

KAJI EKSPERIMENTAL SISTIM PENDINGIN PADA KENDARAAN SCUTIK YAMAHA MIO

Suryadimal.MT

Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta

Abstrak

This time, transportation facilities develop very quick. Many producer have been producing many vehicle that making the user eraiser to operation it. One of the varians is "scutic (scuter matic). Many reason why the people in the city area preferences to using it, because the scutic give the user low prices, eficience, and efectiveness. Cooling system in the vechile has waked continously to make the performance of mechine along life. For this reasons, cooling oil take an importance function. This oil can mute friction inter component and protect the temperatur .

1. Pendahuluan

Perkembangan sarana transportasi pada akhir-akhir ini telah sangat pesat dimana telah diciptakannya berbagai kendaraan yang memudahkan para pemakainya untuk mengoperasikannya. Salah satu jenis kendaraan yang sangat praktis dalam pengoperasiannya adalah skuter matik (skutik) yang banyak digunakan karena harga murah, efisien untuk daerah perkotaan, pengoperasiannya yang mudah khususnya waktu berakselerasi dan mengerem pada saat akan berhenti tanpa harus repot mengganti persneling.

Diantara jenis skutik yang telah diproduksi oleh beberapa produsen sepeda motor di Indonesia terdapat salah satu merek yang cukup sukses dalam penjualannya yaitu skutik Yamaha mio. Berikut ini data penjualan skutik dari berbagai merek yang terjual per juni 2007:

No.	Merek	Populasi
1.	Yamaha Mio	104.082
2.	Honda Vario	79.869
3.	Suzuki Spin	13.021

Diantara ketiga skutik diatas yang memiliki pendinginan yang sangat baik adalah Honda Vario kerana telah mengaplikasi system pendinginan air (liquid-cooled), sedangkan untuk skutik Yamaha Mio dan Suzuki Spin masih megandalkan system pendinginan udara (air cooled).

Sistim pendingin pada kendaraan bermotor sangatlah penting karena lingkup kerja dari mesin motor tersebut sangat berat terutama bagi kendaraan bermotor yang sering digunakan untuk perjalanan jarak jauh tentu membutuhkan mesin yang kuat, sebab semakin lama mesin itu dijalankan maka mesin tersebut akan semakin panas. Mengingat hal ini, menjaga performance mesin sangatlah penting. Untuk itu oli memiliki peran yang amat penting digunakan untuk meredam gesekan antar komponen yang saling bekerja sekaligus menjaga temperatur dari motor itu sendiri, selain itu oli juga berfungsi untuk mengurangi faktor keausan dari gesekan, oli memiliki batasan temperatur, maksudnya jika temperatur sudah mencapai temperatur maksimum (130° C) oli akan menguap dan viskositas atau kadar getah dan kekentalan mulai berkurang. Dengan demikian bagaimanakah untuk menjaga temperatur oli itu sendiri, yaitu dengan memberikan pendinginan dari luar dengan mengalirkan oli ke radiator sebagai media untuk pelepasan panas dari oli tersebut. Panas radiator yang diterima dari oli akan mendapatkan pendinginan dari udara luar yang bergerak ketika kendaraan dijalankan. Maka dari itu dipasanglah sebuah Oil Cooler yang sesuai untuk mendapatkan hasil penurunan temperatur oli untuk Yamaha Mio.

Radiator adalah sebuah alat yang digunakan untuk melepaskan panas atau mengkondisikan temperatur oli mesin, karena pada saat mesin motor ini dijalankan maka pendinginan pada oli dapat bekerja dengan adanya radiator dan udara bebas selama mesin ini bekerja.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Sistem Pendingin

Sistem pendingin adalah suatu sistem dimana mengalirnya fluida pendingin berupa air atau oli yang panas datang dari mesin lalu masuk kedalam sebuah media atau alat pendingin sebagai pelepas kalor kemudian masuk kembali kedalam mesin.

Pendingin pada mesin bertujuan antara lain :

- a. Mencegah timbulnya panas yang berlebihan pada mesin (over heating).
- b. Mencegah timbulnya kerusakan komponen mesin yang disebabkan karena adanya gesekan dari komponen mekanisnya yang selalu bekerja.

