



**PENGUJIAN KINERJA *OIL COOLER* STANDAR DAN
RACING SERTA PENGARUH TERHADAP
PERFORMA MESIN SEPEDA MOTOR**

Skripsi

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif**

Oleh

Andika Dwi Cahya

NIM.5202415084

**PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2019

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Andika Dwi Cahya

NIM :5202415084

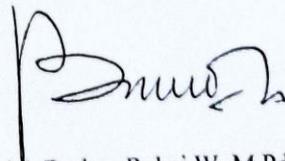
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

Judul : Pengujian Kinerja *Oil Cooler* Standar dan *Oil Cooler*
Racing Serta Pengaruh Terhadap Performa Mesin Sepeda
Motor.

Skripsi/TA ini telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi/TA Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 3 September 2019

Dosen Pembimbing



Dr. M. Burhan Rubai W, M.Pd.

NIP. 196302131988031001

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “PENGUJIAN KINERJA *OIL COOLER* STANDAR DAN RACING SERTA PENGARUH TERHADAP PERFORMA MESIN SEPEDA MOTOR” telah dipertahankan di depan sidang skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 23 Desember 2019

Oleh

Nama : Andika Dwi Cahya
NIM : 5202415084
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

Panitia Ujian

Ketua



Rusiyanto, S.Pd., MT.

NIP. 197403211999031002

Sekretaris



Wahyudi, S.Pd, M.Eng

NIP. 198003192005011001

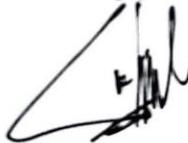
Penguji I



Dr. Hadromi, S.Pd., M.T.

NIP.196908071994031004

Penguji II



A. M. Khoiron, S.Pd., M.Pd.

NIP.1988080820140511154

Penguji III Pembimbing



Dr. M. Burhan R. W., M.Pd.

NIP: 196302131988031001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik universitas Negeri Semarang



Dr. Nur Qadus, M.T., IPM

NIP. 196911301994031001

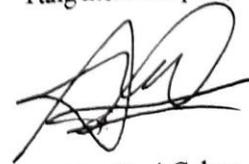
PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa

1. Skripsi/TA ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah mumi gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini

Semarang, 3 September 2019

Yang membuat pernyataan,



Andika Dwi Cahya

NIM. 5202415084

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

❖ MOTTO

“Janganlah kamu bersikap lemah dan janganlah pula kamu bersedih hati, padahal kamulah orang-orang yang paling tinggi derajatnya jika kamu beriman” (Q.S Ali Imran:139)

❖ PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya, Bapak Parjo dan Ibu Yati yang telah melahirkan serta memberi semangat dan doa setiap waktu.
2. Bayu Irawan, kakak saya yang telah memberi dukungan moral dan materiil.
3. Teman-teman PTO 15 yang telah kebersamai selama masa kuliah serta memberi kebahagiaan serta pengalaman yang luar biasa.
4. Teman-teman kost AMM yang selalu memberi dukungan dan semangat.
5. Imas Pristianingsih yang selalu memberi semangat dan dukungan.
6. Dan semua yang telah memberikan motivasi dan menemani tiap langkah penelitian ini.

RINGKASAN

Andika Dwi Cahya, (2019), “Pengujian Kinerja *Oil Cooler* Standar dan *Oil Cooler Racing* Terhadap Performa Mesin Sepeda Motor”, Dr. M. Burhan Rubai W, M.Pd, Pendidikan Teknik Otomotif.

Sepeda motor sudah dilengkapi dengan sistem pendingin, akan tetapi belum bisa mengatasi panasnya mesin sepeda motor tersebut. Hal ini dikarenakan mesin sepeda motor masih menggunakan sistem pendingin dengan mengandalkan udara yang berhembus kesirip-sirip blok mesin, terutama sepeda motor lama. Penelitian ini untuk mengetahui pengujian kinerja *oil cooler* standar dan *oil cooler racing* dengan variasi putaran mesin terhadap torsi dan daya serta variasi waktu terhadap temperatur oli mesin pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc.

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dan teknik analisis data menggunakan analisis statistik deskriptif. Pengujian torsi dan daya dilakukan dengan menggunakan *dynotest v3.3*. Pengambilan data dilakukan pada putaran 4500, 6500, 8500, 10500 RPM. Dan untuk pengujian kinerja *oil cooler* dalam mendinginkan temperatur oli menggunakan alat *thermocouple*. Pengambilan data dilakukan dengan variasi waktu 5, 10, dan 15 menit.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa menggunakan *oil cooler* standar memperoleh torsi maksimal 13,84 N.m dan daya 15,8 HP. Sedangkan *oil cooler racing* menghasilkan torsi tertinggi 12,55 N.m dan daya 15 HP. Pada penggunaan *oil cooler* standar mampu mendinginkan temperatur oli 1,16°C, sedangkan menggunakan *oil cooler racing* mendinginkan temperatur oli sebesar 0,9°C. Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa kinerja *oil cooler* standar lebih baik dibandingkan dengan *oil cooler racing* dalam meningkatkan performa mesin torsi dan daya serta dalam mendinginkan temperatur oli mesin sepeda motor.

Kata kunci: *Oil cooler standar, Oil cooler racing, torsi, daya, temperatur oli*

PRAKATA

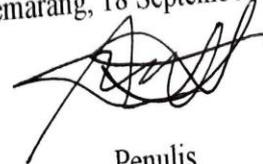
Segala puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya dan segala limpahan berkah rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu untuk menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengujian Kinerja *Oil Cooler* Standar dan *Oil Cooler* Racing Serta Pengaruh Terhadap Performa Mesin Sepeda Motor”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk merai gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S1 Pendidikan Teknik Otomotif, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Shalawat dan salam disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan safaat Nya di yaumul akhir nanti, Aamiin.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan skripsi ini dapat selesai berkat bantuan, bimbingan, dan adanya motivasi dari semua pihak terkait. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum, Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, M.T., IPM, Dekan Fakultas Teknik, Rusiyanto, S.Pd., M.T. Ketua Jurusan Teknik Mesin, Wahyudi S.Pd., M.Eng, Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif atas fasilitas yang disediakan bagi mahasiswa.
3. Dr. M. Burhan Rubai W, M.Pd. Dosen pembimbing yang penuh perhatian dan atas perkenaan memberi bimbingan dan dapat dihubungi sewaktu-waktu disertai kemudahan menunjukkan sumber-sumber yang relevan dengan penulisan karya ini.
4. Dr. Hadromi, S.Pd., M.T. dan Ahmad Mustamil Khoiron S.Pd., M.Pd. dosen penguji yang telah memberikan masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perbaikan, pertanyaan, komentar, tanggapan, menambah bobot karya ini.
5. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin FT UNNES yang telah memberikan bekal pengetahuan yang berharga.
6. Kedua orang tua Bapak Parjo dan Ibu Yati yang telah memberikan dukungan, doa, dan motivasi dalam menyelesaikan kuliah dan skripsi ini.
7. Teman-teman Mokondo dan PTO 15 yang telah memberikan dukungan doa.
8. Imas Pristianingsih yang telah memberikan dukungan dan motivasi.
9. Pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi sempurnanya skripsi ini. Akhir kata, dengan tangan terbuka dan tanpa mengurangi makna serta esensial skripsi ini, semoga apa yang ada dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

Semarang, 18 September 2019



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
RINGKASAN.....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR SINGKATAN TEKNIS DAN LAMBANG	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Perumusan Masalah	3
1.5 Tujuan	4
1.6 Manfaat	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Kajian Pustaka	6
2.2 Landasan Teori.....	12
2.3 Kerangka Pikir Penelitian	32
2.4 Hipotesis	32
BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	33
3.2 Desain Penelitian	33
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	35
3.4 Parameter Penelitian	39
3.5 Teknik Pengumpulan Data.....	42

3.6	Kalibrasi Instrumen.....	44
3.7	Teknik Analisis data	46
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		48
4.1	Deskripsi Data.....	48
4.2	Analisis Data	54
4.3	Pembahasan.....	64
4.4	Keterbatasan Penelitian.....	71
BAB V PENUTUP		72
5.1	Kesimpulan	72
5.2	Saran	73
DAFTAR PUSTAKA		74
LAMPIRAN.....		77

DAFTAR SINGKATAN TEKNIS DAN LAMBANG

API	<i>American Petroleum Institute</i>
C	Celcius
cc	<i>centimeter cubic</i>
DOHC	<i>Double overheat Camshaft</i>
HP	<i>Horse Power</i>
K	Kelvin
Kj/s	Kilo joule per sekon
mm	milimeter
Nm	Newton meter
RPM	<i>Rotation per Minute</i>
SAE	<i>Society of Automotive Engineering</i>
W/m ²	Watt per meter persegi

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klafikasi Kualitas Pelumas.....	21
Tabel 2.2. Sampel Data Temperatur Oli Tin dan Tout.....	22
Tabel 3.1. Spesifikasi Sepeda Motor Suzuki Satria FU 150 cc.....	36
Tabel 3.2. Spesifikasi <i>Oil Cooler</i> Standar.....	36
Tabel 3.3. Spesifikasi <i>oil cooler</i> racing.....	37
Tabel 3.4. Lembar pengambilan data penelitian daya.....	39
Tabel 3.5. Lembar pengambilan data penelitian torsi.....	40
Tabel 3.6. Lembar pengambilan data penelitian temperatur oli.....	40
Tabel 4.1. Pengambilan data pengujian daya pada <i>oil cooler</i> standar dan <i>oil racing</i>	49
Tabel 4.2. tabel pengambilan data pengujian torsi pada pengujian <i>oil cooler</i> standar dan <i>oil cooler</i> racing.....	50
Tabel 4.3. tabel pengambilan data pada pengujian temperatur oli dengan menggunakan <i>oil cooler</i> standar dan <i>oil cooler</i> racing.....	51
Tabel 4.4. tabel pengambilan data pada pengujian temperatur oli dengan menggunakan <i>oil cooler</i> racing.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Jenis pelumasan: <i>Film</i> , <i>thick film</i> , dan <i>hydrodynamic</i>	18
Gambar 2.2. <i>Oil Cooler</i>	27
Gambar 2.3. Keseimbangan Energi Pada Motor Bakar.....	29
Gambar 2.4. Bagan Kerangka Berpikir Penelitian.....	31
Gambar 3.1. Skema instalasi pengujian daya, torsi, dan temperatur oli.....	35
Gambar 3.2. <i>Oil Cooler</i> Standar.....	37
Gambar 3.3. Unit <i>oil cooler</i> racing.....	37
Gambar 3.4. Diagram alur pelaksanaan penelitian.....	42
Gambar 4.1. Data hasil pengujian rata-rata daya dalam bentuk grafik.....	54
Gambar 4.2. Data hasil pengujian rata-rata torsi dalam bentuk grafik.....	56
Gambar 4.3. Grafik daya dan torsi pada <i>oil cooler</i> standar.....	58
Gambar 4.4. Grafik daya dan torsi pada <i>oil cooler</i> racing.....	59
Gambar 4.5. Grafik temperatur oli pada <i>oil cooler</i> standar.....	60
Gambar 4.6. Grafik pengujian temperatur oli pada <i>oil cooler</i> racing.....	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian performa mesin menggunakan <i>dynotest</i>	77
Lampiran 2. Pengujian temperatur oli dengan menggunakan <i>oil cooler</i> standar...78	
Lampiran 3. Pengujian temperatur oli dengan menggunakan <i>oil cooler</i> racing....79	
Lampiran 4. Alat-alat untuk bongkar pasang <i>oil cooler</i>	80
Lampiran 5. <i>Thermocouple</i> dan <i>multitester</i> alat untuk mengukur temperatur oli..81	
Lampiran 6. Lembar pengujian pertama daya dan torsi pada <i>oil cooler</i> standar...82	
Lampiran 7. Lembar pengujian kedua daya dan torsi pada <i>oil cooler</i> standar.....83	
Lampiran 8. Lembar pengujian ketiga daya dan torsi pada <i>oil cooler</i> standar.....84	
Lampiran 9. Lembar pengujian pertama daya dan torsi pada <i>oil cooler</i> racing.....85	
Lampiran 10. Lembar pengujian kedua daya dan torsi pada <i>oil cooler</i> racing.....86	
Lampiran 11. Lembar pengujian ketiga daya dan torsi pada <i>oil cooler</i> racing.....87	
Lampiran 12. Lembar hasil pengujian temperatur <i>Oil Cooler</i>	88
Lampiran 13. Surat Tugas.....	89
Lampiran 14. Presensi seminar proposal skripsi.....	90
Lampiran 15. Berita acara seminar proposal skripsi.....	91
Lampiran 16. Surat izin penelitian.....	92

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya dunia otomotif dan meningkatnya permintaan konsumen dengan bermunculan teknologi terbaru, akhirnya membuat pemilik kendaraan sepeda motor keluaran lama untuk memodifikasi kendaraannya agar dapat bersaing dengan sepeda motor teknologi terbaru dan juga dapat tetapi digunakan dengan baik. Semua mesin sepeda motor sudah dilengkapi dengan sistem pendingin, akan tetapi belum bisa mengatasi panasnya mesin sepeda motor tersebut. Hal ini dikarenakan mesin sepeda motor masih menggunakan sistem pendingin dengan mengandalkan udara yang berhembus kesirip-sirip blok mesin, terutama sepeda motor lama. Banyak pabrik-pabrik membuat berbagai macam variasi bagian kendaraan. Selain untuk memperindah penampilan kendaraan, ada juga yang fungsi dan kinerjanya lebih bagus daripada komponen standar bawaan dari pabrik. Tak terkecuali *oil cooler* untuk sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc.

Panas yang terlalu tinggi dari hasil pembakaran dapat menyebabkan kenaikan temperatur oli (90°C-110°C). Sehingga menyebabkan oli menjadi encer dan kemampuannya untuk melumasi menjadi berkurang. Hal ini akan menyebabkan komponen-komponen mesin yang saling berhubungan dan saling bergesekan menjadi panas dan dapat merubah bentuk material komponen mesin.

Panas yang berlebihan pada mesin dapat mengganggu kinerja mesin tersebut. Apabila terjadi panas berlebihan pada komponen mesin akan terjadi pemuaian yang berlebihan dan perubahan struktur logam komponen mesin. Kerusakan ini akan berpengaruh terhadap pembakaran bahan bakar sehingga tenaga yang dihasilkan oleh mesin akan berkurang (Irawan, dkk., 2016:22). Untuk mengatasi hal tersebut dapat diantisipasi dengan menambahkan pendingin oli dengan sistem radiator dengan tujuan menjaga temperatur oli dan temperatur mesin tetap pada suhu normal yaitu sekitar 80°C-85°C.

Kendaraan sepeda motor keluaran terbaru banyak yang sudah dilengkapi sistem *oil cooler*. Sebagai contoh sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc yang menggunakan sistem *oil cooler*. *Oil cooler* tersebut berfungsi untuk mengontrol temperatur oli sekaligus mengontrol temperatur mesin. Cara kerjanya, oli mesin yang disalurkan dari pompa oli mengalir terlebih dahulu ke filter oli, lalu masuk ke selang dan kemudian mengalir ke *oil cooler*. Setelah *oil cooler* oli mengalami proses pendinginan, setelah itu masuk lagi ke ruang bakar

Sepeda motor Satria FU 150cc terdapat *oil cooler* dengan tipe standar bawaan pabrik yakni *oil cooler* empat baris. Kinerja dari *oil cooler* tersebut cukup baik dalam menjaga temperatur mesin tetap optimal. Namun perkembangan teknologi pada dunia otomotif sangat cepat. Banyak produsen yang membuat variasi dari berbagai komponen pada sepeda motor, tak terkecuali pada sistem pendingin *oil cooler*. Dari berbagai aspek dan pertimbangan di atas, kemudian diajukan suatu penelitian “Pengujian Kinerja *Oil Cooler* Standar dan Racing Serta

Pengaruh Terhadap Performa Mesin Sepeda Motor” yang berbasis pada sistem pendingin mesin khususnya pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perumusan masalah dalam skripsi “Pengujian Kinerja *Oil Cooler* Standar dan Racing Serta Pengaruh Terhadap Performa Mesin Sepeda Motor” masalah yang harus diselesaikan antara lain:

1. Kinerja *oil cooler* standar pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc.
2. Kinerja *oil cooler* racing pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc.
3. Perbedaan kinerja *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing terhadap performa mesin dan dalam mengontrol suhu oli mesin.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Pengujian menggunakan *oil cooler* standar pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc.
2. Pengujian menggunakan *oil cooler* racing pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc.
3. Pengujian dilakukan saat motor dalam keadaan idle dan saat melalui berbagai variasi RPM (4500 RPM, 6500 RPM, 8500 RPM, dan 10500 RPM).

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah disebutkan di atas maka permasalahan ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana daya yang dihasilkan *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing pada sepeda motor Suzui Satria FU 150cc?

2. Bagaimana torsi yang dihasilkan *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc?
3. Bagaimana kinerja *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc?

1.5 Tujuan

Tujuan pengujian *oil cooler* pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kinerja *oil cooler* standar pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc dalam mengontrol suhu oli mesin dan pengaruhnya terhadap performa mesin.
2. Untuk mengetahui kinerja *oil cooler* racing pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc dalam mengontrol suhu oli mesin dan pengaruhnya terhadap performa mesin..

1.6 Manfaat

1. Memberikan pengetahuan baru bahwa *oil cooler* standar tidak lebih baik dibanding *oil cooler* racing sebagai sistem pendinginan oli.
2. Hasil penelitian dapat dijadikan sebagai bahan rujukan dan referensi penelitian lain dalam melakukan penelitian selanjutnya dengan topik yang sama.
3. Menambah khasanah referensi baru terhadap pengontrolan oli kendaraan dan performa mesin sepeda motor.

4. Menyajikan salah satu solusi terkait menjaga temperatur oli dan mesin dengan penggunaan *oil cooler* serta pengaruhnya terhadap performa mesin yaitu daya dan torsi.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian menurut Susanto dan Arsana, (2017:16) “Perencanaan Sistem Instrumentasi Pada Rancang Bangun Trainer Kapasitas *Oil Cooler* Suzuki Satria FU 150” menemukan pada setiap variasi kecepatan putaran mesin (RPM) memiliki nilai laju aliran tersendiri karena dalam laju aliran tersebut digunakan untuk melepaskan panas yang terdapat di dalam fluida oli ke *oil cooler*. Kenaikan putaran mesin membuat nilai laju aliran semakin tinggi karena dalam hal ini bertujuan untuk melepaskan temperatur panas yang tersimpan di dalam oli akan tetapi apabila laju aliran mengalami kehambatan maka nilai temperatur keluar akan sedikit berubah dan nilai ΔT akan turun. Maka dari itu dalam perpindahan panas yang terdapat di dalam *oil cooler* harus mengikuti putaran mesin untuk melepaskan panas semakin baik dan nilai ΔT akan naik.

Penelitian tentang “Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Pertamina dan Waktu Pengapian (*Ignition Timing*) Terhadap Performa Mesin dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Supra X 125CC Tahun 2008” menemukan torsi yang dihasilkan pada pengapian $17,5^\circ$ sebelum TMA dengan bahan bakar pertamax rata-rata sebesar 14,32%, dibandingkan dengan bahan bakar premium pada pengapian standar yaitu sebesar 0,75 kgf.m. Daya efektif yang dihasilkan pada pengapian $17,5^\circ$ sebelum TMA dengan bahan bakar pertamax rata-rata sebesar 7,10 PS dengan presentase peningkatan sebesar 14,36% dibandingkan dengan

menggunakan bahan bakar premium dengan pengapian standar rata-rata sebesar 6,23 PS (Pratama dan Wailandouw, 2014:252).

Penelitian tentang “Modifikasi Sistem Pendingin (sirip dan Air) Pada Saluran Pelumas Sepeda Motor” menemukan hasil yaitu motor yang menggunakan *oil cooler* bersirip, motor berjalan dengan kecepatan 30/jam – 50 km/jam pada jalan lurus berbelok tingkat penurunan suhu mencapai 38%, sedangkan dengan *oil cooler* tanpa sirip mencapai 20,29%. Pada jalan menanjak dengan kecepatan 30 km/jam – 50 km/jam mempergunakan *oil cooler* bersirip mencapai 30,77% dan tanpa sirip 11,54%. Karena semakin luas sirip akan semakin memperluas bidang pendinginan sehingga perpindahan panas dari konveksi → konduksi → konveksi → konduksi → udara oli → dinding pipa → oli → dinding box dan sirip → udara. Luas area sirip mempercepat perpindahan panas dari udara sehingga suhu oli cepat turun (Hidayat, 2015:40).

Penelitian menurut Setiawan dan Arsana, (2015:33) “Perancangan Sistem Pemanas Pada Rancang Bangun Alat Penguji Kapasitas *Oil Cooler*” menemukan hasil bahwa pada alat penguji kapasitas *oil cooler* tersebut dapat menaikkan suhu dan memerlukan waktu dengan data sebagai berikut: yang pertama kenaikan suhu 40°C membutuhkan waktu sebanyak 3 menit 26 detik, kedua kenaikan suhu 50°C membutuhkan waktu sebanyak 3 menit 74 detik, yang ketiga menaikkan suhu 60°C diperlukan waktu sebanyak 6 menit 4 detik, yang keempat kenaikan suhu 70°C diperlukan waktu sebanyak 3 menit 81 detik, yang kelima kenaikan suhu 80°C diperlukan waktu sebanyak 3 menit 41 detik, yang keenam kenaikan suhu 90°C diperlukan waktu sebanyak 3 menit 48 detik. Hasil yang telah dicapai dalam hal

memanaskan fluida yang berada di dalam tangki sanggup memanaskan dengan baik hingga 90°C dan tidak terjadi kendala apapun.

