1] Ahmed, K., & Rahman, M. (2023). *Impact of Oil cooler Systems on Engine Efficiency and Emission Control*. Journal of Automotive Engineering, 12(4), 221-232.
- [2] Budianto, T. (2019). *Analisis Karakteristik Mesin CB dan Pengaruhnya pada Performa Kendaraan*. Jakarta: Pustaka Teknik.
- [3] Garcia, P., & Lopez, R. (2022). *Enhanced Cooling Systems for Motorcycles: A Comprehensive Study*. International Journal of Thermal Engineering, 25(3), 302-317.

- [4] Hadi, F., et al. (2020). *Efektivitas Oil cooler terhadap Kestabilan Suhu dan Performa Mesin Sepeda Motor CB*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin, Universitas Andalas, 2020, 212-217.
- [5] Huang, S., & Wu, T. (2023). *Thermal Management in Motorcycle Engines: Challenges and Innovations*. Journal of Thermal Science and Engineering, 30(2), 181-194.
- [6] Kusuma, A., et al. (2017). *Perbandingan Mesin 2-Tak dan CB dalam Efisiensi dan Umur Pakai Komponen*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [7] Liu, Y., & Zhang, L. (2023). *Material Advancements in Oil cooler Design: Aluminum-Based Systems*. Materials Engineering Journal, 15(5), 467-479.
- [8] Matthew, H. J. (2021). *Motorcycle Performance Tuning: Understanding Dynotest and Engine Optimization*. London: Routledge.
- [9] Prasetyo, R. (2018). Pengaruh Oil cooler pada Mesin CB Kapasitas 200cc terhadap Keausan Komponen. Jurnal Teknik Mesin Indonesia, 19(3), 245-253.
- [10] Purnomo, S. (2019). Studi Efektivitas Oil cooler pada Motor CB di Kondisi Ekstrim. Jurnal Riset Otomotif, 12(1), 32-41.
- [11] Wibowo, A. (2021). *Pengaruh Sistem Pendinginan terhadap Umur Mesin Sepeda Motor CB*. Yogyakarta: Deepublish.
- [12] Saputra, S. A. B., & Ansori, A. (2017). Pengaruh Pengaplikasian *Oil cooler* terhadap Suhu Oli dan Performa Mesin pada Kendaraan Sepeda Motor Mega Pro Tahun 2011. Jurnal Pendidikan Teknik Mesin (JPTM), 06(02), 67–73. Universitas Negeri Surabaya.