Bagian yang memerlukan pendingin adalah :

- a. Cylinder head di sekitar ruang bakar dan juga di sekitar klepnya.
- b. Cylinder di sekitar lubang piston.
- c. Minyak pelumas mesin pada motor berupa oli.

2.2 Sistem Pendingin Yang Digunakan Pada Mesin

2.2.1 Pendingin Udara

Dimana pendingin dengan udara ini ada dua yaitu pendingin udara bebas dan pendingin udara paksa.

- a. Pendingin udara bebas adalah pendinginan mesin motor yang menggunakan udara bebas mengalir melalui sela-sela atau rusuk pendingin yang telah tersedia di sekeliling cylinder head, untuk menghindari panas pada mesin maka sela-sela lubang angin yang terdapat pada cylinder harus diusahakan selalu bersih dari kotoran.
- b. Pendingin udara paksa adalah pendinginan mesin motor yang menggunakan udara dipaksa masuk

dan mengalir melalui rusuk pendingin mesin yang dilakukan oleh kipas dan ini terpasang pada rotor, dan juga pendinginan dapat ini dapat dilakukan dengan menghidupkan mesin motor tersebut lalu dijalankan agar udara bebas dapat dipaksakan mengalir melalui sela-sela atau rusuk pendingin mesin karena adanya kecepatan dari motor sewaktu dijalankan.

2.2.2 Pendingin Air

Pendingin air ini juga dapat dibagi dua yaitu pendinginan air bebas dan pendinginan air paksa.

- a. Pendingin air bebas adalah sistem pendinginan air yang peredarannya secara alamiah yaitu terjadi karena perbedaan berat jenis, antara air panas dengan air dingin yang mana keduanya mempunyai berat jenis yang berlainan.
- b. Pendingin air paksa adalah pendingin air yang peredarannya dipaksa oleh pompa air (water pump), biasanya digunakan untuk kendaraan yang perlengkapannya lebih banyak dari pendingin air bebas, ini hanya dipakai untuk mesin mobil.

2.3 Sistem Pelumasan (lubricating system)

Sistem pelumasan pada kendaraan bermotor berguna untuk :

- a. Melancarkan kerja komponen mesin yang bergerak atau berputar.
- b. Mencegah atau mengurangi timbulnya keausan pada komponen mesin yang bergesekan.
- c. Mencegah timbulnya suara berisik karena pergesekan komponen-komponen mesin yang sedang bekerja.
- d. Membantu atau mengurangi timbulnya panas yang disebabkan oleh komponen-komponen mesin yang saling bergesekan.
- e. Mengurangi besarnya tenaga mesin yang terbuang untuk melawan gaya gesekan.

Maka dari itu apabila pelumasan mesin tidak sempurna atau kurangnya

perhatian terhadap pelumasan akan berakibat pada mesin dan menimbulkan gejala-gejala sebagai berikut :

- a. Tenaga mesin kurang karena banyak yang terbuang untuk melawan gesekan pada komponen-komponen mesin.
- b. Motor cepat panas dan berisik.
- c. Alat-alat cepat rusak karena aus.
- d. Hidup mesin tidak stabil karena tidak lancarnya komponen-komponen mesin yang bergerak atau berputar.
- e. Mesin mati mendadak karena pada komponennya terjadi kemacetan dengan tiba-tiba.

Untuk mencegah akibat seperti di atas agar hidupnya mesin selalu stabil dan normal maka pelumasan pada mesin harus mendapat perhatian yang serius dan harus diutamakan mengenai:

- a. Kekentalan minyak pelumas atau oli yang dipakai.
- b. Waktu pergantian dan pengontrolannya.
- c. Segera mengatasi bila sewaktu-waktu terjadi pelumasan mesin berlangsung tidak sempurna.

2.4 Perpindahan Panas

Perpindahan panas dapat didefinisikan sebagai berpindahnya energi dari suatu daerah ke daerah lainnya sebagai akibat dari bedanya temperatur antara daerah-daerah tersebut.

2.4.1 Perpindahan Panas Secara Konduksi

Perpindahan panas secara konduksi adalah proses dimana panas mengalir dari daerah yang bertemperatur lebih tinggi ke daerah yang bertemperatur lebih rendah di dalam suatu medium (padat, cair, gas) atau diantara medium-medium yang berlainan yang bersinggungan secara langsung. Dalam aliran panas konduksi, perpindahan energi terjadi karena hubungan molekul secara langsung.