Penelitian menurut Stiawan dan Arsana, (2015:7) “Pengaruh Temperatur *Fluida* Masuk Terhadap Kapasitas *Oil Cooler* Pada Sistem Pelumasan Sepeda Motor Suzuki Satria 150 CC” menemukan hasil bahwa kapasitas *oil cooler* maksimal diperoleh pada temperatur fluida masuk 70°C dengan pelepasan panas sebesar 342 Watt. Sedangkan sisi luar diperoleh bahwa koefisien perpindahan panas rata-rata permukaan luar *oil cooler* adalah $35,41 \text{ W/m}^2$.

Penelitian yang berjudul “Pengaruh Laju Aliran Massa Fluida Terhadap Kapasitas *Oil Cooler* Pada Sistem Pelumasan Sepeda Motor” menemukan hasil bahwa laju perpindahan panas konveksi di dalam pipa (Q_{in}) 342,36 watt tertinggi pada temperatur masuk (T_{in}) 70°C , laju aliran massa fluida (m) 06 l/m atau 0,0095 Kg/s dengan temperatur keluar (T_{out}) 52°C , hal ini terjadi karena pada temperatur fluida masuk (T_{in}) 70°C mengalami proses pertukaran panas dengan temperatur udara luar atau fluida pendingin akibat perbedaan temperatur, sehingga terjadinya proses pertukaran panas antara temperatur fluida masuk dengan temperatur udara luar atau fluida dingin akan lebih optimal dibandingkan dengan temperatur fluida masuk yang rendah. (Choiril dan Arsana, 2015:4).

Penelitian menurut Rohman dan Arsana, (2017:23) “Perencanaan Aliran Fluida Pada Rancang Bangun Trainer Kapasitas *Oil Cooler* Suzuki Satria FU 150” menemukan hasil bahwa perpindahan yang dialami oleh *oil cooler* mengalami kenaikan dengan diiringi kenaikan kecepatan putaran mesin (RPM) sehingga

diperlukan aliran yang mampu membawa panas di dalam fluida yang mengalir dengan lancar, aliran ini hanya terdapat pada variasi laju aliran 15 LPM dengan jenis alirannya yaitu aliran berjenis turbulen dengan nilai perpindahan panas terbaik sebesar 435996 Kj/s.

Penelitian tentang “Pengaruh Pengaplikasian *Oil Cooler* Terhadap Suhu Oli dan Performa Mesin Pada Kendaraan Sepeda Motor Mega Pro Tahun 2011” menemukan hasil bahwa penambahan *oil cooler* pada Mega Pro tahun 2011 mampu menurunkan suhu oli hingga 13°C pada 7000 RPM. Jika tanpa *oil cooler* suhu oli mesin mampu mencapai hingga 110°C pada putaran mesin 7000 RPM sedangkan jika menggunakan *oil cooler* suhu oli hanya mencapai 97°C pada putaran mesin 7000 RPM (Saputra dan Ansori, 2017:72).

Penelitian menurut Romandoni dan Siregar, (2012:7) “Studi Komparasi Performa Mesin Dan Kadar Emisi Gas Buang Sepeda Motor Empat Langkah Berbahan Bakar Bensin dan LPG” menemukan hasil bahwa penggunaan bahan bakar LPG pada sepeda motor Honda Vario 110 cc tahun 2010 dapat meningkatkan torsi (*torque*) dan daya (*power*). Peningkatan torsi tertinggi sebesar 63,90% didapatkan pada putaran 2000 RPM dengan menggunakan bahan bakar LPG. Peningkatan daya tertinggi sebesar 50,44% didapatkan pada putaran 2000 RPM dengan menggunakan bahan bakar LPG. Sedangkan konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*) mengalami penurunan yang signifikan. Penurunan konsumsi bahan bakar tertinggi sebesar 23,09% didapatkan pada putaran 6000 RPM dengan menggunakan bahan bakar LPG.

Penelitian yang berjudul “Studi Pengaruh Pendinginan Oli Dengan Sistem Radiator Pada Sepeda Motor Suzuki Shogun 110 CC” menemukan hasil pendingin oli dengan sistem radiator berpengaruh pada sepeda motor Suzuki Shogun 110 cc. Pengaruhnya terlihat pada kemampuan cairan oli yang digunakan untuk mendinginkan mesin. Pendingin oli dengan sistem radiator mampu mendinginkan mesin lebih baik dibanding pendinginan standar yang menggunakan udara. Prosentase pendinginan naik pada putaran mesin antara 1000 dan 1500 RPM. Prosentase pendinginan menjadi berkurang pada putaran mesin yang lebih tinggi yaitu 2000 dan 2500 RPM (Irawan, dkk., 2016:27).

Penelitian yang dilakukan Deng, dkk (2019:16) “Koefisien Udara Berlebih Pada Kinerja Untuk Mesin *Twin-Spark* Bahan Bakar Bensin: Studi Rentang Luas” menemukan hasil bahwa variasi torsi mesin lebih kecil dengan peningkatan λ . Sebagai contoh, pada beban engine 60% dan 3000 RPM torsi mesin berkurang 20,5% ketika λ meningkat dari 0,85% menjadi 1,2%. ECR berkurang dengan meningkatnya λ , karena efisiensi pembakaran lebih tinggi dan perpindahan panas lebih kecil, dan dalam kondisi ECR minimum muncul pada 4000 RPM.

Penelitian yang berjudul “Optimalisasi Siklus Rankin Organik Yang Digunakan Untuk Pemulihan Panas Limbah Mesin Peralatan Konstruksi Dengan Tambahan Panas Limbah Pendingin Oli Hidrolik” menyatakan bahwa, dalam kasus WHR mesin kendaraan konvensional tanpa pendingin oli hidrolik, recuperator secara signifikan dapat meningkatkan daya bersih masing-masing sebesar 16,3% dan 36,9% pada kondisi setengah dan beban penuh. Namun, biaya

sistem dengan tambahan recuperator akan meningkat sebesar 39% (Negash, dkk., 2018:811).

Penelitian yang dilakukan Shara, dkk (2017:798) “Aditif Polimer Untuk Meningkatkan Sifat Aliran Oli Pelumas” menemukan efisiensi dari aditif meningkatkan indeks viskositas. Indeks viskositas meningkat dengan meningkatnya konsentrasi aditif polimer. Efek dari aditif polimer pada titik tuang berkurang dengan meningkatnya konsentrasi. Adanya ikatan rangkap dalam struktur aditif polimer meningkatkan proses polimerisasi stok dasar dengan memanaskan. Hasil akhir menunjukkan, keberadaan aditif meningkatkan stabilitas termal dari stok dasar.

Penelitian tentang “Perancangan Efektivitas Pelumasan Oli Dalam Mengurangi Gesekan Dan Keausan Dalam Kontak Yang Mengauskan” menyatakan bahwa, efek pelumas pada pengurangan keausan pada bidang gesek yang kurang sesuai diteliti dengan simulasi keausan menggunakan model FE untuk kontak garis silinder yang pipih dengan silinder jari-jari 6 mm. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai kedalaman keausan bagian yang datar sangat kecil dalam kondisi dilumasi, sedangkan bekas gesekan dalam kondisi kering jauh lebih signifikan. Hasilnya konsisten sesuai dengan hasil percobaan (Qin, dkk., 2019:776).

Penelitian yang dilakukan oleh Zhang dan Dong (2018:289) “Analisis Kinerja Pelumasan *Bush* Crankshaf Pada Kompresor” menemukan hasil bahwa dengan meningkatnya ketebalan film oli minimum, tekanan maksimal dan daya

dukung film oli berkurang. Jika diantara poros engkol dan *bush* terlalu kecil, tidak baik untuk pembentukan film minyak, dan gesekan akan meningkat lalu kinerja semak akan berkurang. Ketika celah terlalu besar, kebocoran minyak dan konsumsi oli pelumas meningkat. Kemudian dari penelitian-penelitian tersebut menjadi landasan dalam penelitian ini yang menyatakan bahwa penggunaan *oil cooler* standar dan racing mempengaruhi torsi dan daya pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengertian Pelumasan

Pelumasan adalah proses memberikan lapisan minyak pelumas diantara dua permukaan yang bergesek. Semua permukaan komponen motor yang bergerak seharusnya selalu dalam keadaan basah oleh bahan pelumas. Fungsi utama pelumasan ada dua yaitu mengurangi gesekan (friksi) dan sebagai pendingin (Jama dan Wagino, 2008:370). Dengan adanya peran pelumas menjadikan komponen-komponen mesin lebih awet dan sebagai pendingin mesin. Menurut Arisandi, dkk (2012:57) pelumas adalah zat kimia yang umumnya cairan yang diberikan diantara dua benda yang bergerak untuk mengurangi gaya gesek.

Menurut Saputra dan Ansori, (2017:68) sistem pelumasan tidak kalah berperan penting didalam mesin yang sangat memiliki peran penting untuk menjaga komponen mesin agar bekerja secara optimal. Pelumas bekerja melumasi permukaan komponen *sparepart* yang beringgungan dalam mesin dengan cara membentuk lapisan film oli. Kegagalan pada sistem pelumasan tidak hanya berakibat rusaknya sepeda motor tetapi juga dapat menimbulkan kebakaran dan

kecelakaan pengemudi. Kebakaran terjadi disebabkan oleh bagian yang panas dapat melelehkan pembalut kabel dan karenanya akan segera terjadi hubungan singkat dan percikan api. Bahan bakar bensin menyambar percikan api dan akan terjadi kebakaran (Jama dan Wagino, 2008:371). Menurut Stiawan dan Arsana, (2015:1-2) pada motor bakar sistem pelumasan memang berperan sangat penting agar motor selalu bekerja dengan baik seperti yang didinginkan, meskipun ditinjau dari pemanfaatan energi, sistem pendinginan yang digunakan motor bakar torak adalah sistem pendinginan oli.

2.2.2 Gesekan

Menurut Heywood, (1988:719) komponen yang bergesekan dapat terlepas dari kecepatan (batas gesekan), proporsional dengan kecepatan (gesekan hidrodinamik) atau kecepatan kuadrat (*turbulent dissipation*), atau kombinasi dari semuanya jika mengikuti bahwa total gesekan bekerja tiap siklus (dan dengan demikian gesekan berarti merupakan tekanan efektif) untuk mesin geometri mesin yang diberikan akan bervariasi sesuai dengan kecepatan.

- a. Gesekan akan meningkat kalau permukaan-permukaan itu tidak halus.
- b. Permukaan yang halus membuat lebih sedikit gesekan daripada permukaan yang kasar.
- c. Gesekan tergantung juga pada bahan apa yang dipakai untuk membuat permukaan-permukaan yang bergeser itu.
- d. Gesekan akan lebih keras jika beban benda yang memiliki permukaan itu lebih besar.
- e. Gesekan juga tergantung pada kecepatan benda.

- f. Gesekan menimbulkan panas. Makin tinggi gesekan makin tinggi panas.
- g. Pelumasan yang tidak baik dan perbedaan yang besar antara dua permukaan (misalnya, sifat bahan tambahan) akan mengakibatkan panas yang berlebihan.

Menurut Saputra dan Ansori, (2017:68) sistem pelumasan berfungsi sebagai pencegah kontak langsung permukaan logam dengan logam serta mengurangi gesekan dan mencegah kepanasan pada mesin (*Overheating*). Panas yang berlebihan adalah salah satu penyebab berubahnya sifat-sifat mekanis serta bentuk dari komponen mesin. Sistem pelumas tidak kalah berperan penting di dalam mesin yang sangat memiliki peran penting untuk menjaga komponen mesin agar bekerja secara optimal. Pelumas bekerja melumasi permukaan komponen mesin yang bersinggungan dalam mesin dengan cara membentuk lapisan film oli. *Overheating* adalah faktor penyebab mesin sepeda motor menjadi cepat rusak. Faktor penyebab *overheating* yaitu sistem pelumasan yang jelek dan mengalami masalah.

2.2.3 Minyak Pelumas

Menurut Arends dan Berenschot, (1980:208) minyak motor itu secepat-cepatnya menjadi panas (± 353 K) karena produk berkondensasi berupa asam dapat segera menguap dari minyak dan dengan ventilasi karternya dapat dialirkan ke luar, tetapi sebaliknya dilain pihak juga merupakan keharusan agar minyak tidak menjadi terlalu panas. Menurut Heywood, (1988:740) fungsi minyak pelumas adalah sebagai berikut:

- a. Mengurangi gaya gesek dari mesin untuk memaksimalkan efisiensi gerak mekanik pada mesin.
- b. Melindungi dari keausan.
- c. Berkontribusi untuk mendinginkan piston dan sekitar mesin tempat komponen-komponen bekerja.
- d. Membersihkan kotoran berbahaya dengan pelumasan.
- e. Menahan kebocoran gas dan minyak (terutama di sekitar cincin torak).

Ada tiga macam oli pelumas yang diproduksi, antara lain oli mineral, oli *synthetic* dan oli yang dibuat dari tumbuh-tumbuhan atau hewani (*castor oil*), dan pabrik-pabrik hampir semuanya menganjurkan untuk menggunakan oli mineral, yang telah distandarisasi oleh SAE dan API (Jama dan Wagino, 2009:385). Menurut Pulkrabek, (1997:369) tipe-tipe zat aditif minyak pelumas sebagai berikut:

- a. *Antifoam Agents*

Ini mengurangi busa/buih oli pelumas pada poros engkol dan komponen lainnya yang berputar dengan kecepatan tinggi pada bak oli/karter oli.

- b. *Oxidation Inhibitors*

Terdapat oksigen ketika terdapat busa pada minyak pelumas. Hal menyebabkan terjadinya oksidasi pada komponen mesin. Salah satu zat aditif tersebut adalah *zinc dithiophosphate*.

- c. *Pour-point Depressant* (mengurangi nilai depresan)

- d. *Antirust Agents* (Anti Karat)

- e. *Detergents* (Pembersih)

Ini terbuat dari bahan organik dan logam garam. Bermanfaat untuk membersihkan kotoran dan kerak pada suspensi dan menghentikan reaksi pada kotoran pernis serta kotoran-kotoran lainnya. Zat ini bermanfaat menetralkan zat asam belerang pada bahan bakar.

f. *Antiwear Agents* (Zat Pelindung)

g. *Friction Reduce* (Mengurangi Gesekan)

h. *Viscosity Index Improves* (Meningkatkan Indeks Viskositas)

Oli yang dibuat dari tumbuh-tumbuhan (*vegetable*) banyak digunakan pada motor-motor balap, karena kualitasnya melebihi oli mineral, oli *synthetic* banyak digunakan pada pesawat-pesawat terbang (Jama dan Wagino, 2008:385). Kualitas pelumas juga diperlukan karena setiap jenis oli mempunyai kemampuan yang berbeda tergantung dari pengaplikasian mesin kendaraan. Baik pelumas sintetis maupun mineral berasal dari minyak bumi. Perbedaannya ada pada proses pembuatannya, dimana pelumas sintetis masih melalui satu proses tambahan, yaitu sintetis, agar bahan yang terbentuk sesuai yang diharapkan, dan restrukturisasi, agar struktur molekulnya menjadi lebih kuat dan stabil. Proses pembuatan oli sintetis dan mineral dilakukan agar struktur dan kekuatan molekulnya mampu melumasi mesin secara sempurna. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menilai kualitas oli yaitu :

a. Viskositas

Nilai kekentalan pelumas tersebut yang menggambarkan sifat mengalirnya pelumas pada temperatur tertentu.

b. Titik Nyala dan Titik Api/*Flash and Fire Point*

Flash Point adalah temperatur, dimana uap oli akan terbakar bila diberi percikan api, tetapi tidak terbakar terus. Sedangkan *Fire point* adalah temperatur, dimana uap oli akan langsung terbakar begitu sekali menyala.

c. *Grafiti*

Berat jenis oli tersebut pada kondisi tertentu.

d. Titik Tuang/*Pour Point*

Temperatur dimana oli tersebut tidak dapat tumpah pada suhu tes tertentu.

e. Residu Karbon/*Carbon residue*

Jumlah persen karbon yang mengendap apabila oli diuapkan pada suatu tes khusus. Sifat ini banyak menentukan jenis oli yang dipakai untuk motor bakar.

f. *Emulsification and Demulsibility*

Khususnya menentukan sifat menganalisa oli dengan air. Sifat yang perlu diperhatikan terhadap oli yang kemungkinan bersentuhan dengan air selalu ada (seperti untuk turbin air, pompa dan lain sebagainya).

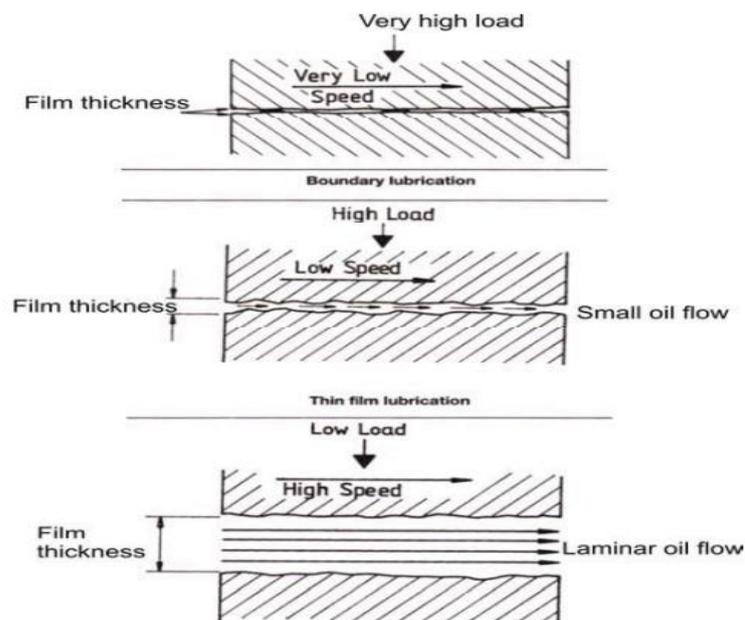
g. Indek Viskositas/*Viscosity Index*

Indek menentukan sifat perubahan viskositas terhadap kenaikan temperatur. Menurut Jama dan Wagino, (2008:372) bahan pelumas harus dapat didistribusikan secara meyakinkan ke semua bagian yang memerlukan. Ada tiga jenis pelumasan pada motor empat langkah:

- a. *Boundary lubrication*, yaitu bila permukaan *bearing* dilapisi dengan lapisan halus minyak pelumas. Lapisan minyak pelumas ini mempunyai keterbatasan. Bila kekuatan atau berat komponen melebihi batas

kemampuannya, maka lapisan tersebut dengan mudah hancur dan akan terjadi keausan.

- b. Pelumasan tekan (*thin film lubrication*), yaitu pelumasan antara dua permukaan juga, tetapi minyak pelumas dialirkan dengan pompa minyak pelumas (tekanan) untuk penggantian dengan minyak pelumas yang baru.
- c. *Hydrolic lubrication* yaitu pelumasan yang mampu menahan beban berat seperti batang penggerak pada pelumasan roda gigi. Minyak pelumas dengan kekentalan yang lebih tinggi dialirkan sehingga dapat memelihara sistem pelumasan dengan baik.



Gambar 2.1. jenis pelumasan: *Film*, *thick film*, dan *hydrodynamic* (Jama dan Wagino, 2008:372)

Oli mesin sebagian besar terdiri dari *heavy oil* yang terbuat dari campuran hijau, *hydrocarbons* yang berasal dari penyulingan minyak mentah.

a. *Viscosity Index*

Meskipun begitu banyak syarat yang dibutuhkan oli, yang terpenting adalah viskositas/kekentalan. Oli dengan kekentalan tinggi, dapat menghasilkan lapisan film yang tebal di atas permukaan logam. Dan sebagai akibatnya memiliki kemampuan memikul beban berat. Tetapi jika viskositasnya terlalu tinggi, gesekan internal dari oli akan meningkatkan hambatan-hambatan dan meningkatnya kehilangan tenaga. Kebalikannya jika viskositasnya terlalu rendah, daya lumas juga rendah, karena lapisan *oil film* berkurang sehingga akan menyebabkan kemampuan pengurangan gesekan kurang mencukupi. Masalah umum adalah kekentalan oli akan berkurang sesuai dengan peningkatan temperatur. Ukuran dari perubahan kekentalan, karena perubahan temperatur adalah (n), disebut "*Viscosity Index*". VI atau *Viscosity Index* oli mineral adalah sekitar 100 sampai 110, sementara VI oli sintetis adalah di atas 140.

b. Ukuran kekentalan (SAE Standart)

Menurut Jama dan Wagino, (2008:387) angka kekentalan minyak pelumas yang banyak digunakan sekarang terdiri dari: 5W, 10W, 20W, 20, 30, 40, 50, 60, 90. Dulu pernah diproduksi minyak pelumas dengan kekentalan 90, dan 140 tapi saat ini untuk motor yang modern sudah dipakai lagi. Kekentalan yang lebih kecil menunjukkan minyak yang lebih encer dan sebaliknya angka yang lebih besar menunjukkan minyak yang lebih kental. Huruf W di belakang angka kekentalan maksudnya adalah *Winter* yaitu untuk minyak pelumas yang khusus digunakan untuk waktu musim dingin dan pengukuran dilakukan pada temperatur 0°F.