Konduksi adalah satu-satunya mekanisme dimana panas dapat mengalir dalam zat padat yang tidak tembus cahaya, konduksi penting pula dalam fluida tetapi di dalam medium yang bukan padat biasanya tergabung dengan konveksi dan dalam beberapa hal juga dengan radiasi.

2.4.2 Perpindahan Panas Secara Konveksi

Perpindahan panas secara konveksi dipengaruhi oleh bentuk aliran fluida yang membawa atau memindahkan panas tersebut dari temperatur tinggi ke temperatur yang lebih rendah, perpindahan panas ini juga tidak terlepas dari adanya kalor yang berpindah dari permukaan zat padat dengan fluida.

Konveksi adalah proses transport energi dengan kerja gabungan dari konduksi panas, penyimpan energi dan gerakan mencampur. Konveksi sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi antara permukaan benda padat dan cairan atau gas.

Perpindahan panas konveksi diklarifikasikan dalam konveksi bebas (free convection) konveksi paksa (forced convection) menurut cara menggerakkan alirannya. Bila gesekan mencampur berlangsung semata-mata sebagai akibat dari perbedaan kerapatan yang disebabkan oleh gradient temperature, maka kita berbicara tentang konveksi bebas atau alamiah. Bila gerakan mencampur disebabkan oleh suatu alat dari luar seperti pompa atau kipas, maka prosesnya disebut konveksi paksa.

2.4.3 Perpindahan Panas Secara Radiasi

Perpindahan panas secara radiasi adalah proses dimana panas mengalir dari benda yang bertemperatur tinggi ke benda yang bertemperatur rendah bila benda-benda itu terpisah dalam ruang, gerakan panas radiasi di dalam ruang mirip perambatan cahaya dan dapat diuraikan dengan teori gelombang, bilamana gelombang radiasi menjumpai benda yang lain maka energinya diserap di dekat permukaan benda tersebut. Perpindahan panas dengan cara radiasi menjadi semakin penting dengan meningkatnya temperatur suatu benda. Dalam soal-soal teknik yang menyangkut temperatur yang mendekati temperatur atmosfer, pemanasan dengan cara radiasi seringkali dapat diabaikan.

2.5. Parameter -Parameter Yang Digunakan

- a. Volume dari radiator Pendingin oli :

$$V = p.l.t \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana , V = Volume radiator oli, m³

P = Panjang, m

l = Lebar, m

t = Tinggi, m

Karena pada radiator mempunyai 4 persegi panjang yang dipakai untuk kedudukan sirip-sirip yang berfungsi sebagai pelepas kalor, maka volume radiator sesungguhnya:

$$V_{\text{radiator}} = V_{\text{total}} - V_{\text{sirip}}$$

- b. Untuk mencari debit oli secara teoritis, maka digunakan persamaan :

$$Q = v . A \dots\dots\dots(2.2)$$

$$A = \frac{\pi}{4} . d^2$$

Dimana, Q = Debit oli, m³/s

v = Kecepatan udara

v udara = 1,5 - 3 m/s, v udara yang diambil 2,5 m/s

A = Luas penampang, m²

d = Diameter, m

untuk debit aktual oli didapat (Q) = 0,163 l/mnt

- c. Bilangan Reynold (Re) dinyatakan dengan persamaan :

$$Re = \frac{\rho . A . v}{\mu} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana, Re = Bilangan Reynold

ρ = Density, kg/m³

A = Luas penampang, m²

v = Kecepatan fluida, m/s

μ = Viscositas fluida, kg/s.m

- d. Laju aliran massa oli dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$m = \rho . A . v \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana, m = Laju aliran massa oli, kg/s

ρ = Density, kg/m³

A = Luas penampang, m²

v = Kecepatan fluida, m/s

- e. Untuk laju perpindahan panas digunakan persamaan :

$$Q = m . Cp . (T_{in} - T_{out}) \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana, Q = Laju perpindahan panas, kJ/s

m = Laju aliran massa oli, kg/s

Cp = Panas jenis oli, kJ/kg.K

T_{in} = Temperatur masuk, °C

T_{out} = Temperatur keluar, °C

- f. Beda suhu rata-rata logaritmik (Logarithmic Mean Overall Temperature Difference – LMTD).

$$LMTD = \frac{T_{in} - T_{out}}{\ln(T_{in} - T_{out})} \dots\dots\dots (2.6)$$

- g. Untuk mencari nilai dari koefisien perpindahan panas konveksi.

$$k = \bar{h} . A$$

$$\bar{h} = \frac{k}{A} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana, \bar{h} = Koefisien perpindahan panas, W/m²K

k = Konduktivitas thermal,

W/m.K

A = Luas penampang, m²

- h. Untuk mencari perpindahan panas menyeluruh (U) maka digunakan persamaan :

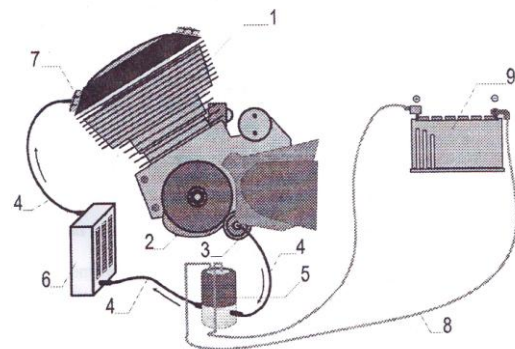
$$U = \frac{1}{R . A} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana, U = Perpindahan panas menyeluruh, m².K/W

R =Tahanan thermal, m².K/W

3. Metodologi Pengujian

3.1 Peralatan dan Gambar



Gambar 3.1 Rangkaian komponen radiator oli pada saat pengujian

Keterangan gambar :

1. Blok silinder.
2. Bak oli (carter).
3. Baut pembuangan oli pompa oli.
4. Slang penghubung
5. Pompa oli.
6. Radiator.
7. Baut klep (valve).
8. Kabel listri
9. Accu

3.2 Komponen-Komponen Pendukung

1. Radiator sebagai media pendingin oli.
2. Pompa oli berfungsi untuk menghisap oli dari mesin dan kemudian dialirkan ke radiator melalui pipa.
3. Slang sebagai saluran oli pada saat oli bersikulasi.
4. Accu sebagai sumber listrik untuk pompa elektrik.
5. Oli sebagai media minyak lumas.
6. Kabel-ti sebagai klep pipa.

3.3 Alat Ukur

1. Thermometer digital untuk mengukur temperature oli.
2. Stopwatch untuk mengukur waktu selama pengujian.
3. Tachometer untuk mengukur putaran mesin.

3.4 Prosedur Pengujian

1. Radiator yang telah jadi dan pompa oli dipasang pada Skutik Yamaha Mio dengan menggunakan slang sebagai penghubung dari mesin ke pompa kemudian ke radiator dan kembali ke mesin.
2. Untuk menggerakkan pompa, hubungkan kabel pompa ke accu.
3. Sebelum motor dihidupkan, radiator diisi dulu dengan oli agar oli pada mesin tidak berkurang.
4. Hidupkan motor dan kemudian dijalankan.
5. Setelah mencapai waktu 5 menit, catat temperatur masuk (T_1) pada saat oli masuk ke radiator dan temperature keluar (T_2) pada saat oli keluar dari radiator.
6. Catat temperatur oli pada mesin motor.
7. Catat kecepatan (V) motor putaran (n).

8. Lakukan berulang-ulang hingga mencapai waktu 25 menit.
9. Lakukan juga pengujian untuk motor dalam keadaan standar (tanpa radiator)

4. Analisa Data

4.1. Data-Data Pengujian

Dari pengujian yang dilakukan dengan variasi waktu yaitu setiap interval 5 menit, maka didapatkan data sebagai berikut :

t (menit)	V (km/hr)	N (rpm)	T _{in} (°C)	T _{out} (°C)	T mesin
5	40	4500	70,4	42,5	61
10	60	4500	80,7	74,7	65,3
15	80	4500	105,2	60,4	68,2
20	90	4500	113,2	66,5	75
25	100	4500	118	70,5	80,4

Tabel 4.1 Data pengujian pagi hari pada sepeda motor menggunakan oil cooler

t (menit)	V (km/hr)	N (rpm)	T _{in} (°C)	T _{out} (°C)	T mesin
5	40	4500	88	51	61
10	60	4500	102,3	58,2	65,3
15	80	4500	105,2	60,4	68,2
20	100	4500	113,2	66,5	75
25	110	4500	118	70,5	80,4