Menurut Boentarto, (2005:38) kekentalan oli ditandai dengan SAE (*The Society of Automotive Engineers*). Semakin besar angka SAE-nya berarti semakin kental. Oli SAE 40 lebih kental daripada oli SAE 20. Kekentalan oli tersebut makin lama makin berkurang sehingga daya lubasnyapun menurun. Panas dan proses pembakaran sangat berpengaruh terhadap kualitas oli. Sisa pembakaran seperti H₂O yang mengembun masuk ke dalam bak oli dan bereaksi dan akhirnya menghasilkan lumpur yang merusak kualitas oli. Di samping itu karbon yang tidak terbakar akan bercampur dengan oli dan mengendap menjadi kerak.

Berbagai jenis minyak pelumas disarankan pemakainya oleh berbagai pabrik peralatan. Sejauh itu ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menilai kualitas oli. Menurut Jama dan Wagono, (2008:387) oli dapat digolongkan sesuai dengan penggunaan kendaraan yang bersangkutan guna mendapatkan hasil pelumasan yang baik, seperti contoh :

a. Jenis ML

Jenis ini digunakan pada mesin-mesin bensin dengan kerja yang ringan, oli ini tidak mengandung bahan-bahan tambahan (*addictive*).

b. Jenis MM

Digunakan pada mesin-mesin bensin dengan kerja yang sedang dan olinya mengandung *addictive* yang dapat mencegah karat/korosi pada komponen mesin.

c. Jenis MS

Digunakan pada mesin-mesin yang kerjanya cukup berat.

d. Jenis DG

Digunakan pada mesin diesel dan mesin bensin, oli ini mengandung zat anti karat dan juga mengandung detergent guna mencegah pembentukan karbon/arang pada ruang bakar atau bagian mesin lainnya.

e. Jenis DM

Jenis ini digunakan untuk mesin diesel dan mesin bensin yang bekerja berat, oli ini mengandung zat yang terdapat pada DG ditambah dengan *pour point depressant* yang dapat membuat oli ini tahan akan temperatur yang tinggi. Oli ini dapat disebut juga oli bermutu tinggi (*High Grade Oil*).

f. Jenis DF

Oli ini khusus untuk mesin diesel dan mengandung bermacam-macam zat tambahan sehingga mutunya baik sekali dan harganya cukup mahal sebanding dengan kualitasnya.

Kode-kode tersebut berpengaruh pada penggunaan oli mesin. Semakin tinggi huruf abjad kedua, berarti oli digunakan untuk mesin yang bekerja lebih berat. Mulai dari kode "M" mempunyai arti minyak pelumas atau oli digunakan untuk mesin dengan bahan bakar bensin. Kode "ML" berarti penggunaan oli dengan kerja mesin ringan. Kode "MM" berarti penggunaan oli dengan kerja mesin sedang. Dan kode "MS" berarti penggunaan oli dengan kerja mesin berat. Sedangkan kode yang berawalan "D" mempunyai arti jika oli atau minyak pelumas digunakan pada kendaraan bermesin diesel. Kode "DF" berarti penggunaan oli dengan kerja mesin ringan. Kode "DG" berarti penggunaan oli dengan kerja mesin sedang. Dan kode "DM" berarti penggunaan oli dengan kerja mesin berat.

Tabel 2.1. Klafikasi Kualitas Pelumas

API (American Petroleum Institute)	Klasifikasi Penggunaan dan Kalitas Oli
SA	Minyak murni tanpa bahan tambahan (<i>additive</i>).
SB	Digunakan untuk mesin operasi ringan yang mengandung sedikit <i>antioxidant</i> .
SC	Oli yang mengandung <i>detergent dispersant</i> dan <i>antioxidant</i> .
SD	Digunakan untuk mesin operasi dengan temperatur tinggi atau kondisi lainnya yang mengandung <i>detergent-dispersant, resisting agent, antioxidant</i> .
SE	Digunakan untuk mesin sedang dengan kandungannya lebih banyak <i>detergent dispersant, resisting agent, antioxidant</i> .
SF	Tingkat olinya tinggi dengan pemakaian <i>resistance</i> dan daya tahan paling baik.

Kode-kode tersebut berpengaruh pada penggunaan oli mesin. Semakin tinggi huruf abjad kedua, berarti oli digunakan untuk mesin yang bekerja lebih berat. Ditinjau dari kekentalan atau viskositas, jenis oli dibagi menjadi dua. Pertama, *monograde*, yang memiliki hanya satu jenis kekentalan, misalnya SAE 10, SAE 20, SAE 30 atau SAE 40. *Single grade oil* adalah penentuan kekentalan yang pada suhu normal 200°C, maka pada suhu udara lebih dingin akan berubah menjadi sangat pekat begitu juga dengan sebaliknya pada suhu yang sangat panas berubah menjadi sangat encer. Kedua, *multigrade*, yaitu mempunyai dua tingkat kekentalan SAE sekaligus, misalnya SAE 10W-40 (yang artinya kekentalan pada suhu rendah 10W dan pada suhu tinggi 40W), 15W-40 atau 20W-50. Kebaikan minyak pelumas *multigrade* adalah memudahkan mesin untuk dihidupkan pada cuaca dingin serta mempunyai daya lumas yang tetap baik pada temperatur mesin tinggi.

2.2.4 Sistem Pelumasan Suzuki Satria FU 150cc

Sistem pelumasan pada mesin bertujuan untuk mengurangi seminimal mungkin pergeseran dan penyerapan panas yang ditimbulkan oleh pergeseran antara bagian-bagian mesin yang saling bergerak. Pelumasan juga dapat menghilangkan panas yang ditimbulkan oleh hasil pembakaran minyak bahan bakar. Fungsi utama dari pelumasan ada dua yaitu mengurangi gesekan dan sebagai pendingin. Bila terjadi suatu keadaan yaitu sistem pelumasan tidak bekerja, maka akan terjadi gesekan langsung antara dua permukaan yang mengakibatkan timbulnya keausan dan panas yang tinggi. Bahkan pelumas di dalam mesin bagaikan lapisan (film) yang memisahkan antara permukaan logam dengan permukaan logam lainnya yang saling meluncur sehingga antara logam-logam tersebut tidak bersinggungan secara langsung.

Minyak pelumas diisikan pada bak engkol. Dari bak engkol minyak pelumas dipercikan ke dinding silinder untuk melumasi dinding silinder motor. Ring oli pada piston bertugas meratakan dan membersihkan oli pada dinding silinder tersebut. Oleh karena itu pada sepeda motor empat langkah dilengkapi dengan ring oli (Jama dan Wagino, 2008:374). Pelumasan dinding silinder merupakan bagian yang penting untuk diperhatikan. Fungsi pelumasan disini bukan saja untuk mengurangi gesekan tetapi juga untuk perapat.

2.2.5 Pengaruh Suhu Tinggi Terhadap Pelumasan

Menurut Massora, dkk., (2014:191) suhu yang tinggi pada mesin akan merusak daya lumas. Apabila daya lumas berkurang, maka gesekan akan bertambah dan selanjutnya panas yang timbul akan semakin banyak sehingga

suhu terus meningkat. Temperatur pada katup buang motor empat langkah sangatlah tinggi, pada kondisi seperti ini oli pelumas akan mencapai temperatur 100°C, pada temperatur ini oli pelumas akan menjadi cair/encer dan daya lumasnya menjadi hilang (Jama dan Wagino, 2008:386). Naiknya temperatur akan berakibat makin mudah timbulnya oksidasi pada minyak pelumas, hal ini tergantung terhadap lamanya berhubungan dengan udara pada suhu udara yang normal. Selain panas tinggi, minyak pelumas yang membasahi dinding silinder akan menguap dan terbakar bersama bahan bakar, sehingga akan mengakibatkan gangguan kerja mesin serta torak dan dinding silinder menjadi aus dengan cepat.

Ketika mesin bekerja beberapa bagian dari konstruksi motor tersebut akan mengalami kenaikan suhu (panas). Panas ini timbul sebagai akibat dari pembakaran dan gesekan-gesekan. Panas yang semakin tinggi dapat mengakibatkan turunnya rendamen kerja mesin, sehingga untuk menghindarinya diperlukan adanya pendinginan. Menurut Jama dan Wagino, (2008:393) akibat dari suhu mesin yang terlalu tinggi diantaranya akan menyebabkan:

- a. Gerakan komponen-komponen mesin yang akan terhalang karena ruang bebas (*clearance*) semakin kecil yang disebabkan oleh pemuaian dari komponen yang menerima panas berlebihan.
- b. Terjadinya pembakaran yang tidak normal. Motor bensin cenderung terjadi *knock*. Jika *knock* terjadi suhu naik pada piston dan pembakaran dini (*pre Ignition*) mudah terjadi.

2.2.6 Sistem Pendinginan

Menurut Setiawan dan Arsana, (2015:26-27) dalam perkembangan kendaraan bermotor diperlukan sistem pendinginan yang lebih baik dalam hal mendinginkan mesin supaya tidak terjadi overheating. Seiring dengan kemajuan teknologi pendingin mesin kendaraan terdapat beberapa macam seperti radiator dan *oil cooler*. Menurut Irawan dkk, (2016:23) sistem pendingin digunakan untuk mendinginkan temperatur mesin yang panas akibat dari pembakaran yang berlangsung di dalam silinder. Panas pembakaran akan menyebabkan terjadinya kenaikan temperatur pada bagian-bagian mesin, seperti dinding silinder, kepala silinder, katup dan torak. Pembakaran campuran bahan bakar dan udara dapat mencapai temperatur $\pm 2500^{\circ}$ C. Dengan temperatur yang sangat tinggi ini akan terjadi kerusakan pada dinding ruang bakar, katup-katup, puncak piston, dan bahkan kemacetan pada cincin torak.

Menurut Saputra dan Ansori, (2017:68) sistem pendingin di dalam suatu mesin yang memiliki fungsi untuk menjaga temperatur mesin dalam kondisi yang ideal. Sistem pendingin sangat memiliki peranan penting dari sebuah mesin, bila sistem pendingin tidak bekerja dengan baik maka kita hanya menunggu waktu kapan mesin itu akan cepat rusak dan tidak bekerja secara optimal. Menurut Jama dan Wagino, (2008:388) setiap motor bakar memerlukan pendinginan. Untuk itu dikenal adanya sistem pendinginan pada sepeda motor. Secara umum sistem pendinginan sepeda motor berfungsi sebagai berikut:

- a. Mencegah terbakarnya lapisan pelumas pada dinding silinder.
- b. Meningkatkan efisiensi/daya guna thermis.

- c. Mereduksi tegangan-tegangan thermis pada bagian-bagian silinder, torak, cincin torak dan katup-katup.

Menurut Irawan, dkk., (2016:23) sistem pendingin sangat dibutuhkan untuk menjaga temperatur kerja pada batasan yang diijinkan yaitu sesuai dengan kekuatan material dan kondisi operasi yang baik. Selain itu juga untuk mencegah terjadinya perubahan sifat-sifat serta bentuk komponen mesin. Pembakaran campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder menghasilkan panas yang tinggi. Pada motor bakar hasil pembakaran menjadi tenaga mekanis hanya sekitar 23% sampai 28%. Sebagian panas keluar bersama gas bekas dan sebagian lain hilang melalui pendinginan. Meskipun pendinginan merupakan suatu kerugian jika ditinjau dari segi pemanfaatan energi, tetapi mesin harus didinginkan untuk menjamin kerja secara optimal (Jama dan Wagino, 2008:388). Menurut Saputra dan Ansori, (2017:68) sistem pendingin yang sering kita temui ada 3 macam yaitu:

- a. Sistem pendingin udara (*air cooling system*)
- b. Sistem pendingin air (*water cooling system*)
- c. Sistem pendingin oli (*oil cooling system*)

Sistem pendingin udara dengan menggunakan sirip-sirip yang ada pada bagian luar silinder dan ruang bakar. Panas tersebut diserap oleh udara luar yang bersirkulasi dengan temperatur yang lebih rendah dari temperatur sirip pendingin. Sistem pendingin udara ini banyak bisa kita lihat pada sepeda motor yang masih terdapat sirip-sirip pendingin pada silinder block. Sistem pendingin air secara prinsip dapat dikatakan bahwa sistem ini bekerja dengan car prinsip pertukaran

panas, panas yang dihasilkan oleh pembakaran di dalam silinder akan diserap oleh air pendingin yang bersirkulasi di dalam *water jacket*. Air pendingin tersebut kemudian didinginkan oleh udara luar yang bertekanan yang dihembuskan akibat angin kipas radiator.

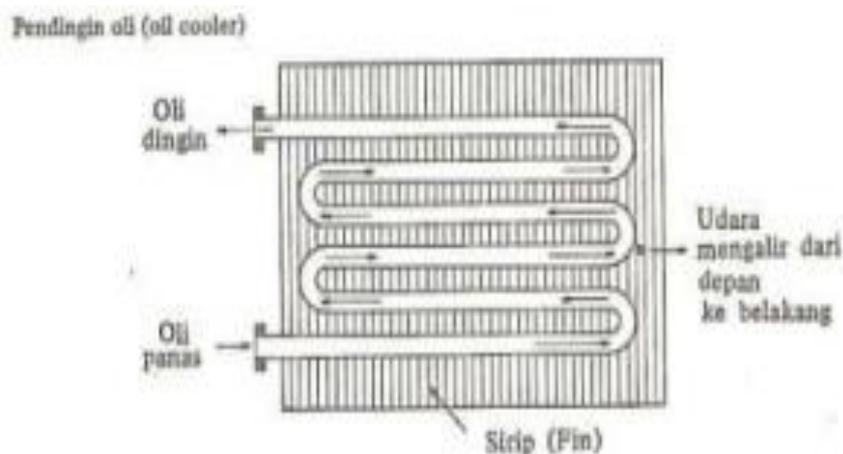
Sistem pendingin oli dengan media *oil cooler* sebagai pendingin oli, oli mesin yang dipompa dari dalam mesin menuju kisi-kisi *oil cooler* untuk didinginkan menuju kepala silinder dan kembali ke dalam mesin. Sistem pendingin oli mampu menjaga suhu oli agar tetap stabil untuk menjaga sistem pelumasan tetap maksimal dan tidak terjadi *overheating* pada mesin sepeda motor.

2.2.7 Oil Cooler

Menurut Choiril dan Arsana, (2015:1) *oil cooler* dipasang pada mesin untuk melepas panas dari mesin ke udara dan menjaga viskositas oli tetap terjaga saat kondisi mesin panas sehingga pelumasan masih tetap optimal dan *spare part* yang bergesekan dapat dilindungi dengan kekentalan oli (viskositas) yang tidak berubah ekstrim tersebut karena perubahan suhu mesin saat bekerja. Sehingga daya tahan oli dan *sparepart* berusia panjang serta mengurangi gejala *overheating*. Dalam konstruksi mesin terdapat beberapa komponen utama yang bekerja dengan gesekan misalnya, ring piston dengan dinding silinder. Semakin sering bergesekan maka dapat terjadi keausan pada komponen-komponen mesin. Pendingin pelumas (*oil cooler*) pada sepeda motor biasanya dari jenis *air cooling*, dimana minyak pelumas langsung didinginkan oleh udara.

Menurut Saputra dan Ansori, (2017:69) *oil cooler* sebagai barang atau media yang kini banyak dipergunakan daripada radiator. Selain dari konstruksinya

yang mudah untuk dimodifikasi di sepeda motor apapun dari sisi lain yaitu murah meriah tidak terlalu banyak membeli *sparepart* untuk memodifikasi di suatu motor untuk ditambahkan *oil cooler*. Berbeda dengan radiator yang harus mempunyai biaya yang lebih mahal untuk membeli seluruh komponen radiator dari sepeda motor tertentu. Pada umumnya *oil cooler* dipasang hanya untuk mengetahui bahwa *oil cooler* mampu mendinginkan oli di dalam mesin tetapi belum mengetahui seberapa efektif penggunaan *oil cooler* tersebut. Padahal penggunaan *oil cooler* lebih efektif dalam menjaga temperatur oli dan menjaga suhu mesin tetap stabil pada suhu kerja.



Gambar 2.2. Oil Cooler

Oil cooler adalah salah satu penukar panas dimana aliran fluida panas (oli) bersilang tegak lurus dengan arah aliran fluida dingin (udara) dan kedua fluida tersebut tidak dapat berfungsi, *oil cooler* tidak dapat berfungsi dengan baik, maka akan terjadi *overheating* (panas berlebihan) yang akan membawa pengaruh yang sangat kompleks, selain akan menurunkan *performance* juga akan merusak bagian-bagian mesin itu sendiri.

Menurut Arends dan Berenschot, (1980:208) motor yang didinginkan dengan udara merupakan keharusan untuk mendinginkan minyak pelumas karena motor ini mempunyai suhu yang tinggi, jika suhu minyaknya melebihi 415 K, maka sifat-sifat pelumasannya menurun dengan tajam

Tabel 2.2. Sampel Data Temperatur Oli Tin dan Tout

No.	T _{in}	T _{out}	ΔT	\dot{m}	P _{in}	P _{out}	Kecepatan Angin	Tw1	Tw2	Tw3
1	50°C	37°C	13	0,6L/m	0	0	32 km/h	41	38	35
2	60°C	46°C	13,4	0,6L/m	0	0	32 km/h	48	37	36
3	70°C	52°C	18	0,6L/m	0	0	32 km/h	47	40	44
4	80°C	63°C	17	0,6L/m	0	0	32 km/h	50	43	47
5	90°C	75°C	15	0,6L/m	0	0	32 km/h	60	55	50

(Stiawan dan Arsana, 2015:3)

Tabel yang sudah disajikan memperlihatkan hasil mengenai kemampuan *oil cooler* dalam menurunkan temperatur oli pelumas yaitu pada temperatur fluida masuk 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, dan 90°C dan temperatur udara ruang $T_{\infty} = 30^{\circ}\text{C}$ dengan tekanan 1 atm dengan laju aliran fluida $0,6 \text{ L/m} = 0,0102 \text{ kg/s}$, pengambilan data dilakukan 3 kali dengan selang waktu 10 menit setiap pengambilan data (Stiawan dan Arsana, 2015:3).

2.2.8 Performa Mesin (Daya dan Torsi)

Menurut Heywood, (1988:823) performa mesin terdiri dari daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar. Daya dan torsi tergantung pada volume mesin. Menurut Ferguso dalam Sukidjo, (2011:62) performa mesin dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain ukuran mesin, angka kompresi, suhu dan tekanan udara di sekelilingnya, proses pembakaran dan kualitas bahan bakar. Menurut Jama dan Wagino (2008:393) menjelaskan bahwa jika suhu mesin terlalu panas maka motor

bensin cenderung terjadi *knock* atau pembakaran dini (*pre ignition*), dan pada gesekan komponen-komponen *engine* terhalang karena ruang bebas (*clearance*) semakin kecil. Terutama pada pergerakan piston dan dinding silinder. Menurut Temperatur kerja ideal dari suatu pelumas berada pada kisaran 90-100°C. Temperatur kerja ini sulit diperoleh. Bahkan tidak jarang terjadi temperatur meningkatnya hingga 130°C. Daya motor akan menurun jika temperatur pelumas sudah di atas 105°C. Performa mesin merupakan kemampuan mesin motor bakar untuk merubah energi masuk yaitu dari bahan bakar sehingga menghasilkan daya yang berguna. Pada motor bakar tidak mungkin bisa merubah semua energi bahan bakar menjadi daya yang berguna.



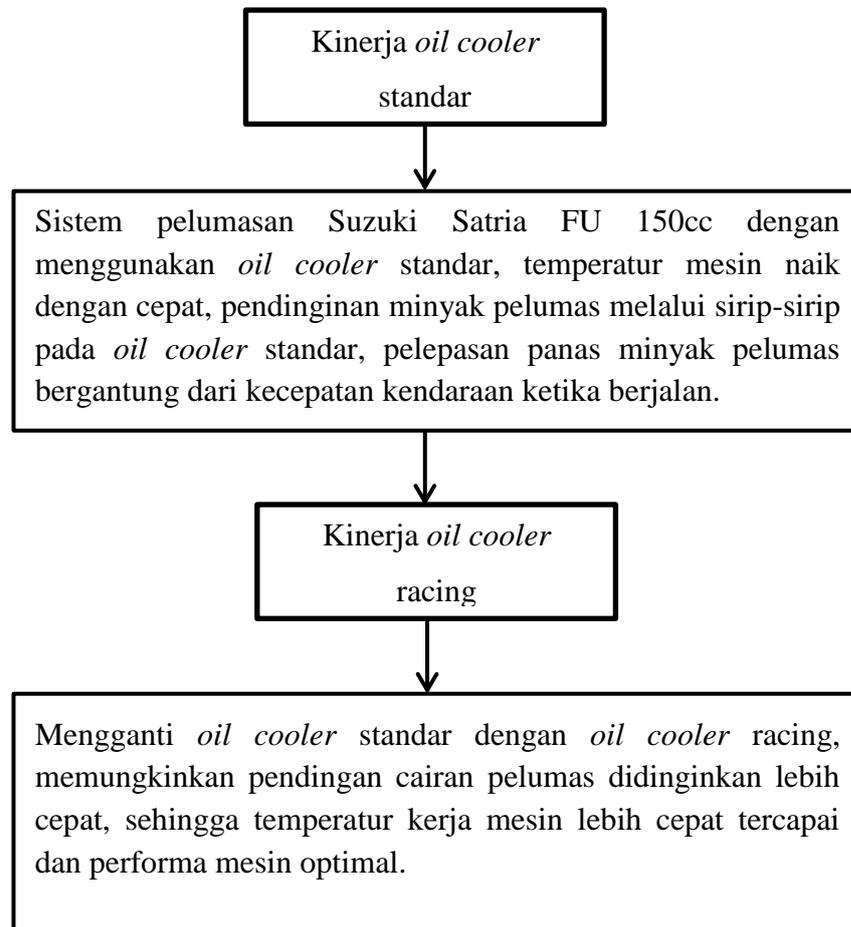
Gambar 2.3. Keseimbangan Energi Pada Motor Bakar.