Tabel 4.2. Data pengujian siang hari pada sepeda motor menggunakan oil cooler.

t (menit)	V (km/hr)	N (rpm)	T _{in} (°C)	T _{out} (°C)	T mesin
5	40	4500	78,4	76	76,6
10	60	4500	93,3	85,5	89,3
15	80	4500	102,8	90,3	94,2
20	100	4500	108,5	95,2	96,6
25	110	4500	112,2	98,4	100,2
30	115	4500	118,2	109,4	113,4

Tabel 4.3. Data pengujian malam hari pada sepeda motor menggunakan oil cooler.

t (menit)	V (km/hr)	N (rpm)	T mesin
5	40	4500	90
10	60	4500	92
15	80	4500	96,2
20	100	4500	98,3
25	115	4500	103,4

Tabel 4.4. Data pengujian pagi hari pada sepeda motor tanpa oil cooler (standar).

t (menit)	V (m/dt)	N (rpm)	T mesin
5	40	4500	92
10	60	4500	98,3
15	80	4500	105,2
20	100	4500	114,6
25	115	4500	124,3

Tabel 4.5. Data pengujian siang hari pada sepeda motor tanpa oil cooler (standar).

t (menit)	V (m/dt)	N (rpm)	T mesin (°C)
5	40	4500	85,2
10	60	4500	90,3
15	80	4500	96,2
20	100	4500	103,4
25	115	4500	115,6
30	120	4500	123,8

Tabel 4.6. Data pengujian malam hari pada sepeda motor tanpa oil cooler (standar).

Data-data lain yang diperoleh adalah :

Panjang radiator oli (P) = 16 cm = 0,16 m

Lebar radiator oli (L) = 10 cm = 0,1 m

Tinggi radiator oli (t) = 2 cm = 0,02 m

Debit aliran pompa oli (Q) = 0,163 l/mnt

Diameter pompa oli (d) = 0,5 cm

Kecepatan fluida (v) = 1,5 – 3 m/s

Untuk oli (v) yang dipakai = 1,5 m/s

4.1 Pengolahan Data

- a. Volume dari radiator :

$$V_{\text{total}} = 0,16 \text{ m} \cdot 0,1 \text{ m} \cdot 0,02 \text{ m} \\ = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

Untuk volume sirip didapat data-data sebagai berikut :

Panjang (P) = 10 cm = 0,1 m

Lebar (L) = 1 cm = 0,01 m

Tinggi (t) = 2 cm = 0,02 m

Maka volume dari sirip :

$$V_{\text{sirip}} = 0,1 \text{ m} \cdot 0,01 \text{ m} \cdot 0,02 \text{ m} \\ = 2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

Untuk 4 sirip, maka didapat : $4 \times 2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = 8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$

Volume radiator sesungguhnya adalah :

$$V_{\text{radiator}} = V_{\text{total}} - V_{\text{sirip}} \\ = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 - 8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \\ = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\ = 0,24 \text{ liter}$$

- b. Debit oli secara aktual didapat (Q) = 0,163 l/mnt

Untuk debit oli secara teoritisnya adalah :

Maka didapat $Q_{\text{teoritis}} > Q_{\text{aktual}}$

4.2 Analisa Data-Data Hasil Pengujian

4.2.1 Tabel Analisa Data

t (mnt)	T _x (°K)	Re	Q (Kj/s)	LMTD	U (m ² K/W)
5	329,45	65,5	0,68	8,23	0,66
10	339,2	193,4	0,720	8,63	0,87
15	346,5	235,6	0,778	8,66	0,89
20	356,7	2,12,5	0,797	9,11	0,90
25	365,9	2,55,2	6,01	9,14	0,912

Tabel 4.2.2. Hasil analisa data pada saat pengujian pagi hari menggunakan oil cooler

t (mnt)	T _x (°K)	Re	Q (Kj/s)	LMTD	U (m ² K/W)
5	344	1,796	9,64	9,64	0,823
10	353,25	2,361	11,65	11,65	0,902
15	355,8	2,4	11,78	11,78	0,907
20	362,8	2,527	12,15	12,15	0,928
25	367,25	2,583	12,3	12,3	1,064

Tabel 4.2.3. Hasil analisa data pada saat pengujian siang hari menggunakan oil cooler.