(Basyirun, dkk., 2008:23)

Dari 100% hanya 25% daya berguna dan energi yang lainnya akan digunakan untuk menggerakkan aksesoris, gesekan, dan sebagian terbuang sebagai panas gas buang dan melalui air pendingin. Jika digambarkan dengan hukum termodinamika kedua yaitu “tidak mungkin membuat mesin yang

mengubah semua energi panas yang masuk menjadi kerja”. Torsi dan daya dari motor bakar yang diperoleh dari hasil pengkonversian energi termal (panas) hasil pembakaran menjadu energi mekanik. Torsi didefinisikan sebagai besarnya momen putar yang terjadi pada poros *output* mesin akibat adanya pembebanan dengan sejumlah massa (kg), sedangkan daya didefinisikan sebagai besarnya tenaga yang dihasilkan motor tiap satu satuan waktu. Pengukuran torsi dapat dilakukan dengan meletakkan mesin yang akan diukur torsinya pada *engine testbed* dan poros keluaran dihubungkan dengan rotor dinamometer.

2.3 Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2.4. Bagan Kerangka Berpikir Penelitian

2.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka berpikir maka dapat dirumuskan hipotesis penelitian sebagai berikut: Ada perbedaan kinerja *oil cooler* standar dengan *oil cooler* terhadap temperatur oli serta pengaruh terhadap daya dan torsi sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu dalam melaksanakan penelitian performa mesin (daya dan torsi) yaitu pada 20 Juli 2019. Untuk penelitian pengukuran temperatur oli pada tanggal 1 Agustus 2019.

Tempat pelaksanaan penelitian yaitu akan dilakukan di bengkel Mototech Jl. Ringroad Selatan, Singosaren III, Singosaren, Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta (55193). Sedangkan untuk penelitian pengukuran temperatur oli dilakukan di sepanjang jalan kampus UNNES Sekaran, kecamatan Gunung pati, kota Semarang.

3.2 Desain Penelitian

Sebelum melakukan penelitian pengujian kinerja *oil cooler* racing, peneliti melakukan pengujian awal menggunakan *oil cooler* standar. Dengan demikian hasil pengujian dapat diketahui lebih akurat karena peneliti melakukan perlakuan (mengganti *oil cooler* standar dengan *oil cooler* racing). Pengujian awal menggunakan *oil cooler* standar dengan melakukan pengujian sebanyak tiga kali yaitu pada putaran mesin 4500, 6500, 8500, dan 10500 RPM. Pengambilan data dilakukan sebanyak tiga kali bertujuan untuk memperoleh kesetabilan data dan kejelasan data pengujian sebelum diberi perlakuan. Setelah dilakukan pengujian kemudian diambil rata-rata dari hasil pengujian tersebut. Hal ini dilakukan untuk mengetahui data valid yang digunakan untuk pembandingan pada pengujian

nantinya., mengenai perbandingan kinerja *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing terhadap daya dan torsi.

Pengujian kedua yaitu dengan perlakuan (mengganti *oil cooler* standar dengan *oil cooler* racing). Pengujian menggunakan *oil cooler* racing dilakukan sebanyak tiga kali dengan putaran mesin yang sama dengan sebelum dilakukan perlakuan yaitu pada putaran mesin 4500, 6500, 8500, 10500 RPM. Setelah dilakukan pengujian kemudian diambil rata-rata dari data hasil pengujian. Selanjutnya data tersebut digunakan untuk pembandingan antara data hasil pengujian sebelum perlakuan dengan data hasil pengujian sesudah perlakuan, mengenai perbandingan kinerja *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing terhadap daya dan torsi.

Pengujian yang berikutnya yaitu mengukur temperatur oli mesin dengan menggunakan *oil cooler* standar menggunakan alat *thermocouple*. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali yaitu dengan rentang waktu 5 menit, 10 menit, dan 15 menit. Kemudian hasil data pengujian diambil rata-rata. Dari rata-rata tersebut digunakan untuk data valid sebagai pembandingan dengan pengujian sesudah perlakuan. Setelah didapat hasil data pengujian yang valid. Kemudian dilakukan perlakuan dengan menggunakan *oil cooler* racing.

Pengujian yang terakhir yaitu dengan perlakuan (mengganti *oil cooler* standar dengan *oil cooler* racing). Pengujian menggunakan alat *thermocouple*. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali yaitu dengan rentang waktu 5 menit, 10 menit, dan 15 menit. Setelah didapat hasilnya kemudian diambil rata-rata. Hasil

tersebut sebagai data valid pengujian dan digunakan untuk pembandingan dengan data pengujian sebelumnya yaitu sebelum perlakuan.

Setelah mendapatkan hasil dari pengujian masing-masing *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing melalui empat kali pengujian, kemudian dilakukan perhitungan nilai rata-rata dari setiap kelompok untuk data pengujian. Data hasil perlakuan akan dibandingkan pada awal pengujian penggunaan *oil cooler* standar. Sehingga diketahui seberapa efektivitas kerja dari *oil cooler* racing.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- a. *Tool set*, seperangkat alat yang dipergunakan untuk membongkar dan memasang komponen pada mesin.
- b. *Tachometer*, alat ini digunakan untuk mengukur putaran mesin.

Spesifikasi:

Merk : Krisbow-Digital

Jangkauan pengukuran : 50 - 500 mm

Akurasi : $\pm 0,05\%$ + 1 digit

- c. Thermometer ruang, alat ini digunakan untuk mengukur suhu disekitar ruang penelitian.

- d. *Dynamometer*, alat ini digunakan untuk mengukur daya mesin.

Spesifikasi:

Jenis Dynamometer : SPORTDYNO V3.3

Roller inertia : 1.446

Correction factor : ISO 1585

e. *Thermocouple*, alat ini digunakan untuk mengukur temperatur oli mesin.



Gambar 3.1. Skema instalasi pengujian daya, torsi, dan temperatur oli

Keterangan gambar :

1. *Roller dynamometer*
2. Monitor komputer
3. Kabel *tachometer*
4. Sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc

3.3.2 Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc.

Spesifikasi mesin Suzuki Satria FU 150cc:

Tabel 3.1. Spesifikasi Sepeda Motor Suzuki Satria FU 150 cc

No.	Bagian Kendaraan	Spesifikasi
1.	Tipe Mesin	– 4 Langkah
		– DOHC
		– 4 Katup
2.	Kapasitas Mesin	147,3 cc
3.	Sistem Pendinginan	Oli
4.	Sistem Bahan Bakar	Karburator
5.	Diameter x Langkah	62 x 48 mm
6.	Kompresi	10,2 : 1
7.	Daya Maksimum	11,7 ps (11,58 hp) / 9500 Rpm
8.	Torsi Maksimum	1.27 kg.m / 8500 Rpm
9.	Tipe Karburator	Mikuni BS 26-187
10.	Transmisi	6 speed (1-N-2-3-4-5-6)
11.	Dimensi	1945 x 670 x 980 mm (panjang x lebar x tinggi)
12.	Kopling	Manual
13.	<i>Starter</i>	<i>Kick Starter and Electric</i>
14.	<i>Drive</i>	<i>Rantai / drive chain</i>
15.	Bahan Bakar	Pertalite RON 90
16.	Oli Pelumas	Enduro 4T 20W-50
17.	<i>Oil Cooler</i>	<i>Oil cooler standar</i>

Spesifikasi *oil cooler* standar sepeda motor Suzuki Satria FU 150 cc :

Tabel 3.2. Spesifikasi *Oil Cooler* Standar

No.	Bagian <i>Oil Cooler</i>	Keterangan
1.	Panjang plat sirip	5 mm
2.	<i>Pitch</i> plat sirip	1 mm
3.	Panjang pipa	184 mm
4.	Diameter pipa	3 mm
5.	Jumlah plat sirip	684 mm
6.	Bahan	Aluminium
7.	Volume	70 ml



Gambar 3.2. *Oil Cooler Standar*

Spesifikasi *oil cooler* racing untuk Suzuki Satria FU 150cc yaitu:

tabel 3.3. Spesifikasi *oil cooler* racing

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Merk	Brembo buatan Italia
2.	Ukuran dimensi	150 x 92 x 100 mm (panjang x lebar x tinggi)
3.	Berat	500 gram
4.	Jumlah sirip	99 lubang sirip
5.	Jarak plat sirip	10 mm
6.	Diameter pipa	3 mm
7.	Bahan	Aluminium CNC
8.	Volume	10 ml



Gambar 3.3. Unit *oil cooler* racing

3.4 Parameter Penelitian

Berdasarkan desain penelitian di atas maka didapat parameter penelitian sebagai berikut:

a. Sepeda Motor

Sepeda motor Suzuki Satria FU 150CC keluaran tahun 2013 disini digunakan untuk penelitian ini, ketika peneliti melakukan pengambilan sampel ini, peneliti menggunakan teknik *sampling* seadanya atau *accidental sampling*.

b. *Oil Cooler* Standar dan *Oil Cooler* Racing

Oil cooler standar yang digunakan adalah *oil cooler* bawaan asli dari pabrikan sepeda motor Suzuki Satria FU 150CC. Sedangkan *oil cooler* racing yang digunakan dalam penelitian ini adalah *oil cooler* bermerk Brembo buatan Italia. *Oil cooler* standar dan *oil cooler* racing merupakan variabel bebas dalam penelitian ini.

c. Torsi dan Daya

Torsi dan daya ini sebagai hasil yang diharapkan dalam melakukan penelitian sehingga nantinya dapat dilakukanya perbandingan dalam tiap pengujianya, jadi dapat dibilang torsi dan daya disini adalah sebagai variabel terikat atau *dependen*.

d. Temperatur oli

Temperatur oli merupakan hasil yang pengujian kinerja *oil cooler* dalam mendinginkan oli mesin. Hasil yang didapatkan setelah mengukur temperatur oli dengan menggunakan *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing akan diambil nilai rata-rata kemudian dibandingkan. Untuk mengetahui secara valid *oil cooler* racing lebih efektif dalam mendinginkan oli mesin. Temperatur oli ini dalam penelitian adalah sebagai variabel terikat.

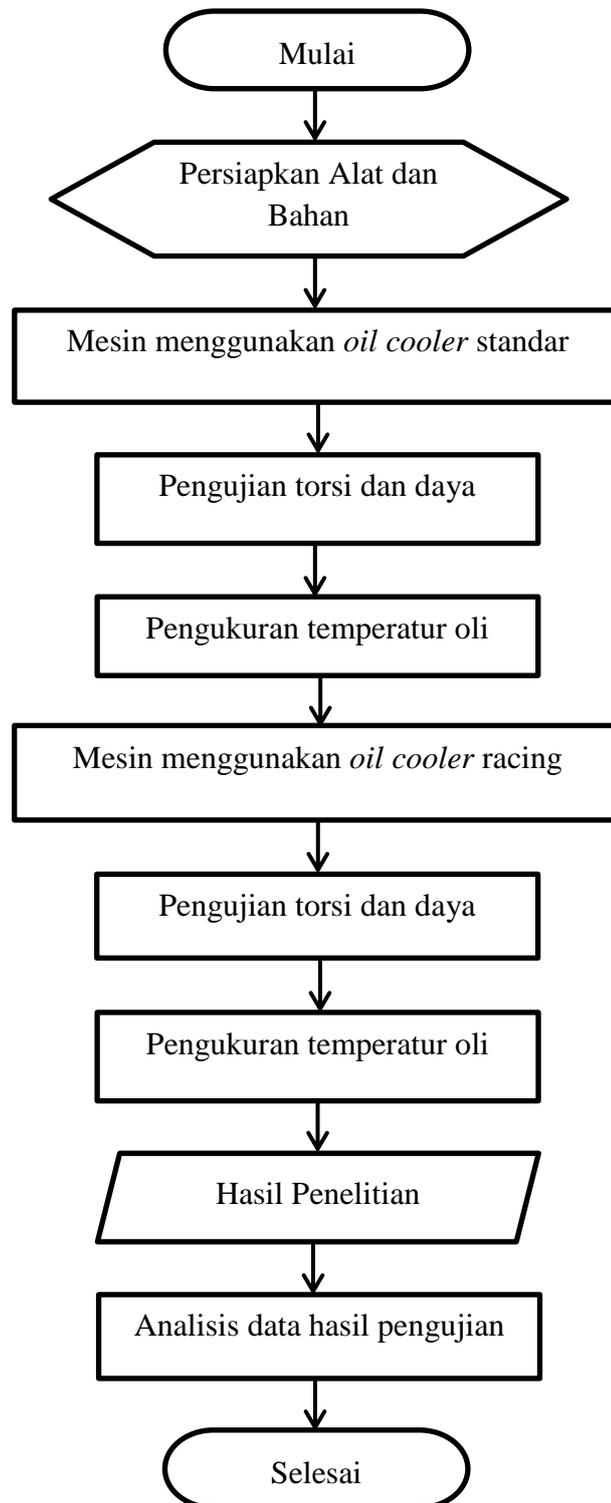
Dari parameter tersebut dibuat tabel pengambilan data penelitian sebagai berikut:

Tabel 3.4. Lembar pengujian daya

RPM	Pengujian	Daya	
		Mesin dengan <i>oil cooler</i> standar	Mesin dengan <i>oil cooler</i> racing
4500	1		
	2		
	3		
	Rerata		
6500	1		
	2		
	3		
	Rerata		
8500	1		
	2		
	3		
	Rerata		
10500	1		
	2		
	3		
	Rerata		

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengukuran pada daya dan torsi, serta temperatur oli dari kinerja *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing. Pengukuran nantinya menggunakan alat *dynotest* dan *thermocouple* dengan membandingkan pengujian awal berupa pengujian performa mesin (daya dan torsi) dari *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing. Pengujian berikutnya membandingkan temperatur oli dengan menggunakan *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing. Adapun diagram alir pelaksanaan penelitian sebagai berikut:



Gambar 3.4. Diagram alur pelaksanaan penelitian

Sebelum melakukan pengujian untuk pengambilan data keadaan motor harus dalam kondisi baik. Dengan begitu maka sepeda motor dilakukan *tune up* untuk mengembalikan keadaan mesin pada kondisi yang optimal. Pengambilan data performa mesin dilakukan menggunakan bahan bakar pertalite dengan RON 90. Dengan variasi putaran mesin 4500, 6500, 8500, 10500 RPM. Memasangkan alat tachometer pada kabel busi, tachometer tersebut terhubung dengan *dynotest*.

Pembacaan alat tachometer berupa angka yang ditampilkan pada layar LCD pada *dynotest* yang nantinya akan keluar hasilnya berupa *print out*. *Dynotest* mampu menghitung hasil dari pengujian performa mesin yaitu torsi, daya, dan putaran mesin. Alat ini akan menganalisis kinerja dari mesin secara valid dan tepat. Sehingga didapatkan hasil yang sesuai dengan kondisi mesin pada saat pengujian. Setelah mesin selesai dilakukan pengujian maka hasilnya akan keluar.

Kemudian pengukuran temperatur oli menggunakan alat *thermocouple*. Alat ini dihubungkan dengan saluran masuk dan saluran buang pada *oil cooler*. Pengujian ini dilakukan dengan rentang waktu 5 menit, 10 menit, dan 15 menit dalam keadaan sepeda motor dikendarai. Hasil dari pengukuran ini akan muncul pada layar avometer kemudian dicatat pada lembar data penelitian. Data yang keluar akan terbaca berapa temperatur oli ketika kendaraan sepeda motor dikendarai dengan rentang waktu demikian.

3.6 Kalibrasi Instrumen

Sebelum dilakukan sebuah pengukuran performa mesin siapkan kendaraan yang akan dilakukan pengujian. Mesin dihidupkan dalam keadaan idle mencapai

suhu kerja. Berdasarkan standar operasional pengoperasian alat *dynotest* proses kalibrasi alat adalah sebagai berikut:

- a. Menaikkan sepeda motor pada alat uji *dynotest* dengan posisi roda depan dimasukkan dalam *slot* lalu dilakukan penyetelan panjang sepeda motor supaya roda belakang dapat bertumpu pada *roller dynotest*.
- b. Memasang alat *tachometer* pada kabel busi untuk mengetahui RPM.
- c. Lakukan pengisian bahan bakar pertalite.
- d. Melakukan pemanasan mesin sepeda motor dengan menghidupkan sekitar 3-5 menit agar suhu kerja ideal.
- e. Mulai menambah kecepatan dengan menarik pedal gas pada putaran tertinggi dan menaikkan gigi percepatan secara bertahap hingga gigi persneling nomor 3. Karena pada posisi gigi persneling 3 *power band* lebih luas atau besar dan tenaga puncak lebih terasa.
- f. Memulai membuka *throttle* gas sampai pada putaran mesin maksimal. Perubahan putaran mesin dapat dilihat pada layar LCD komputer yang terhubung dengan *chasis dynotest*.
- g. Pengujian dilakukan pada putaran 4500 RPM, 6500 RPM, 8500 RPM, dan 10500 RPM.
- h. Data yang dihasilkan meliputi torsi, daya, dan putaran mesin pada setiap putaran akan langsung terbaca pada layar LCD komputer.
- i. Mencetak hasil pengujian berupa data torsi dan daya sepeda motor. Data yang didapatkan berupa tabel dan grafik perubahan daya (HP), torsi (N.m) pada setiap putaran mesin tertentu.

- j. Kemudian pengujian atau pengukuran temperatur oli. Menggunakan alat *thermocouple* yang terhubung dengan avometer. *Thermocouple* dihubungkan ke saluran masuk dan saluran keluar pada *oil cooler*.
- k. Melakukan pemanasan mesin sepeda motor dengan putaran idle selama 3-5 menit sampai pada suhu kerja mesin ideal.
- l. Melakukan pengujian dengan menjalankan kendaraan dalam rentang waktu 5 menit, 10 menit, dan 15 menit.
- m. Hasil pengujian akan muncul pada layar avometer. Data yang didapatkan berupa angka temperatur oli ($^{\circ}\text{C}$).

3.7 Teknik Analisis data

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150CC. Teknik analisis data yang digunakan penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode analisis data statistik dan deskriptif. Setelah melakukan pengujian dengan alat *dynotest* tiga kali maka akan menghasilkan data yang meliputi besarnya torsi dan daya tiap satuan RPM dalam bentuk grafik. Hasil dari bentuk grafik kemudian dianalisis secara deskriptif untuk diubah menjadi kalimat supaya mempermudah dalam mengolah dan menyajikan data. Data-data tersebut dimasukkan ke dalam tabel dan dirata-rata untuk mendapatkan hasil data tunggal, selanjutnya data dijelaskan ke bentuk grafik.

Pengujian yang berikutnya yaitu menggunakan alat *thermocouple* sebanyak tiga kali, maka akan menghasilkan data dari temperatur oli pada rentan waktu yang sudah ditentukan. Hasil dari pengujian dalam bentuk angka yang kemudian dianalisis secara dekriptif dan diubah menjadi kalimat agar mempermudah dalam

mengolah dan menyajikan data. Data-data tersebut dimasukkan ke dalam tabel dan dirata-rata untuk mendapatkan hasil data tunggal, selanjutnya data dijelaskan ke bentuk grafik. Untuk rumus menghitung rata-rata adalah sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{X1 + X2 = \dots Xn}{n}$$

Keterangan :

\bar{X} : Nilai rata-rata

Xn : Nilai data dalam penelitian

n : Jumlah banyak data dalam penelitian

Cara deskriptif bisa menjadikan data lebih mudah dipahami dan bisa ditarik kesimpulan, analisis data dilakukan untuk mengetahui perbandingan daya, torsi, dan temperatur oli pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150CC tersebut dengan menggunakan *oil cooler* standar dan sepeda motor yang menggunakan *oil cooler* racing.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data

Pengambilan data dari penelitian daya, torsi, dan temperatur suhu dengan menggunakan sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc dengan menggunakan variasi *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing merk BREMBO dilakukan di bengkel Mototech Singosaren, Banguntapan, Bantul, Yogyakarta. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing terhadap besarnya daya dan torsi yang dihasilkan. Sedangkan untuk pengukuran temperatur oli dilakukan di kampus UNNES. Pengujian dilakukan dengan kondisi mesin sepeda motor dalam keadaan optimal yaitu setelah dilakukan *tune up* pada sepeda motor.