T (mnt)	T _x (°K)	Re	Q (Kj/s)	LMTD	U (m ² K/W)
5	350,2	165,48	0,128	2,74	0,844
10	362,4	267,91	0,422	3,79	0,927
15	369,55	320,67	0,683	4,95	0,945
20	374,85	374,59	0,732	5,14	0,957
25	378,3	421,31	0,762	5,72	0,964
30	386,3	507,26	0,491	4,04	0,979

Tabel 4.2.4. Hasil analisa data pada pengujian malam hari menggunakan oil cooler.

t (mnt)	T _x (°K)	Re	Q (Kj/s)	LMTD	U (m ² K/W)
5	363	273,49	548,92	3,13	0,357
10	365	335,58	647,18	14,65	0,359
15	369,2	316,88	640,14	3,32	0,363
20	371,3	335,58	685,4	3,42	0,365
25	376,4	393,39	788,64	3,65	0,369

Tabel 4.2.5. Hasil analisa data pada pengujian pada pagi hari tanpa menggunakan oil cooler (standar).

t (mnt)	T _x (°K)	Re	Q (Kj/s)	LMTD	U (m ² · K/W)
5	365	284,19	6473,18	14,65	0,359
10	371,3	335,58	685,4	3,42	0,365
15	378,2	421,36	757,53	3,57	0,37
20	387,6	515,33	1044,3	4,19	0,377
25	397,3	640,33	1090,54	4,26	0,384

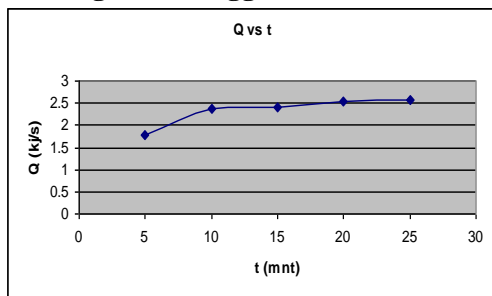
Tabel 4.2.6 Hasil analisa data pengujian siang hari tanpa oil cooler (standar).

t (mnt)	T _x (°K)	Re	Q (Kj/s)	LMTD	U (m ² · K/W)
5	358,2	231,57	5688,93	13,38	0,352
10	363,3	273,49	548,92	3,13	0,357
15	369,2	316,49	640,14	3,32	0,363
20	376,4	393,39	788,64	3,65	0,369
25	388,6	532,41	1357,07	4,87	0,374
30	396,8	632,07	921,37	3,89	0,379

Tabel 4.2.7. Hasil analisa data pengujian malam hari tanpa oil cooler (standar).

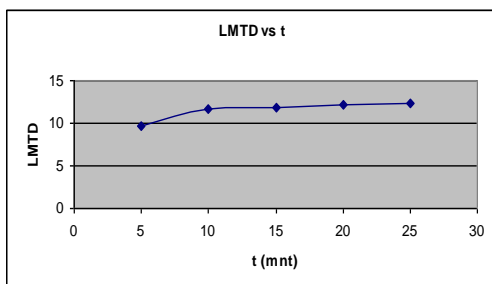
4.3 Grafik Analisa Data dan Pembahasan

a. Grafik hasil analisa data pengujian siang hari menggunakan oil cooler.



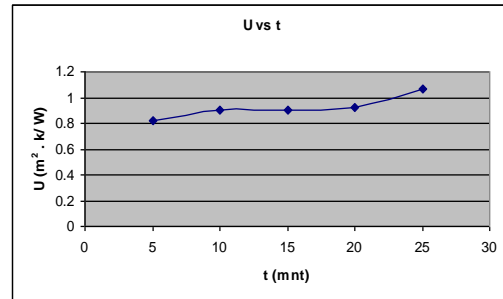
Grafik 4.3.1 Hubungan antara laju perpindahan panas terhadap waktu

Dari grafik 4.3.1 hubungan laju perpindahan panas terhadap waktu menggambarkan kecenderungan bahwa dengan bertambah lama waktu besarnya laju perpindahan panas meningkat maksimum 2.5 W per detik.



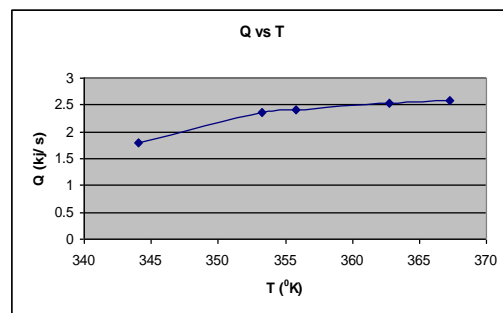
Grafik 4.3.2 Hubungan antara LMTD terhadap waktu

Dari grafik 4.3.2 distribusi temperatur berdasarkan LMTD terhadap waktu menggambarkan trend meningkat setiap detik dengan nilai maksimum 12.5



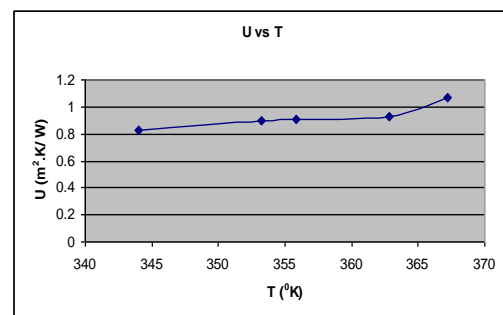
Grafik 4.3.3 Hubungan antara panas menyeluruh terhadap waktu

Dari grafik 4.3.3 Koefisien perpindahan panas menyeluruh mempunyai harga maksimum 1.05 W/m²K



Grafik 4.3.4. Hubungan antara perpindahan panas terhadap temperatur

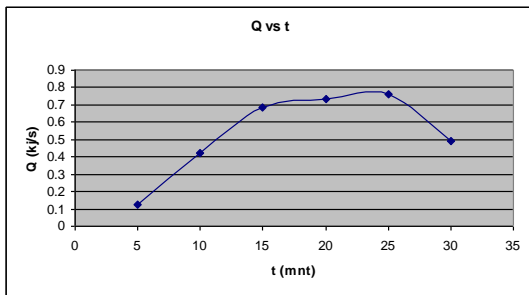
Dari grafik 4.3.4 Laju perpindahan panas meningkat hingga 2.5 Watt.



Grafik 4.3.5 Hubungan antara panas menyeluruh terhadap temperatur

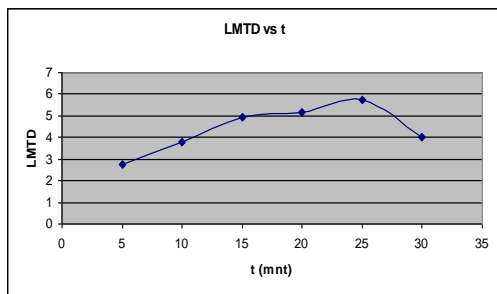
Dari grafik 4.3.5 Koefisien perpindahan panas menyeluruh terhadap temperatur cenderung naik dari temperatur 355 °K hingga 370 °K.

b. Grafik hasil analisa data pengujian malam hari menggunakan oil cooler.



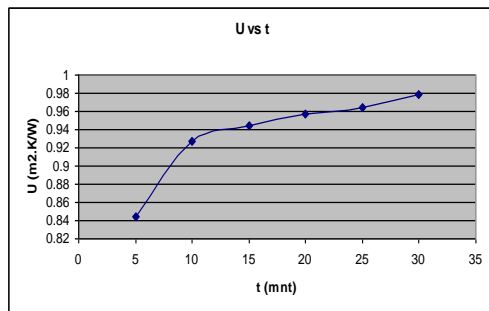
Grafik 4.3.6 Hubungan antara laju perpindahan panas terhadap waktu

Dari grafik 4.3.6 hubungan laju perpindahan panas terhadap waktu menggambarkan kecenderungan bahwa dengan bertambah lama waktu besarnya laju perpindahan panas meningkat maksimum 0.8 W per detik dan turun mencapai 0.5 W .