Pengujian masing-masing *oil cooler*, untuk *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing putaran mesin paling rendah diambil pada 4500 RPM. Kemudian pada putaran menengah pada 6500 RPM dan 8500 RPM. Sedangkan putaran paling tinggi yaitu dibatasi pada 10500 RPM untuk menghindari *blow engine*. Pengujian dilakukan pada tanggal 20 Juli 2019 dengan menggunakan alat *dynamometer*. Sebelum melakukan pengujian performa mesin, sepeda motor terlebih dahulu dilakukan *tune up* agar hasil daya dan torsi lebih optimal, dalam proses *tune up* meliputi mengganti oli mesin, mengganti busi, membersihkan karburator, mengencangkan rantai roda, dan lain-lain.

Pengujian selanjutnya pada masing-masing *oil cooler*, untuk mengetahui temperatur oli yang dihasilkan oleh *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing. Pengujian dilakukan di sepanjang jalan kampus UNNES pada tanggal 7 Agustus 2019 dengan menggunakan alat *thermocouple*. Pengujian dilakukan dengan keadaan kendaraan berjalan dengan kecepatan rata-rata 50 Km/Jam. Sebelum melakukan pengujian kondisi mesin dalam keadaan optimal yaitu dengan melakukan *tune up* dan penggantian oli.

Pengujian yang dilakukan di bengkel “Mototech” Yogyakarta pada tanggal 20 Juli 2019 diperoleh data hasil penelitian performa dengan menggunakan sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc berupa daya dan torsi. Hasil pengujian daya dan torsi menggunakan *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing kemudian dikelompokkan ke dalam sebuah tabel untuk memudahkan pengolahan dan penyajian data.

Berdasarkan pengujian data yang dilakukan dengan menggunakan *dynamometer* didapat dengan daya yang dihasilkan dari mesin sepeda motor dengan menggunakan *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing seperti yang ditampilkan pada hasil penelitian. Berikut adalah data hasil pengujian daya dan torsi dalam bentuk tabel yang dihasilkan pada putaran mesin (RPM).

Tabel 4.1. Pengambilan data pengujian daya pada *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing

RPM	Pengujian	Daya	
		Mesin dengan <i>oil cooler</i> standar	Mesin dengan <i>oil cooler</i> racing
4500	1	7,5	7,3
	2	7,6	7,4
	3	7,4	7,3
	Rerata	7,5	7,3
6500	1	12,6	11,1
	2	12,7	11
	3	12,6	11
	Rerata	12,6	11
8500	1	15,8	15
	2	15,8	15,1
	3	15,8	15
	Rerata	15,8	15
10500	1	11,9	12,6
	2	11,7	12,8
	3	11,9	13
	Rerata	11,8	12,8

Setelah melakukan pengujian sebanyak tiga kali pada masing-masing *oil cooler*, diperoleh data *output* pada tabel 4.1. di atas. Berdasarkan data pengujian yang dihasilkan, daya maksimal didapatkan pada putaran mesin yang sama yaitu 8500 RPM. Saat menggunakan *oil cooler* standar daya terbesar dihasilkan pada pengujian pertama sampai ketiga yaitu 15,8 HP. Sedangkan ketika menggunakan *oil cooler* racing daya terbesar dihasilkan pada pengujian kedua yaitu 15,1 HP.

Hasil dari pengujian daya *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing yang sudah dijelaskan, dapat diketahui bahwa terdapat tiga kali pengujian pada tiap-tiap penggunaan *oil cooler*. Setiap hasil pengujian didapatkan hasil yang sedikit berbeda, hal ini tentunya sudah ditentukan sebelumnya agar data mudah

digunakan maka harus dirata-rata supaya bisa menjadi data tunggal. Dapat diketahui daya maksimal yang dihasilkan pada *oil cooler* standar terdapat pada putaran mesin 8500 RPM sebesar 15,8 HP. Sedangkan pada daya maksimal dihasilkan pada *oil cooler* racing yang terdapat pada putaran mesin 8500 RPM sebesar 15 HP. Rata-rata data di atas menunjukkan hasil pada setiap putaran mesin dengan menggunakan *oil cooler* standar daya yang dihasilkan mampu lebih besar daripada *oil cooler* racing. Perbedaan besarnya daya yang dihasilkan oleh mesin sepeda motor dengan menggunakan *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing yaitu sebesar 0,8 HP atau 5% lebih baik *oil cooler* standar. Selanjutnya akan disajikan data hasil pengujian torsi yang sudah dilakukan dalam bentuk tabel di bawah ini.

Tabel 4.2. tabel pengambilan data pengujian torsi pada pengujian *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing

RPM	Pengujian	Torsi	
		Mesin dengan <i>oil cooler</i> standar	Mesin dengan <i>oil cooler</i> racing
4500	1	11,94	10,49
	2	11,74	10,4
	3	11,79	10,31
	Rerata	11,82	10,4
6500	1	13,81	12,08
	2	13,81	12,06
	3	13,91	11,99
	Rerata	13,84	12,04
8500	1	13,16	12,49
	2	13,19	12,66
	3	13,23	12,5
	Rerata	13,19	12,55
10500	1	7,98	8,45
	2	8	8,74
	3	7,84	8,64
	Rerata	7,94	8,61

Pengujian *oil cooler* untuk menghitung torsi sepeda motor dilakukan sebanyak tiga kali. Berdasarkan data dari hasil pengujian, torsi maksimal didapatkan pada putaran mesin 8500 RPM dengan menggunakan *oil cooler* standar pada pengujian ketiga dengan hasil yaitu 13,91 N.m. Sedangkan pengujian dengan menggunakan *oil cooler* racing memperoleh torsi tertinggi pada putaran mesin 8500 RPM pada pengujian kedua dengan hasil yaitu 12,66 N.m.

Hasil data dirata-rata torsi maksimal pada *oil cooler* standar terdapat pada putaran 6500 RPM dengan hasil yaitu 13,84 N.m. Sedangkan pada *oil cooler* racing terdapat pada putaran mesin 8500 RPM memperoleh hasil torsi sebesar 12,55 N.m atau 4,8% lebih baik *oil cooler* standar. Rata-rata di atas menunjukkan bahwa hampir pada setiap putaran mesin dengan menggunakan *oil cooler* standar torsi yang dihasilkan mampu lebih besar dari pada *oil cooler* racing. Berdasarkan pengambilan data torsi pada sepeda motor dengan memvariasikan antara penggunaan *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing dengan menggunakan *dynamometer*, didapatkan selisih torsi sebesar 1,29 N.m. Selanjutnya akan disajikan data hasil pengujian temperatur oli dengan menggunakan *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing yang sudah dilakukan sebagai berikut.

Tabel 4.3. Tabel pengambilan data pada pengujian temperatur oli dengan menggunakan *oil cooler* standar

Pengujian	Temperatur Oli					
	<i>Oil cooler</i> standar					
	Waktu (menit)					
	5	10	15			
	Saluran					
	<i>in</i>	<i>out</i>	<i>In</i>	<i>out</i>	<i>In</i>	<i>Out</i>
1	57,4°C	54,6°C	76,2°C	75,2°C	107,2°C	105,9°C
2	60,6°C	59,9°C	80,6°C	78,9°C	108,9°C	106,3°C

3	61,2°C	60,7°C	78,4°C	77,4°C	106,6°C	105,9°C
Rerata	59,7°C	58,4°C	78,4°C	77,1°C	107,5°C	106°C

Tabel 4.4. Tabel pengambilan data pada pengujian temperatur oli dengan menggunakan *oil cooler racing*

Pengujian	Temperatur Oli					
	<i>Oil cooler racing</i>					
	Waktu (menit)					
	5		10		15	
	Saluran					
	<i>In</i>	<i>Out</i>	<i>in</i>	<i>Out</i>	<i>In</i>	<i>out</i>
1	59,7°C	59°C	75,6°C	74,9°C	104,6°C	103,9°C
2	58,8°C	58°C	78,4°C	77,7°C	105,6°C	104,6°C
3	61,2°C	60,2°C	80,6°C	79,7°C	107,2°C	106,1°C
Rerata	59,9°C	59°C	78,2°C	77,4°C	105,8°C	104,8°C

Setelah melakukan pengujian sebanyak tiga kali pada masing-masing *oil cooler*, diperoleh data temperatur oli pada tabel 4.3 di atas. Berdasarkan data pengujian yang dihasilkan, temperatur oli yang paling tinggi didapatkan pada menit ke-15. Saat menggunakan *oil cooler* standar temperatur oli tertinggi pada pengujian kedua yaitu sebesar 108,9°C pada saluran *in* dan 106,3 pada saluran *out*. Sedangkan ketika menggunakan *oil cooler racing* temperatur oli yang paling tinggi didapatkan pada pengujian ketiga yaitu sebesar 107,2°C pada saluran *in* dan 106,1°C pada saluran *out*.

Hasil dari pengujian temperatur oli *oil cooler* standar dan *oil cooler racing* yang sudah dijelaskan, dapat diketahui bahwa terdapat tiga kali pengujian pada tiap-tiap penggunaan *oil cooler*. Setiap hasil didapatkan hasil yang sedikit berbeda, hal ini tentunya sudah ditentukan sebelumnya agar data mudah digunakan maka harus dirata-rata agar bisa menjadi data tunggal. Dapat diketahui

temperatur oli tertinggi pada *oil cooler* standar terdapat pada menit ke-15 pada sebesar $107,5^{\circ}\text{C}$ pada saluran *in* dan 106°C pada saluran *out*. Sedangkan menggunakan *oil cooler* racing menghasilkan temperatur oli sebesar $105,8^{\circ}\text{C}$ pada saluran *in* dan 104°C pada saluran *out*.

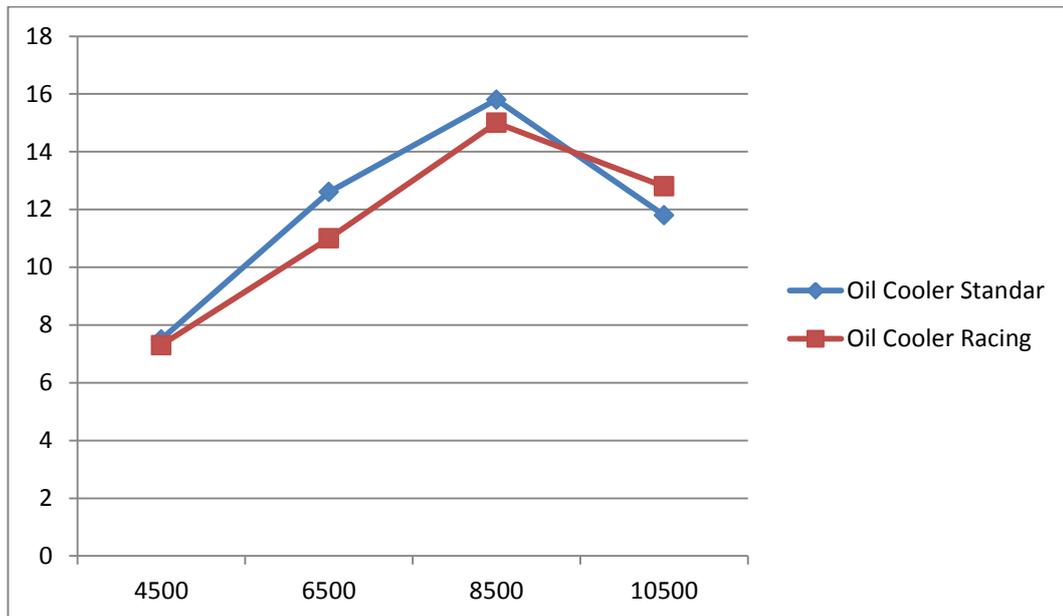
Temperatur oli yang dihasilkan mesin sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc dengan menggunakan *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing sedikit berbeda. Berdasarkan tabel data diatas, dapat diketahui bahwa pendingin oli yang paling baik dengan menggunakan *oil cooler* standar pada pengujian pertama pada menit ke-5, temperatur oli pada saluran *in* sebesar $57,4^{\circ}\text{C}$ dan $54,6^{\circ}\text{C}$ pada saluran *out*. Sehingga didapatkan pendinginan yang dihasilkan sebesar $2,8^{\circ}\text{C}$. Sedangkan ketika menggunakan *oil cooler* racing pendinginan paling baik pada pengujian ketiga menit ke-15, temperatur oli pada saluran *in* sebesar $107,2^{\circ}\text{C}$ dan $106,1^{\circ}\text{C}$ pada saluran *out*. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa *oil cooler* standar lebih baik dalam mendinginkan temperatur oli dibandingkan dengan *oil cooler* racing. Berdasarkan pengambilan data temperatur oli pada sepeda motor dengan memvariasikan antara penggunaan *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing dengan menggunakan *thermocouple*, didapatkan hasil perbedaan sebesar $0,26^{\circ}\text{C}$.

4.2 Analisis Data

Analisis data hasil penelitian ini bertujuan untuk membuktikan adanya perbedaan performa pada mesin yang melingkupi daya dan torsi dengan menggunakan variasi *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing serta perbedaan dalam mendinginkan temperatur oli mesin. Perbedaan yang mendasari pada

penggunaan *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing adalah terdapat pada sirip-sirip *oil cooler* standar yang lebih banyak jumlahnya dan desain dari *oil cooler* standar lebih lebar dan panjang sehingga udara yang berhembus ke *oil cooler* lebih banyak. Hal ini memungkinkan pendinginan oli lebih cepat dan temperatur lebih dingin dibandingkan dengan *oil cooler* racing. Dengan pendinginan oli mesin yang lebih cepat sehingga mengakibatkan suhu mesin terjaga pada suhu kerja. Kemudian mempengaruhi daya dan torsi yang dihasilkan oleh mesin sepeda motor. Performa mesin yang dihasilkan lebih besar. Tetapi sebaliknya, jika pendinginan oli lebih lama dan suhu kerjanya tidak cepat tercapai maka akan menurunkan performa mesin sepeda motor.

Setelah bentuk daya, torsi, dan temperatur oli menjadi data tunggal, selanjutnya data hasil pengujian *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing akan dibuat menjadi bentuk grafik yang berguna untuk memperjelas pembacaan data dari hasil pengujian. Bentuk hasil data dari pengujian dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



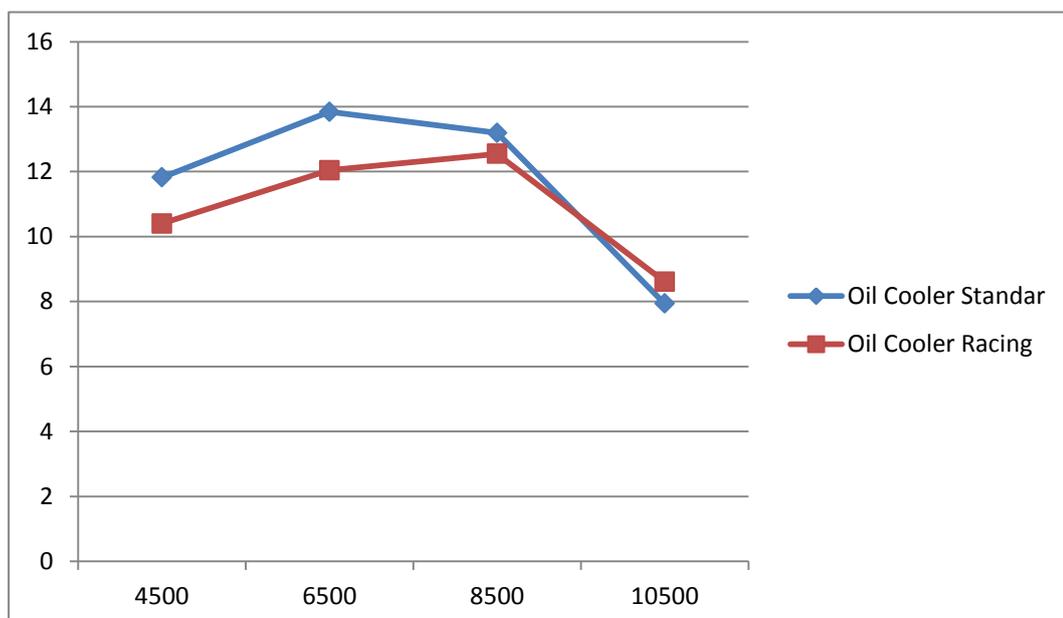
Gambar 4.1. Data hasil pengujian rata-rata daya dalam bentuk grafik

Grafik di atas diketahui bahwa dengan menggunakan *oil cooler* standar menghasilkan daya lebih tinggi dibandingkan *oil cooler* racing. Pada putaran mesin 4500 RPM, 6500 RPM, dan 8500 RPM *oil cooler* standar menghasilkan daya lebih besar dibandingkan *oil cooler* racing. Tetapi pada putaran 10500 RPM *oil cooler* racing menghasilkan daya lebih besar dibandingkan *oil cooler* standar.

Setiap *oil cooler* yang dihasilkan dari tiap putaran mesin terjadi peningkatan dan penurunan daya setelah mencapai titik maksimal yang seiring dengan meningkatnya putaran mesin. Pada putaran 4500 RPM daya yang dihasilkan oleh *oil cooler* standar sebesar 7,5 HP dan *oil cooler* racing sebesar 7,3 HP. Pada putaran mesin 4500 RPM selisih daya antara *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing sebesar 0,2 HP atau 2,6% lebih baik *oil cooler* standar. Kemudian pada putaran mesin 6500 RPM *oil cooler* standar menghasilkan daya sebesar 12,6 HP dan pada *oil cooler* racing sebesar 11 HP. Pada putaran mesin 6500 RPM

selisih daya antara *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing sebesar 1,6 HP atau 12,6% lebih baik *oil cooler* standar.

Daya yang dihasilkan pada putaran mesin 8500 RPM oleh *oil cooler* standar sebesar 15,8 HP dan *oil cooler* racing sebesar 15 HP. Pada putaran 8500 RPM selisih daya antara *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing sebesar 0,8 HP atau 5% lebih baik *oil cooler* standar. Kemudian pada putaran mesin 10500 RPM daya yang dihasilkan oleh *oil cooler* standar sebesar 11,8 HP dan *oil cooler* racing sebesar 12,8 HP. Pada putaran 10500 RPM selisih daya antara *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing sebesar 1 HP atau 8,4% lebih baik *oil cooler* racing. Karena volume oli yang ditampung *oil cooler* standar lebih banyak dibandingkan *oil cooler* racing, sehingga menyebabkan sirkulasi oli pada saat kendaraan melaju lebih cepat dan suhu oli diatur lebih baik maka daya yang dihasilkan lebih tinggi dengan penggunaan *oil cooler* standar.



Gambar 4.2. Data hasil pengujian rata-rata torsi dalam bentuk grafik

Seiring dengan meningkatnya putaran mesin, nilai torsi yang dihasilkan oleh *oil cooler* standar lebih tinggi dari pada nilai torsi yang dihasilkan oleh *oil cooler* racing. Nilai tertinggi torsi yang dicapai oleh *oil cooler* standar yaitu pada putaran mesin 6500 RPM, sedangkan nilai tertinggi yang dicapai oleh *oil cooler* racing yaitu pada putaran mesin 8500 RPM. Pada penjelasan gambar grafik di atas, dapat diketahui bahwa setiap jenis *oil cooler* memiliki nilai torsi yang dihasilkan dari setiap putaran mesin yang berbeda. Torsi yang dihasilkan da peningkatan dan juga penurunan setelah torsi maksimal tercapai seiring dengan bertambahnya putaran mesin.

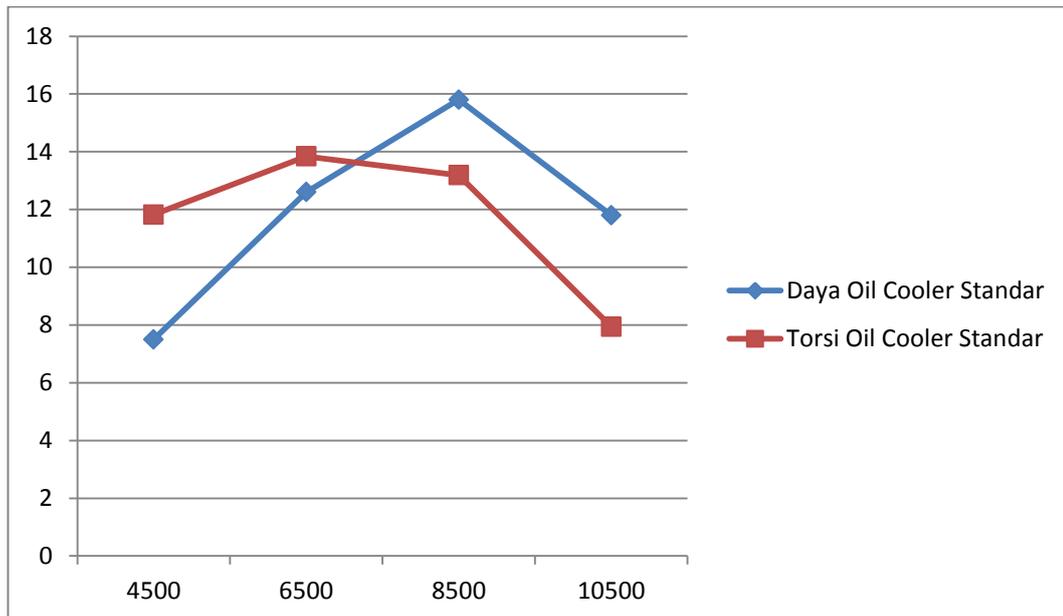
Torsi yang dihasilkan pada putaran mesin 4500 RPM yang dihasilkan oleh *oil cooler* standar sebesar 11,82 N.m dan pada *oil cooler* racing sebesar 10,4 N.m. Pada putaran mesin 4500 RPM selisih torsi yang dihasilkan oleh *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing sebesar 1,42 N.m atau 12% lebih baik *oil cooler* standar. Sedangkan pada putaran mesin 6500 RPM torsi yang dihasilkan oleh *oil cooler* standar sebesar 13,84 N.m dan *oil cooler* racing sebesar 12,04 N.m. Pada putaran mesin 6500 RPM selisih torsi yang dihasilkan oleh *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing sebesar 1,8 N.m atau 13% lebih baik *oil cooler* standar.

Torsi yang dihasilkan pada putaran mesin 8500 RPM oleh *oil cooler* standar sebesar 13,19 N.m dan *oil cooler* racing sebesar 12,55 N.m. Selisih torsi yang dihasilkan oleh *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing pada putaran mesin 8500 sebesar 0,64 N.m atau 4,8% lebih baik *oil cooler* standar. Pada putaran mesin 10500 RPM torsi yang dihasilkan oleh *oil cooler* standar sebesar 7,94 N.m dan *oil cooler* racing sebesar 8,61 N.m. Selisih torsi yang dihasilkan oleh *oil*

cooler standar dan *oil cooler* racing sebesar 0,67 N.m atau 8,4% lebih baik *oil cooler* racing. Karena volume oli yang ditampung *oil cooler* standar lebih banyak dibandingkan *oil cooler* racing, sehingga menyebabkan sirkulasi oli pada saat kendaraan melaju lebih cepat dan suhu oli diatur lebih baik maka torsi yang dihasilkan lebih tinggi dengan penggunaan *oil cooler* standar.

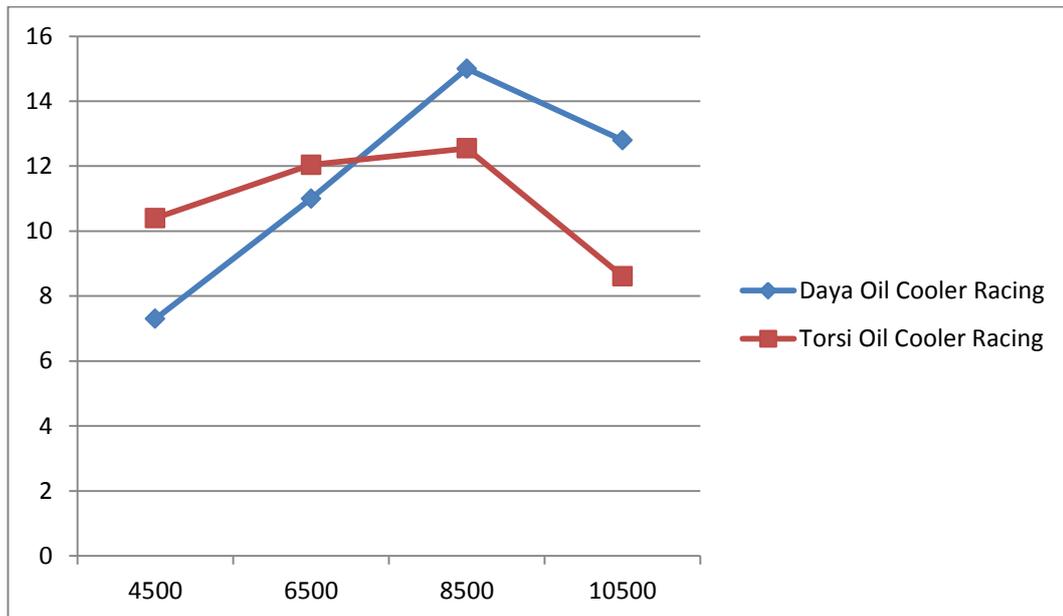
Data yang sudah dijabarkan di atas, dapat diketahui bahwa pada putaran 4500 RPM, 6500 RPM, dan 8500 RPM *oil cooler* standar lebih baik dalam menghasilkan torsi mesin dibandingkan *oil cooler* racing. Namun pada putaran 10500 RPM *oil cooler* racing menghasilkan torsi lebih tinggi dibandingkan *oil cooler* standar. Jika diambil rata-rata secara keseluruhan, *oil cooler* standar lebih baik dan lebih tinggi menghasilkan torsi dibandingkan *oil cooler* racing.

Apabila dilihat dari daya dan torsi memiliki hubungan yang selaras pada rentang putaran mesin rendah dan tinggi. Jika suatu mesin kendaraan sepeda motor memiliki torsi puncak pada putaran mesin yang lebih tinggi maka daya yang dihasilkan semakin tinggi. Berdasarkan teori yang mempengaruhi daya tidak hanya nilai torsi yang tinggi, tetapi letak torsi puncak pada putaran semakin tinggi mengakibatkan daya mesin yang semakin tinggi.



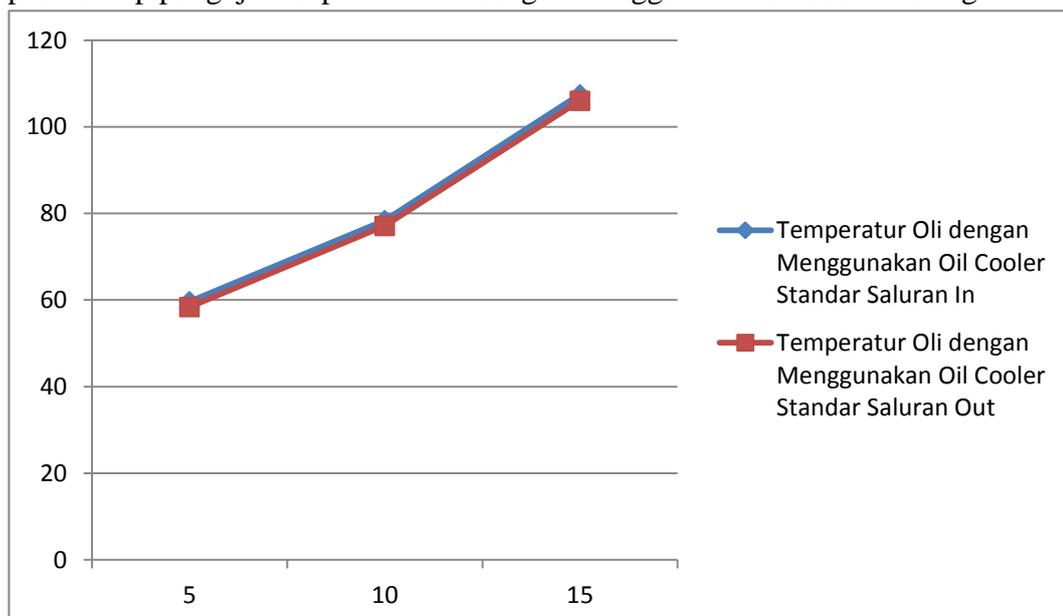
Gambar 4.3. Grafik daya dan torsi pada *oil cooler* standar

Penggunaan *oil cooler* standar, daya maksimal yang dihasilkan oleh mesin sepeda motor pada saat mencapai putaran mesin 8500 RPM yaitu sebesar 15,8 HP, sedangkan torsi maksimal yang dihasilkan oleh mesin sepeda motor pada putaran mesin 6500 RPM yaitu sebesar 13,84 N.m. Hasil data tersebut didapat setelah diambil rata-rata pada setiap pengujian sepeda motor dengan menggunakan *oil cooler* standar.



Gambar 4.4. Grafik daya dan torsi pada *oil cooler racing*

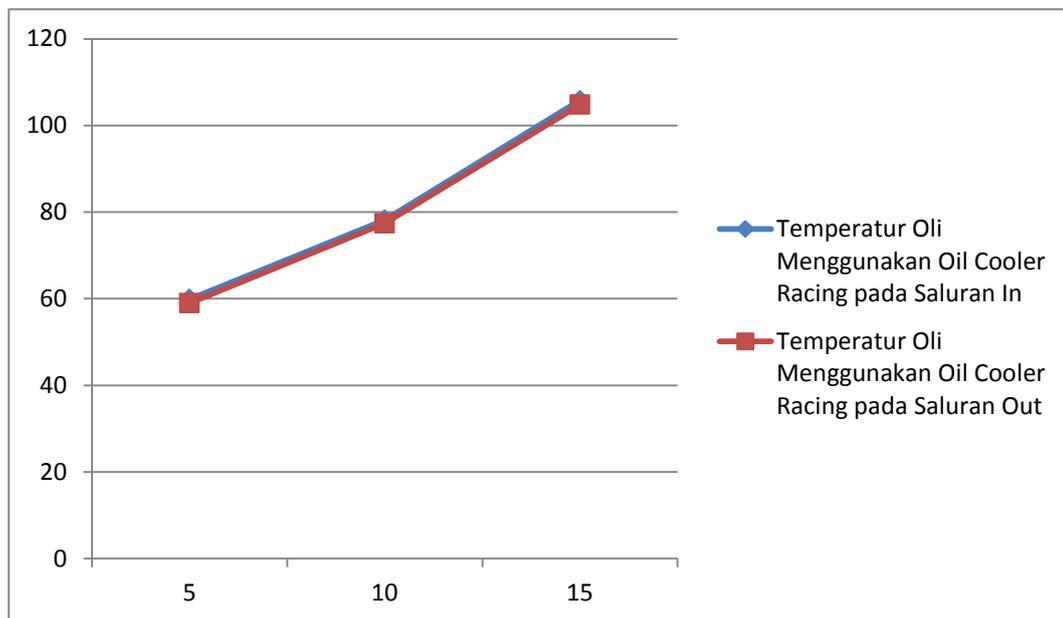
Penggunaan *oil cooler racing*, daya dan torsi maksimal yang dihasilkan oleh mesin sepeda motor pada saat mencapai putaran mesin 8500 RPM yaitu sebesar 15 HP dan 12,55 N.m. Hasil data tersebut didapat setelah diambil rata-rata pada setiap pengujian sepeda motor dengan menggunakan *oil cooler racing*.



Gambar 4.5. Grafik temperatur oli pada *oil cooler standar*

Dari grafik tersebut (Gambar 4.5) diketahui bahwa dengan menggunakan *oil cooler* standar menghasilkan temperatur oli yang meningkat ketika mesin menyala semakin lama. Pada waktu pengujian lima menit, *oil cooler* standar menghasilkan temperatur oli pada saluran *in* sebesar $59,7^{\circ}\text{C}$ dan saluran *out* sebesar $58,4^{\circ}\text{C}$. Dari hasil tersebut bisa diketahui bahwa *oil cooler* standar pada pengujian lima menit mampu mendinginkan temperatur oli sebesar $0,7^{\circ}\text{C}$ atau 2% mendinginkan oli. Kemudian pada pengujian dengan waktu sepuluh menit, *oil cooler* standar menghasilkan temperatur oli pada saluran *in* sebesar $78,4^{\circ}\text{C}$ dan saluran *out* sebesar $77,1^{\circ}\text{C}$. Dari hasil tersebut bisa diketahui bahwa *oil cooler* standar pada pengujian sepuluh menit mampu mendinginkan temperatur oli sebesar $1,3^{\circ}\text{C}$ atau 1,6% mendinginkan oli.

Kemudian pada waktu pengujian lima belas menit, *oil cooler* standar menghasilkan temperatur oli pada saluran *in* sebesar $107,5^{\circ}\text{C}$ dan pada saluran *out* sebesar 106°C . Dari hasil tersebut bisa diketahui bahwa *oil cooler* standar pada pengujian lima belas menit mampu mendinginkan temperatur oli sebesar $1,5^{\circ}\text{C}$ atau 1,3% mendinginkan oli. Jika di rata-rata semua hasil pendinginan temperatur oli pada setiap pengujian maka mendapatkan hasil $1,16^{\circ}\text{C}$.



Gambar 4.6. Grafik pengujian temperatur oli pada *oil cooler* racing

Data grafik di atas (Gambar 4.6) dapat diketahui bahwa dengan menggunakan *oil cooler* racing pada pengujian lima menit menghasilkan temperatur oli pada saluran *in* sebesar 59,9°C dan pada saluran *out* sebesar 59°C. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa pada pengujian lima menit *oil cooler* racing mampu mendinginkan oli sebesar 0,9°C atau 1,5% mendinginkan oli. Kemudian pada pengujian sepuluh menit menghasilkan temperatur oli pada saluran *in* sebesar 78,2°C dan saluran *out* sebesar 77,4°C. Dari hasil pengujian tersebut, dapat diketahui bahwa *oil cooler* racing mampu mendinginkan temperatur oli sebesar 0,8°C atau 1% mendinginkan oli.

Berikutnya pada pengujian lima belas menit menghasilkan temperatur oli pada saluran *in* sebesar 105,8°C dan pada saluran *out* sebesar 104,8°C. Dari hasil pengujian tersebut, dapat diketahui bahwa *oil cooler* racing mampu mendinginkan temperatur oli sebesar 1°C atau 1% mendinginkan oli. Jika di rata-rata semua

hasil pendinginan temperatur oli pada setiap pengujian maka mendapatkan hasil sebesar $0,9^{\circ}\text{C}$. Karena volume oli yang ditampung *oil cooler* standar lebih banyak dibandingkan *oil cooler* racing, serta sirip-sirip *oil cooler* standar jumlahnya lebih banyak dan ukuran lubangnya lebih lebar. Sehingga menyebabkan sirkulasi oli pada saat kendaraan melaju lebih cepat dan suhu oli diatur lebih baik maka daya yang dihasilkan lebih tinggi dengan penggunaan *oil cooler* standar.

4.3 Pembahasan

Pengujian mengenai performa mesin dengan menggunakan *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc yang sudah dilakukan pada tanggal 20 Juli 2019 di bengkel Mototech Yogyakarta dapat ditunjukkan pada gambar grafik di atas (Gambar 4.1 dan Gambar 4.2). Secara garis besar, daya dan torsi akan cenderung naik seiring dengan meningkatnya putaran mesin sepeda motor yang mampu membentuk sebuah grafik, kemudian ketika sudah mencapai batas maksimal atau pada titik tertinggi performa mesin akan mengalami penurunan. Kemudian pengujian mengenai temperatur oli dengan menggunakan *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing yang dilakukan pada tanggal 1 Agustus 2019 di sepanjang jalan UNNES kampus Sekaran, Kecamatan Gunung pati, Kota Semarang dapat ditunjukkan pada grafik di atas (Gambar 4.5). Secara garis besar temperatur oli cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya putaran mesin sepeda motor yang mampu membentuk grafik.

1. Daya

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan terdapat perbedaan daya dan torsi pada saat menggunakan *oil cooler* standar dan menggunakan *oil cooler* racing. Daya yang dihasilkan *oil cooler* standar lebih baik dari pada daya yang dihasilkan oleh *oil cooler* racing. Ketika menggunakan *oil cooler* standar daya tertinggi dihasilkan pada putaran mesin 8500 RPM, yaitu sebesar 15,8 HP, 15,8 HP, dan 15,8 HP. Sedangkan dengan menggunakan *oil cooler* racing daya tertinggi dihasilkan pada putaran 8500 RPM, yaitu sebesar 15 HP, 15,1 HP, dan 15 HP. Hal ini membuktikan bahwa dengan menggunakan *oil cooler* standar dapat menghasilkan daya lebih baik daripada menggunakan *oil cooler* racing.

Berdasarkan data hasil pengujian daya yang sudah dilakukan, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan daya yang dihasilkan antara kondisi sepeda motor dengan variasi *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing yang sudah di rata-rata pada tabel 4.1 dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan nilai daya yang diperoleh. Pada penelitian yang menggunakan *oil cooler* standar, nilai rata-rata maksimal yang bisa dicapai yaitu sebesar 15,8 HP pada putaran mesin 8500 RPM, sedangkan nilai daya maksimal yang dihasilkan *oil cooler* racing lebih rendah yaitu sebesar 15 HP pada putaran mesin 8500 RPM. Hasil pengujian daya pada grafik 4.1 daya (HP) menunjukkan bahwa pada putaran mesin rendah sampai putaran mesin menengah grafiknya menunjukkan kenaikan, namun setelah mencapai pada titik daya tertinggi (maksimal) akan terjadi penurunan. Namun pada kendaraan yang digunakan untuk penelitian mengalami penurunan performa, jika pada spesifikasi kendaraan baru, daya maksimum didapat pada putaran mesin

9500 RPM. Namun pada saat dilakukan pengujian daya maksimum didapatkan pada putaran 8500 RPM. Hal ini disebabkan karena usia kendaraan yang sudah cukup lama yaitu sudah 6 tahun, sehingga kinerja dari mesin sudah menurun tidak seperti saat masih baru.

Daya maksimal yang dapat dihasilkan oleh mesin terjadi ketika suplai campuran bahan bakar dan udara dapat masuk sepenuhnya secara optimal ke dalam ruang bakar, sehingga dapat terjadi proses pembakaran yang sangat cepat. Hal ini tentunya dapat mengakibatkan putaran mesin akan semakin tinggi, sehingga seiring dengan peningkatan putaran mesin daya yang dihasilkan akan semakin besar. Ketika putaran mesin semakin tinggi sampai pada titik tertentu, daya yang dihasilkan akan berkurang secara perlahan. Faktor tersebut dipengaruhi oleh gesekan yang semakin besar dengan seiring tingginya putaran mesin. Sehingga terjadi suatu kerugian gesek yang membebani kinerja mesin.

2. Torsi

Berdasarkan hasil pengujian torsi, dengan menggunakan *oil cooler* standar menghasilkan hasil *output* rata-rata lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan *oil cooler* racing bermerk BREMBO, bahkan hampir pada setiap putaran mesin. Diketahui dari data pengujian yang sudah dirata-rata pada tabel 4.2, untuk penggunaan *oil cooler* standar dapat menghasilkan nilai torsi maksimal sebesar 13,84 N.m pada putaran mesin 6500 RPM. Sedangkan pada hasil pengujian dengan menggunakan *oil cooler* racing nilai torsi maksimal yang lebih rendah dari penggunaan *oil cooler* standar yaitu sebesar 12,55 N.m pada putaran mesin 8500 RPM. Namun pada kendaraan yang digunakan untuk penelitian

mengalami penurunan performa, jika pada spesifikasi kendaraan baru, daya maksimum didapat pada putaran mesin 8500 RPM. Namun pada saat dilakukan pengujian daya maksimum didapatkan pada putaran 6500 RPM. Hal ini disebabkan karena usia kendaraan yang sudah cukup lama yaitu sudah 6 tahun, sehingga kinerja dari mesin sudah menurun tidak seperti saat masih baru.

Torsi didefinisikan sebagai besarnya momen putar yang terjadi pada poros *output* mesin akibat adanya pembebanan dengan sejumlah massa (kg), sedangkan daya didefinisikan sebagai besarnya tenaga yang dihasilkan motor tiap satu satuan waktu. Pengukuran torsi dapat dilakukan dengan meletakkan mesin yang akan diukur torsinya pada *engine testbed* dan poros keluaran dihubungkan dengan rotor dinamometer Torsi tertinggi akan diperoleh pada saat udara dan bahan bakar dapat tercampur dan terbakar dengan baik sesuai kebutuhan mesin. Torsi pada mesin dapat menurun pada putaran tinggi dikarenakan pengaruh volume campuran bahan bakar dan udara yang cenderung berkurang dengan naiknya putaran mesin yang semakin tinggi. Volume campuran bahan bakar dan udara yang berkaitan dengan derajat pengisian silinder tidak sempurna pada putaran tinggi. Katup hisap dan katup buang ketika membuka dan menutup dengan cepat dapat mengalami tidak menutup secara sempurna yang diakibatkan waktu yang singkat. Selain karena volume bahan bakar menurun disebabkan juga oleh kenaikan gaya gesek yang bertambah besar seiring dengan meningkatnya kecepatan piston yang bergerak naik dan turun. Menurut Pratama dan Wailandouw, (2014:247) menyatakan bahwa, ada banyak waktu untuk mengisi silinder dengan baik. Ini artinya bahwa pengisian penuh dengan campuran udara dan bahan bakar, sehingga

akan menghasilkan tekanan pembakaran yang lebih tinggi dengan tekanan pembakaran yang lebih tinggi maka torsi menjadi lebih tinggi.