Grafik 4.3.7 Hubungan antara LMTD terhadap waktu

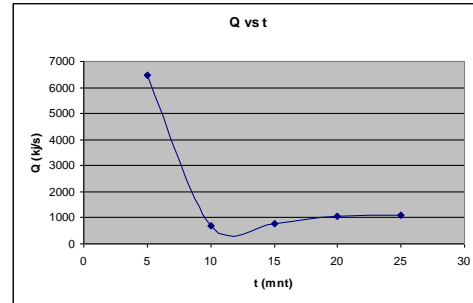
Dari grafik 4.3.7 distribusi temperatur berdasarkan LMTD terhadap waktu menggambarkan trend meningkat setiap detik dengan nilai maksimum 12.5 dan turun setelah 25 menit hingga 30 meanit terakhir.



Grafik 4.3.8 Hubungan antara panas menyeluruh terhadap waktu

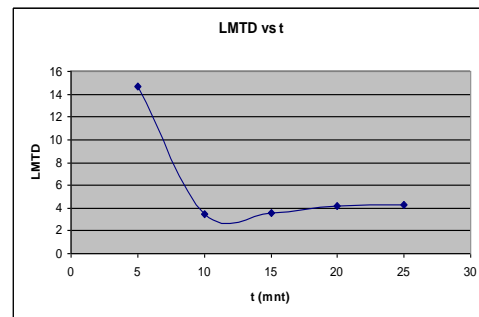
Dari grafik 4.3.8 Koefisein perpindahan panas menyeluruh meningkat tajam mencapai 0.56 W/m²K

c. Grafik hasil analisa data pengujian siang hari tanpa oil cooler (standar)



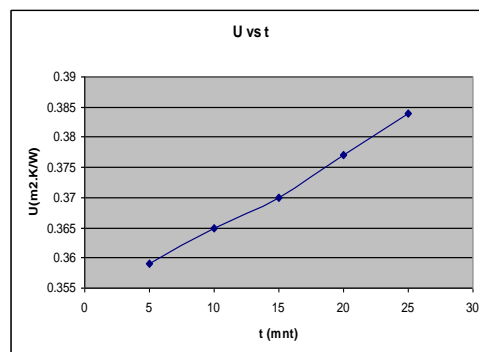
Grafik 4.3.9. Hubungan antara laju perpindahan panas terhadap waktu

Dari grafik 4.3.9 terlihat penurunan laju perpindahan panas tanpa menggunakan oil cooler dan naik lagi hingga mencapai 100 W



Grafik 4.3.10 Hubungan antara LMTD terhadap waktu

Dari grafik 4.3.10. Terlihat penurunan LMTD hal ini diduga akibat penurunan temperatur mesin



Grafik 4.3.11. Hubungan antara panas menyeluruh terhadap waktu

Dari grafik 4.3.11 terlihat peningkatan signifikan koefisien perpindahan panas menyeluruh hingga mencapai $0.38 \text{ W/m}^2\text{K}$

5.Kesimpulan:

- Laju perpindahan panas dengan menggunakan cooler lebih rendah dibandingkan tanpa menggunakan cooler karena selisih temperatur yang terjadi kecil dibanding menggunakan cooler.
- Koefisien perpan menyeluruh dengan menggunakan cooler lebih rendah dibandingkan tanpa menggunakan cooler
- Diantara ketiga skutik diatas yang memiliki pendinginan yang sangat baik adalah Honda Vario karena telah mengaplikasi system pendinginan air (liquid-cooled),sedangkan untuk skutik Yamaha Mio dan Suzuki Spin masih megandalkan system pendinginan udara (air cooled).

Daftar Pustaka

- [1] Bluestein, Maurice. *Thermodynamics and Heat Power*. 2001, Indiana University. Prentice Hall.
- [2] BPS, Badan Pusat Statistik Propinsi Sumatera Barat, 2002, *Sumatera Barat Dalam Angka*.
- [3] Hewitt, G.F. *Process Heat Transfer*. 1999, CRC Press. United State of Amerika.
- [4] Holman, J.P. *Perpindahan Kalor* . 1995, Jakarta. Edisi keenam ; Erlangga.
- [5] Najiyati, Sri., Danarti, 2002, *Kopi Budi Daya dan Penanganan Pasca Panen*, Penerbit Swadaya, Depok.
- [6] PT. Citra Lamtoro Gung Persada, *Mesin Pengupas Kopi Sistem Hammer Mill*, Jakarta.