3. Temperatur Oli

Berdasarkan hasil pengujian temperatur oli dengan menggunakan *oil cooler* standar menunjukkan hasil rata-rata pendinginan oli mesin yang lebih baik dibandingkan menggunakan *oil cooler* racing. Diketahui dari data pengujian yang sudah dirata-rata pada tabel 4.3, untuk penggunaan *oil cooler* standar pada pengujian yang pertama yaitu lima menit menunjukkan hasil pada saluran *in* sebesar $59,7^{\circ}\text{C}$ dan saluran *out* sebesar $58,4$. Dari hasil tersebut diketahui *oil cooler* standar mendinginkan oli mesin sebesar $0,7^{\circ}\text{C}$. Sedangkan ketika menggunakan *oil cooler* racing menghasilkan temperatur oli pada saluran *in* sebesar $59,9^{\circ}\text{C}$ dan saluran *out* sebesar 59°C . Dari hasil tersebut diketahui bahwa *oil cooler* racing mampu mendinginkan temperatur oli mesin sebesar $0,9^{\circ}\text{C}$. Kemudian pada pengujian kedua dengan waktu sepuluh menit dengan menggunakan *oil cooler* standar menghasilkan temperatur oli pada saluran *in* sebesar $78,4^{\circ}\text{C}$ dan pada saluran *out* sebesar $77,1^{\circ}\text{C}$. Dari hasil tersebut diketahui bahwa *oil cooler* standar mampu mendinginkan oli mesin sebesar $1,3^{\circ}\text{C}$. Sedangkan ketika menggunakan *oil cooler* racing menghasilkan temperatur oli pada saluran *in* sebesar $78,2^{\circ}\text{C}$ dan pada saluran *out* sebesar $77,4^{\circ}\text{C}$. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa *oil cooler* racing dapat mendinginkan temperatur oli sebesar $0,8^{\circ}\text{C}$. Selanjutnya pada pengujian ketiga yaitu dengan waktu lima belas menit dengan menggunakan *oil cooler* standar mampu menghasilkan temperatur oli pada saluran *in* sebesar $107,5^{\circ}$ dan saluran *out* sebesar 106° . Dari

hasil tersebut dapat diketahui bahwa *oil cooler* standar mampu mendinginkan oli mesin sebesar $1,5^{\circ}\text{C}$. Sedangkan ketika menggunakan *oil cooler* racing temperatur oli yang dihasilkan pada saluran *in* sebesar $105,8^{\circ}\text{C}$ dan pada saluran *out* sebesar $104,8^{\circ}\text{C}$. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa *oil cooler* racing dapat mendinginkan temperatur oli sebesar 1°C .

Berdasarkan semua data hasil pengujian temperatur oli dengan menggunakan *oil cooler* standar diketahui bahwa rata-rata *oil cooler* standar mampu mendinginkan temperatur oli sebesar $1,16^{\circ}\text{C}$. Sedangkan ketika menggunakan *oil cooler* racing jika dirata-rata mampu mendinginkan oli mesin sebesar $0,9^{\circ}\text{C}$. Dari hasil tersebut dapat dihitung selisih pendinginan temperatur oli antara *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing yaitu sebesar $0,26^{\circ}\text{C}$. Setelah mengetahui data tersebut dapat disimpulkan bahwa *oil cooler* standar lebih baik dalam mendinginkan temperatur oli dibandingkan dengan menggunakan *oil cooler* racing. Meskipun selisihnya sangat sedikit, namun hal ini membuktikan bahwa *oil cooler* racing kinerja tidak lebih baik dibandingkan dengan *oil cooler* standar asli dari sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc.

Menurut Irawan, dkk (2016:26), menyatakan bahwa mesin atau motor bakar umumnya harus bekerja pada suhu sekitar 70°C - 80°C . Pada pendinginan radiator, untuk putaran di atas 1500 RPM, suhunya lebih dari suhu kerja yang dianjurkan. Hal ini dapat mengakibatkan pembakaran bahan bakar yang tidak efektif. Bensin merupakan bahan bakar yang mudah menguap, panas mesin yang terlalu tinggi dapat menguapkan bensin sehingga bensin akan hilang sebelum terbakar. Menurut Romandoni dan Siregar (2012:4) menyatakan bahwa, disaat

putaran mesin semakin tinggi, maka turbulensi aliran campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke ruang bakar meningkat. Pada keadaan ini campuran udara dan bahan bakar mendekati *stochiometric*, akibatnya tekanan dan temperatur yang dihasilkan semakin tinggi dan menyebabkan torsi yang dihasilkan semakin besar.

Menurut Susanto dan Arsana (2017:16) menyatakan bahwa, menyatakan bahwa, pada setiap variasi kecepatan putaran mesin (RPM) memiliki nilai laju aliran tersendiri karena dalam laju aliran tersebut digunakan untuk melepaskan panas yang terdapat di dalam fluida oli ke *oil cooler*. Kenaikan putaran mesin membuat nilai laju aliran semakin tinggi karena dalam hal ini bertujuan untuk melepaskan temperatur panas yang tersimpan di dalam oli akan tetapi apabila laju aliran mengalami kehambatan maka nilai temperatur keluar akan sedikit berubah dan nilai ΔT akan turun. Maka dari itu dalam perpindahan panas yang terdapat di dalam *oil cooler* harus mengikuti putaran mesin untuk melepaskan panas semakin baik dan nilai ΔT akan naik.

Perbedaan nilai performa mesin (daya dan torsi) dan temperatur oli yang dapat dicapai pada masing-masing *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing bisa dipengaruhi oleh ukuran dimensi *oil cooler* dan volume oli yang mampu dimuat dalam masing-masing *oil cooler*. Ukuran dimensi pada *oil cooler* yang lebih besar dan lebar serta volume oli semakin banyak yang ditampung oleh *oil cooler* membuat pendinginan oli lebih cepat sehingga temperatur mesin tercapai dengan optimal. Dengan temperatur mesin yang optimal akan menghasilkan daya dan torsi yang lebih maksimal. Meskipun dalam pengujian ini kelistrikan dan komponen mesin masih standar, namun akibat penggantian *oil cooler* standar dan

oil cooler racing mampu mempengaruhi besarnya daya dan torsi berubah, meskipun tidak signifikan.

Pada peningkatan nilai torsi hampir sama dengan nilai daya, yaitu nilainya akan naik sampai titik atau putaran tertentu. Ketika mesin mencapai kinerja maksimal, maka nilai daya dan torsi akan mulai turun. Daya merupakan jumlah tenaga mesin yang bekerja pada kurun waktu tertentu, sedangkan torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja. Pada peningkatan temperatur oli mesin, nilainya akan naik sesuai dengan putaran mesin dan lamanya waktu ketika mesin bekerja. Semakin tinggi putaran mesin dan semakin lama mesin bekerja, maka temperatur oli akan naik secara perlahan.

4.4 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya perbedaan kinerja *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc. Dalam melakukan penelitian ini, ada beberapa keterbatasan yang dialami oleh peneliti dalam pengambilan data daya, torsi, dan temperatur oli pada mesin sepeda motor, diantaranya yaitu:

1. Penelitian performa mesin dan penelitian temperatur oli dilakukan diwaktu yang berbeda, sehingga pengambilan data tidak dapat dilakukan dalam satu hari.
2. Hasil penelitian hanya digunakan pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc dengan menggunakan *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing telah dilakukan dan mendapatkan hasil sehingga dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat perbedaan dari penggunaan jenis *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing terhadap daya yang dihasilkan sepeda motor. Daya tertinggi pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150cc ketika menggunakan *oil cooler* standar yaitu pada putaran mesin 8500 RPM sebesar 15,8 HP. Sedangkan dengan *oil cooler* racing daya tertinggi dihasilkan pada putaran yang sama 8500 RPM sebesar 15 HP atau 5% lebih baik *oil cooler* standar. Namun pada kendaraan yang digunakan untuk penelitian mengalami penurunan performa, jika pada spesifikasi kendaraan baru, daya maksimum didapat pada putaran mesin 9500 RPM. Namun pada saat dilakukan pengujian daya maksimum didapatkan pada putaran 8500 RPM. Hal ini disebabkan karena usia kendaraan yang sudah cukup lama yaitu sudah 6 tahun, sehingga kinerja dari mesin sudah menurun tidak seperti saat masih baru.
2. Terdapat perbedaan dari penggunaan jenis *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing terhadap torsi yang dihasilkan sepeda motor. Torsi tertinggi pada sepeda motor dihasilkan saat menggunakan *oil cooler* standar pada putaran mesin 6500 RPM sebesar 13,84 N.m. Sedangkan torsi tertinggi saat

menggunakan *oil cooler* racing dihasilkan pada putaran mesin 8500 RPM sebesar 12,55 N.m atau 4,8% lebih baik *oil cooler* standar. Namun pada kendaraan yang digunakan untuk penelitian mengalami penurunan performa, jika pada spesifikasi kendaraan baru, daya maksimum didapat pada putaran mesin 8500 RPM. Namun pada saat dilakukan pengujian daya maksimum didapatkan pada putaran 6500 RPM. Hal ini disebabkan karena usia kendaraan yang sudah cukup lama yaitu sudah 6 tahun, sehingga kinerja dari mesin sudah menurun tidak seperti saat masih baru.

3. Terdapat perbedaan dari penggunaan jenis *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing terhadap pendinginan temperatur oli mesin sepeda motor. Pada penggunaan *oil cooler* oli mesin sebesar 1,16°C. Sedangkan pada *oil cooler* racing mendinginkan temperatur oli mesin sebesar 0,9°C atau 1% lebih baik *oil cooler* standar.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan oleh penulis terhadap hasil penelitian yang telah dilakukan tentang kinerja *oil cooler* standar dan *oil cooler* racing dan pengaruhnya terhadap performa mesin (daya dan torsi) adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan *oil cooler* racing berbeda dengan *oil cooler* standar. *Oil cooler* racing digunakan untuk kebutuhan balap/race. *Oil cooler* standar digunakan untuk kebutuhan berkendara sehari-hari atau konvensional.
2. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan variasi *oil cooler* racing dengan parameter lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Arends dan Berenschot, 1980. *Motor Bensin*. Jakarta: Erlangga.
- Arisandi, M., Darmanto, dan T. Priangkoso. 2012. Analisa Pengaruh Bahan Dasar Pelumas Terhadap Viskositas Pelumas dan Konsumsi Bahan Bakar. *Jurnal Momentum* 8(1): 56-61.
- Basyirun., W.D. Raharjo., dan Karnowo. 2008. *Mesin Konversi Energi*. Universitas Negeri Semarang.
- Boentarto. 2005. *Cara Pemeriksaan, Penyetelan dan Perawatan Sepeda Motor*. Solo: CV Aneka.
- Choiril, B., dan I.M. Arsana. 2015. Pengaruh Laju Aliran Massa Fluida Terhadap Kapasitas Oil Cooler Pada Sistem Pelumasan Sepeda Motor. *Jurnal Teknik Mesin* 4(1): 1-5.
- Deng, B., Y. Chen, A. Liu, Z. Xu, S. Hu, J. Fu, X. Liu, R. Feng, and L. Zhou. 2019. The Excess Air Coefficient Effect On The Performances For a Motorcycle Twin-Spark Gasoline Engine: A Wide Condition Range Study. *Journal Applied Thermal Engineering*. 150: 1028-1036.
- Heywood. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamental*. United States of America: Me Graw-Hill.
- Hidayat, T. 2015. Modifikasi Sistem Pendingin (Sirip dan Air) Pada Saluran Pelumas Sepeda Motor. *Jurnal AUTINDO Politeknik Indonusa Surakarta* 1(2): 34-41.
- Irawan, M.F., I. Qiram, dan G. Rubiono. 2016. Studi Pengaruh Pendinginan Oli dengan Sistem Radiator pada Sepeda Motor Suzuki Shogun 110 CC. *Jurnal V-Max* 1(1): 22-27.
- Jama, J., dan Wagino. 2008. *Teknik Sepeda Motor Jilid 3*, Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Massora, M., F.E.Kaparang, F.P.T. Pangalila. 2014. Hubungan Jenis Pelumas Dengan Suhu Mesin Induk KM. Tuna Lestari 16. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan Tangkap*. 1(6): 191-196.
- Negash A., Y.M. Kim, D.G. Shin, and G.B. Cho. 2018. Optimization Of Organic Rankine Cycle Used For Waste Heat Recovery Of Construction Equipment Engine With Additional Waste Heat Of Hydraulic Oil Cooler. *Journal Energy*. 143: 797-811.

- Pratama, R.Y.N, dan Wailandouw A.G. 2014. Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Pertamina dan Waktu Pengapian (*Ignition Timing*) Terhadap Performa Mesin dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Supra X 125cc Tahun 2008. *Jurnal Teknik Mesin* 03(2): 244-252.
- Pulkrabrek, W.W. 1997. *Engineering Fundamentals Of The Internal Combustion Engine*. New Jersey: Upper Saddle River.
- Qin, W., M. Wang, W. Sun, P. Shipway, X. Li. 2019. Modeling The Effectiveness Of Oil Lubrication In Reducing Both Friction And Wear In Fretting Contact. *Journal Wear*. 426-427: 770-777.
- Rohman, N., dan I.M. Arsana. 2017. Perencanaan Sistem Aliran Fluida Pada Rancang Bangun Trainer Kapasitas Oil Cooler Suzuki Satria FU 150. *Jurnal Rekayasa Mesin* 4(2): 19-24.
- Romandoni, N., dan I.H. Siregar. 2012. Studi Komparasi Performa Mesin dan Kadar Emisi Gas Buang Sepeda Motor Empat Langkah Berbahan Bakar Bensin dan LPG. *Jurnal Teknik Mesin* 1(2): 1-9.
- Saputra, S.A.B., dan A. Ansori. 2017. Pengaruh Pengaplikasian Oil Cooler Terhadap Suhu Oli dan Performa Mesin Pada Kendaraan Sepeda Motor Megapro Tahun 2011. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin* 6(2): 68-75.
- Setiawan, T.D., dan I.M. Arsana. 2015. Perencanaan Sistem Pemanas Pada Rancang Bangun Alat Penguji Kapasitas Oil Cooler. *Jurnal Rekayasa Mesin* 2(3): 26-34.
- Shara, S.I., E.A. Eissa, and J.S Basta. 2018. Polymers Additive For Improving The Flow Properties Of Lubricating Oil. *Egyptian Journal of Petroleum* 27: 795-799.
- Stiawan, N.K., dan I.M. Arsana. 2015. Pengaruh Temperatur Fluida Masuk Terhadap Kapasitas Oil Cooler Pada Sistem Pelumasan Sepeda Motor Suzuki Satria 150 CC. *Jurnal Teknik Mesin* 4(1): 1-8.
- Sukidjo. 2011. Performa Mesin Sepeda Motor Empat Langkah Berbahan Bakar Premium dan Pertamina. *Forum Teknik* 34(1): 61-66.
- Susanto, F., dan I.M. Arsana. 2017. Perencanaan Sistem Instrumentasi Pada Rancang Bangun Trainer Kapasitas Oil Cooler Suzuki Satria FU 150 CC. *Jurnal Rekayasa Mesin* 4(2): 11-17.

Zhang, J., and Q. Dong. 2018. Lubrication Performance Analysis Of Crankshaft Bush In Compressor. *Journal Engineering Failure Analysis*. 90:277-289.

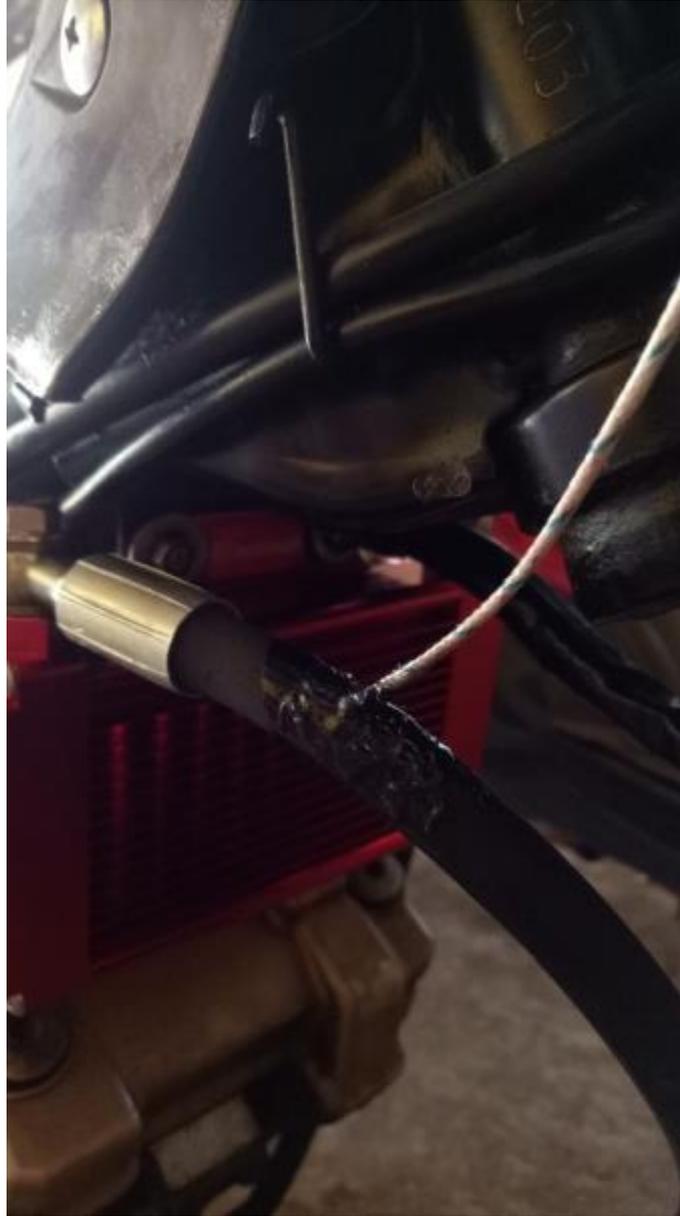
LAMPIRAN



Lampiran 1. Pengujian performa mesin menggunakan *dynotest*



Lampiran 2. Pengujian temperatur oli dengan menggunakan *oil cooler* standar



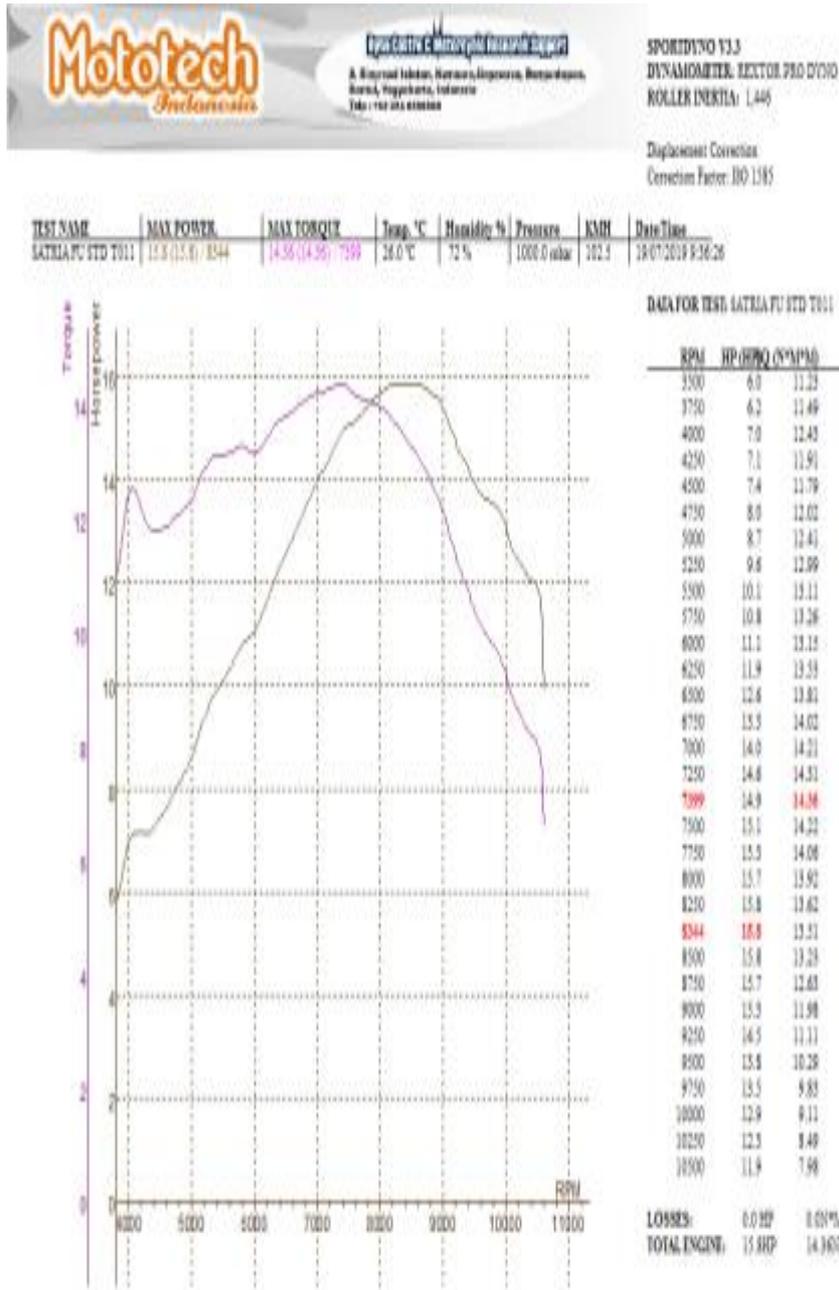
Lampiran 3. Pengujian temperatur oli dengan menggunakan *oil cooler* racing



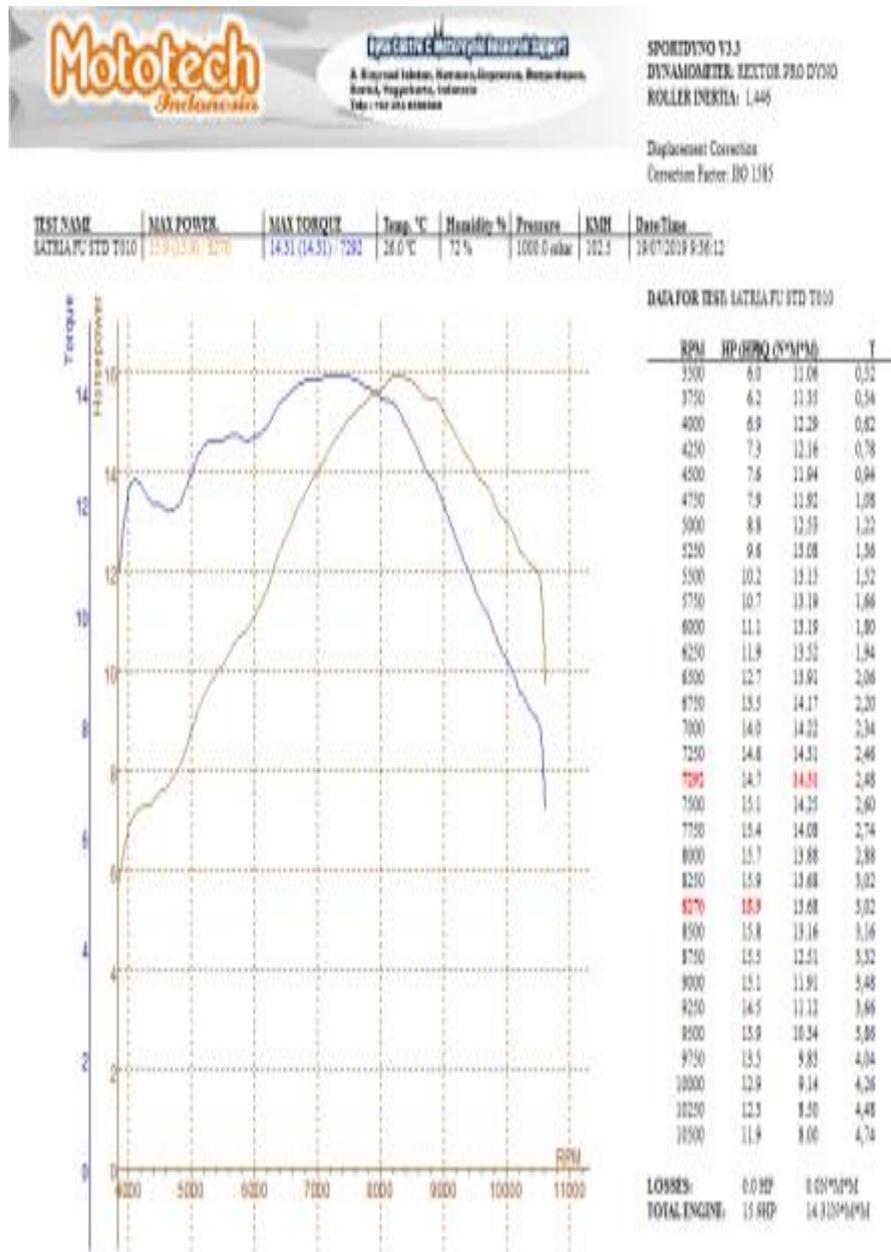
Lampiran 4. Alat-alat untuk bongkar-pasang *oil cooler*

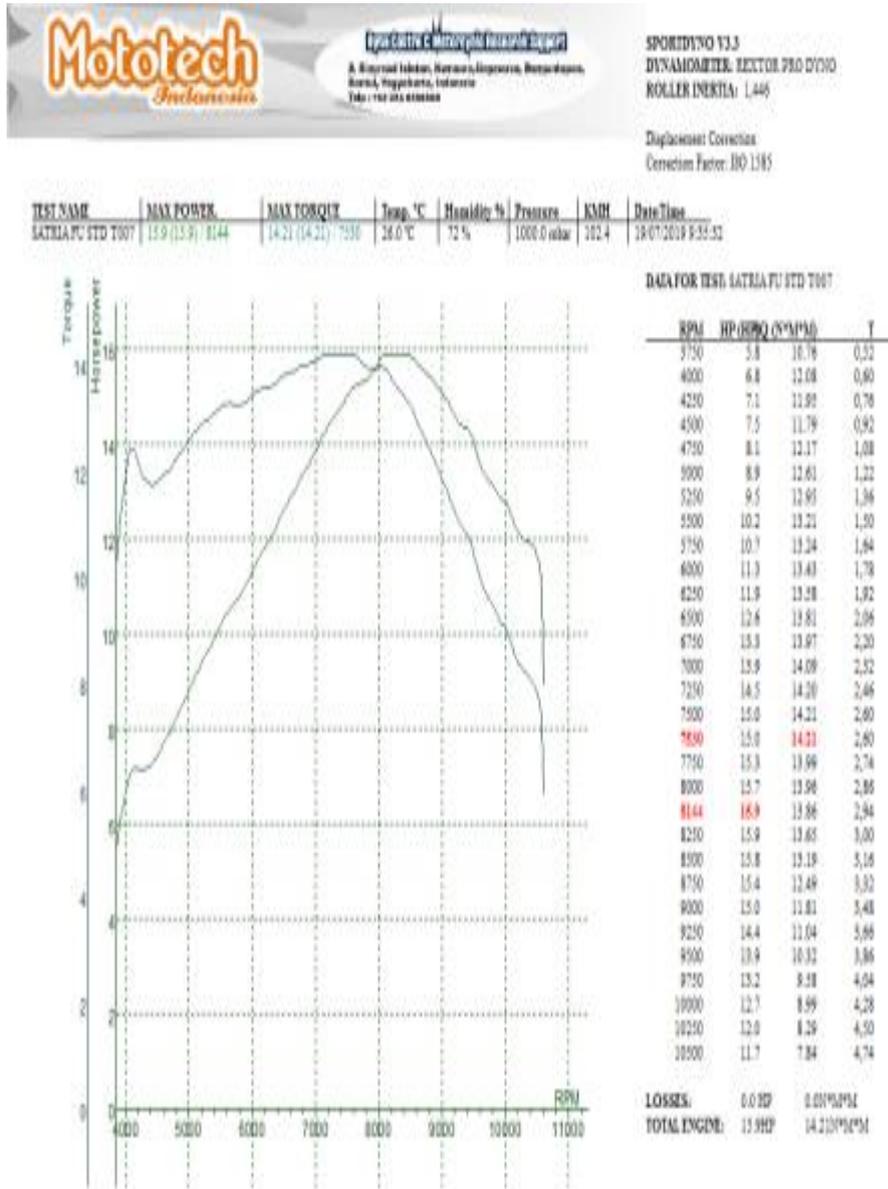


Lampiran 5. *Thermocouple* dan *multitester* alat untuk mengukur temperatur oli

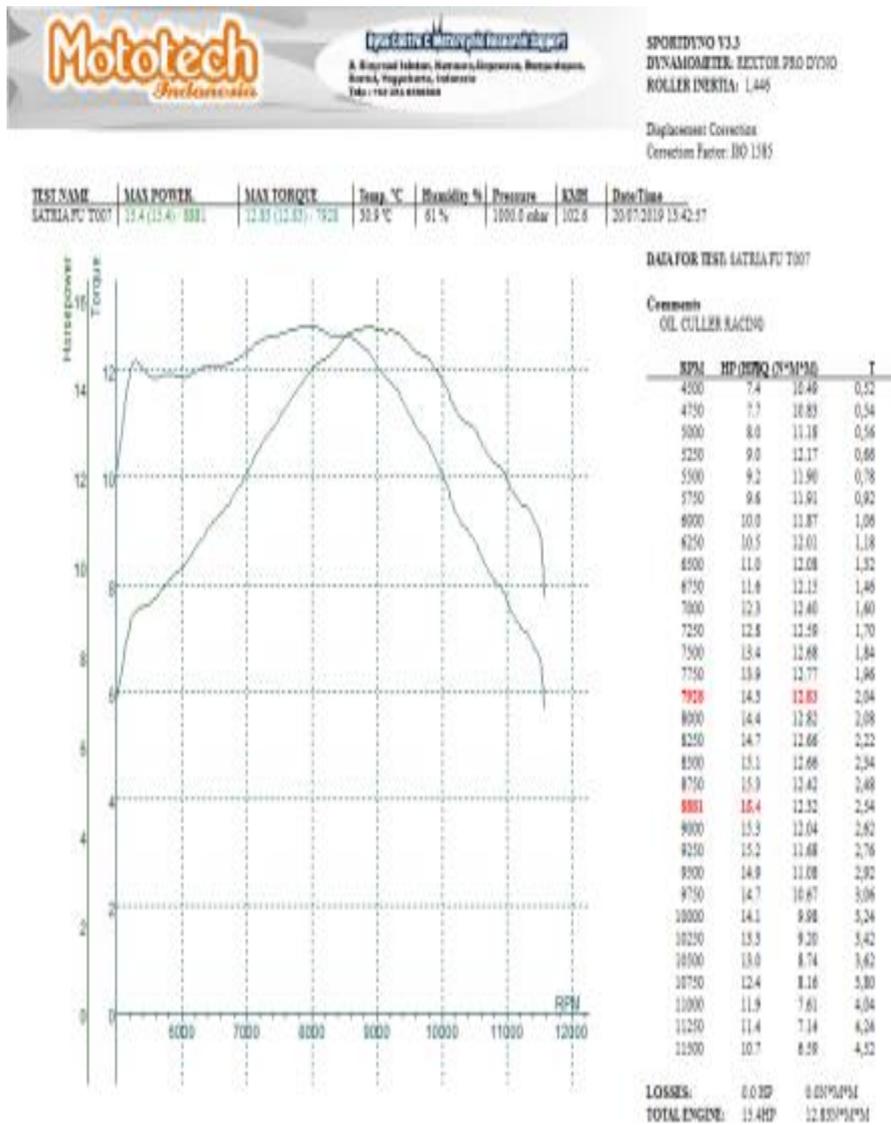


Lampiran 6. Lembar pengujian pertama daya dan torsi pada *oil cooler* standar

Lampiran 7. Lembar pengujian kedua daya dan torsi pada *oil cooler* standar



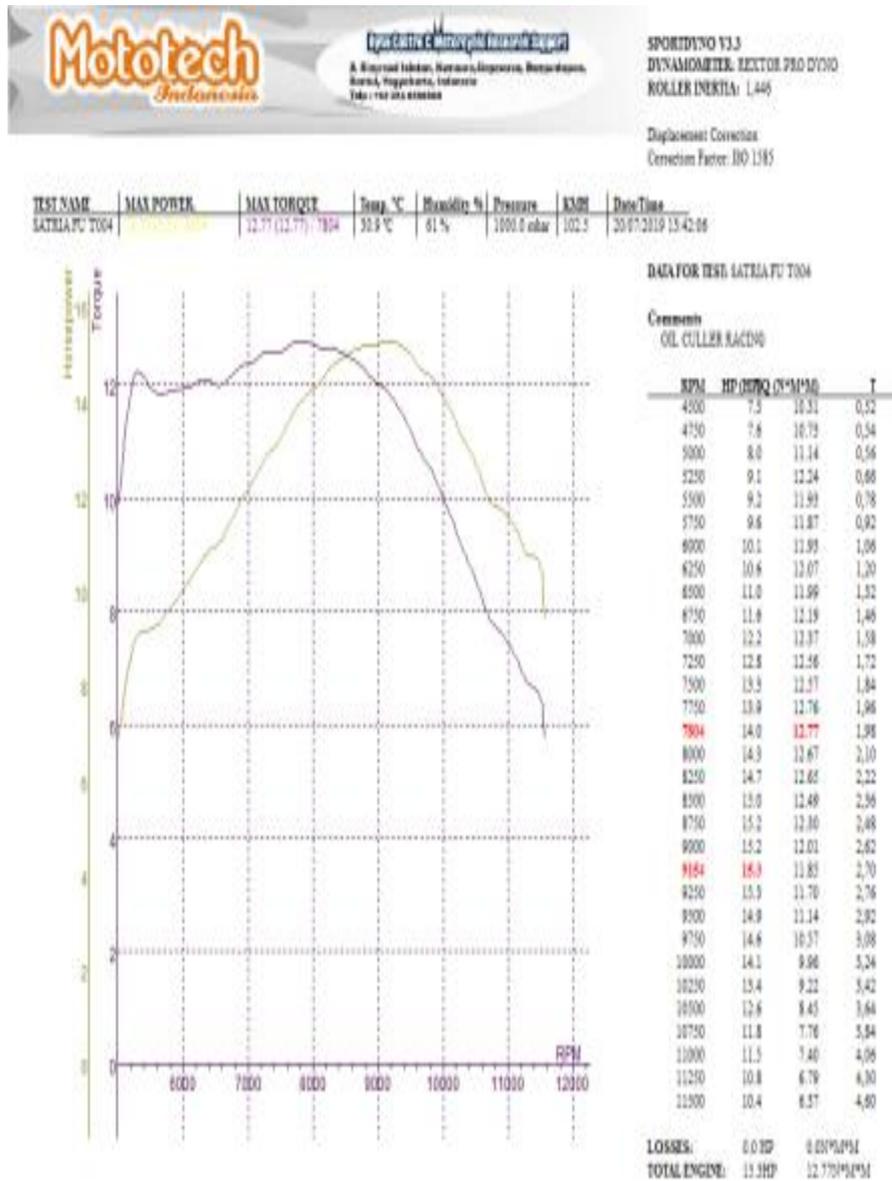
Lampiran 8. Lembar pengujian ketiga daya dan torsi pada *oil cooler* standar



Lampiran 9. Lembar pengujian pertama daya dan torsi pada *oil cooler* racing



Lampiran 10. Lembar pengujian kedua daya dan torsi pada *oil cooler racing*



Lampiran 11. Lembar pengujian ketiga daya dan torsi pada *oil cooler racing*

Temperatur Oli

Pengujian	Oil Cooler Standar						Oil Cooler Racing					
	waktu (menit)						waktu (menit)					
	5		10		15		5		10		15	
	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out
1	57,4°C	56,6°C	76,2°C	75,7°C	107,2°C	105,9°C	57,7°C	59°C	75,6°C	74,9°C	109,6°C	103,9°C
2	60,6°C	59,9°C	80,6°C	78,9°C	108,9°C	106,3°C	58,8°C	58°C	78,4°C	77,7°C	105,6°C	109,6°C
3	61,2°C	60,7°C	104,1°C	77,4°C	106,6°C	105,9°C	61,2°C	60,2°C	80,6°C	79,7°C	107,2°C	106,1°C
Data-rata	59,7	58,4	78,4	77,1	107,5	106	59,9	59	78,2	77,9	105,8	104,8

Kesimpulan:

Standar	a) 0,7	} 1,16°C
	b) 1,3	
	c) 1,5	
Racing	a) 0,9	} 0,9°C
	b) 0,8	
	c) 1	

} 0,26°C

Lampiran 12. Lembar hasil pengujian temperatur *Oil Cooler*



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK
 Gedung Dekanat Kampus Sekeloa Gunungpati Semarang 50229
 Telepon/Fax (024) 8508101 - 8508009
 Laman : <http://www.ft.unnes.ac.id>, email : ft@mail.unnes.ac.id

SURAT TUGAS

Nomor : 6157 /UN37.1.5/TD.06/2019

Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang memberi tugas kepada Saudara yang namanya tersebut di bawah ini sebagai Penguji Seminar Proposal Skripsi Mahasiswa Prodi S1 Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Adapun nama-namanya sebagai berikut:

No	Nama / NIP	Pangkat / Golru	Tugas
1	Dr. Hadromi, S.Pd., M.T. 196908071994031004	Pembina Tk. I, IV/b	Penguji 1
2	Ahmad Mustami Khoiron, S.Pd., M.Pd. 1988080820140511154	Dosen Kontrak, -	Penguji 2
3	Dr. M. Burhan Rubai W, M.Pd. 196302131988031001	Pembina Tk. I, IV/b	Pembimbing

untuk menguji mahasiswa :

Nama : Andika Dwi Cahya
 NIM : 5202415084
 Prodi : S1 Pendidikan Teknik Otomotif
 Topik : PENGUJIAN KINERJA OIL COLER STANDAR DAN RACING SERTA PENGARUH TERHADAP PERFORMA MESIN SEPEDA MOTOR.

Waktu : Kamis, 20 Juni 2019
 Jam : 09.00 WIB-selesai
 Tempat : Gedung E9, Ruang Seminar, Lantai 2
 Pakaian : Hitam Putih Jas Almamater

Demikian agar tugas dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.



Tembusan :
 1. Wakil Dekan Bidang II;
 2. Ketua Jurusan TM;
 3. Kasubbag Keuangan,
 Fakultas Teknik UNNES

PRESENSI SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Nama : Andika Dwi Cahya
 NIM : 52024150484
 Judul Skripsi : Pengujian Kinerja Oil Cooler Standar dan Racing Serta Pengaruh Terhadap Performa Mesin Sepeda Motor

Hari/Tgl : Kamis, 20 Juni 2019
 Waktu : 09.00 - selesai
 Tempat : Ruang Seminar

No	Nama	NIP/NIM	Tanda tangan
1.	Dr. M. Burhan Rubai W, M.Pd.	196302131988031001	1
2.	Dr. Hadromi, S.Pd., M.T.	196408071994031004	2
3.	Ahmad Mustarri K, M.Pd.	198808082014051154	3
4.	Ahmad Martadib Zava	5202415061	4
5.	Muhammad Basteniyatno	5202414048	5
6.	Darmadi Anwar	5202414008	6
7.	Yosi Firmansyah	520116037	7
8.	Setyo Prabowo	5201416013	8
9.	Rudi Hartono	5201416016	9
10.	Reza Rizkiyasa	5201416002	10
11.	Ahmad Kusbullov	5202415001	11
12.	Siti Khairiah	5202416033	12
13.	Slamet	5202416006	13
14.	Nor Akmal	5202416010	14
15.	Ahmad Rizki	5202416057	15
16.	Ziad Khussair Labib	5202415031	16
17.	Adam Maulana	5202413035	17
18.	Andika Tri Wibawa	5202415008	18
19.	Bawa Leksono		19
20.	Angga Triburu	5202415055	20
21.			
22.			
23.			

Lampiran 14. Presensi seminar proposal skripsi

**BERITA ACARA
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI/TA**

Proposal Skripsi Mahasiswa

Nama : Andika Dwi Cahya
 NIM : 5202415084
 Prodi : Pendidikan Teknik Otomotif S1
 Judul Skripsi/TA : PENGUJIAN KINERJA *OIL COOLER* STANDAR DAN RACING SERTA PENGARUH TERHADAP PERFORMA MESIN SEPEDA MOTOR

Telah diseminarkan pada

Hari/Tanggal : Kamis, 20 Juni 2019
 Pukul : 10.00 WIB - Selesai
 Tempat : Ruang Seminar E9 Lantai 2 Teknik Mesin
 Jumlah Dosen Hadir :Orang
 Jumlah Mahasiswa Hadir :Orang (Daftar hadir terlampir)
 Kesimpulan hasil seminar : Proposal tidak direvisi/Proposal direvisi

Semarang, 20 Juni 2019

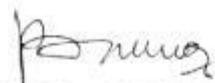
Calon Dosen Penguji 1


 Dr. Hadromi, S.Pd., M.T.
 196908071994031004

Calon Dosen Penguji 2


 Ahmad Mustamil Khoiron, S.Pd., M.Pd.
 1988080820140511154

Dosen Pembimbing


 Dr. M. Burhan Rubai W, M.Pd.
 196302131988031001

Lampiran 15. Berita acara seminar proposal skripsi



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

FAKULTAS TEKNIK
Gedung Dekanat FT, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang
Telepon (024) 8508101, Faksimile (024) 8508009
Laman: <http://ft.unnes.ac.id>, surel: ft@mail.unnes.ac.id

Nomor : B/8286/UN37.1.5/LT/2019
Hal : Izin Penelitian

23 Juli 2019

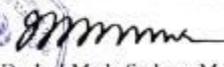
Yth. Kepala Bengkel Mototech Jogja
Jl. Ringroad selatan Singosaren III, Kec. Banguntapan Kab. Bantul Yogyakarta

Dengan hormat, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini:

Nama : Andika Dwi Cahya
NIM : 5202415084
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif, S1
Semester : Genap
Tahun akademik : 2018/2019
Judul : Pengujian Kinerja Oil Cooler Standar dan Racing Serta Pengaruh Terhadap Performa Mesin Sepeda Motor

Kami mohon yang bersangkutan diberikan izin untuk melaksanakan penelitian skripsi di perusahaan atau instansi yang Saudara pimpin, dengan alokasi waktu 15 Juli s/d 30 Juli 2019.

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami mengucapkan terima kasih.

a.n. Dekan FT
Wakil Dekan Bid. Akademik,

Dr. Ir. I Made Sudana, M.Pd. IPM
NIP. 195605081984031004

Tembusan:
Dekan FT;
Universitas Negeri Semarang



Lampiran 16. Surat izin penelitian