

# PERANCANGAN SISTEM PENDINGIN PAKSA PADA REM CAKRAM TOYOTA KIJANG PICK UP TAHUN 2005

Agustinus Niki Rolando Wijaya<sup>1)</sup>, Joni Dewanto<sup>2)</sup>  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra<sup>1,2)</sup>  
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia<sup>1,2)</sup>  
Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658<sup>1,2)</sup>  
E-mail : [nikirolando94@gmail.com](mailto:nikirolando94@gmail.com)<sup>1)</sup>, [jdewanto@petra.ac.id](mailto:jdewanto@petra.ac.id)<sup>2)</sup>

## ABSTRAK

*Di era globalisasi seperti sekarang ini untuk mendukung aktifitas dan kegiatan produksi, sebagian besar orang menggunakan transportasi sebagai sarana bantu untuk mempermudah dan meningkatkan produktifitas kegiatan manusia. Dengan demikian sarana transportasi harus memadai dan menjamin keselamatan, salah satunya adalah transportasi darat. Yang terpenting pada kendaraan adalah rem. Berbagai pihak perusahaan telah melakukan riset dan pengembangan dalam segi keamanan termasuk rem. Tidak hanya pada mobil balap tetapi juga pada mobil pribadi, angkutan umum maupun komersial.*

*Sesuatu yang sangat penting pada mobil adalah rem. Seringkali orang melakukan perjalanan tanpa mengetahui kondisi mobil mereka, bahkan penggunaan yang melebihi kapasitas sering membawa bencana. Penggunaan rem akan menghasilkan panas dari hasil gesekan, panas yang dihasilkan membuat koefisien gesek rem berkurang. Tentunya hal ini sangat berbahaya, banyak inovasi untuk menangani hal ini terutama dalam melakukan pendinginan tetapi bersifat pasif dengan membuat ventilasi dan pemanfaatan aerodinamis kendaraan. Tetapi banyak kecelakaan terjadi pada kendaraan komersial atau city car dimana kecepatan terbatas dan beban yang cukup berat. Pada keadaan ini, pendingin pasif yang memerlukan kecepatan udara atau aerodinamis sebagai pendingin kurang maksimal. Oleh karena itu diperlukan sebuah sistem pendingin rem yang bekerja sendiri sesuai keadaan rem (suhu).*

*Kata kunci: Rem, pendingin rem, pendingin paksa, pendingin rem dengan air*

## 1. Pendahuluan

Kendaraan dijamin sekarang merupakan suatu kebutuhan yang sangat penting dalam menunjang kegiatan produksi manusia. Faktor keamanan pada kendaraan tersebut perlu dikembangkan sebagai jaminan keselamatan. Beberapa kasus kecelakaan yang disebabkan oleh masalah pengereman menjadi misteri. Dimana pengemudi mengatakan bahwa rem mobilnya blong sebelum terjadi kecelakaan, tetapi ketika rem kendaraan tersebut dicoba sesaat setelah kecelakaan dan rem tersebut berfungsi dengan baik. Hal ini menjadi misteri dan pertanyaan banyak orang.

Berita dari radar Madura, rem mobil *pick-up* bernomor polisi M 9624 GB tidak berfungsi alias blong. akibatnya, *pick up* lepas kendali dan menabrak Toyota Kijang Innova bernopol M 1343 GD dan Toyota Avanza dengan nopol BM 1492 QW [1]. Dan Menurut liputan [viva.co.id](http://viva.co.id), terjadi kecelakan pada mobil Toyota *hilux* didaerah manokwari pegunungan arfak [2]. Dari kedua kasus ini dijelaskan bahwa medan yang dilalui saat terjadi kecelakan adalah daerah berbukit atau pegunungan dan memiliki rute panjang atau luar kota.

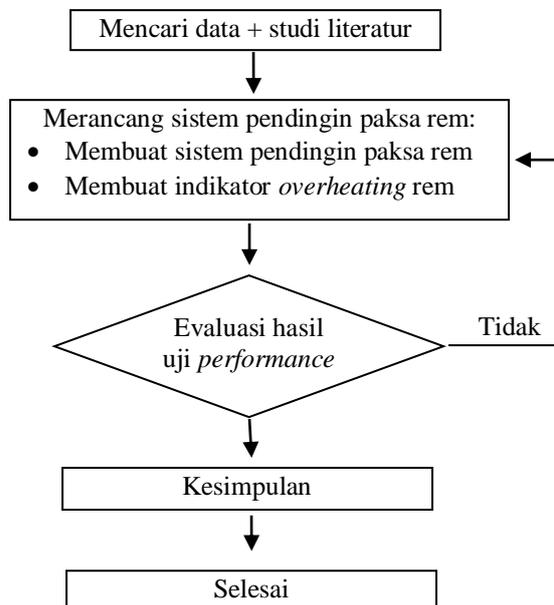
Salah satu penyebab rem blong adalah suhu rem, dimana beban kendaraan yang berlebihan, jarak tempuh yang jauh dan penggunaan rem yang berlebihan membuat suhu rem menjadi panas. Hal ini menyebabkan koefisien gesek rem pun berkurang.

Berbagai penelitian dan pengembangan sistem pendingin rem pada mobil formula1. Selain untuk menjamin keselamatan *driver*, hal ini agar kecepatan mobil formula 1 dapat lebih laju dan dapat melakukan pengereman dalam waktu dan jarak yang singkat. Pada mobil formula 1 menggunakan sistem pendingin pasif, dimana memanfaatkan aliran udara dan aerodinamis kendaraan. Selain mobil formula 1, mobil balap lintasan atau mobil balap jalanan banyak yang menggunakan sistem pendingin baik pasif dengan corong aliran udara maupun aktif dengan kipas untuk meningkatkan aliran udara ke sistem rem.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem pendingin rem paksa yang memanfaatkan air yang dikabutkan sebagai sarana pendingin. Sistem pendingin ini diutamakan untuk kendaraan dengan kecepatan rendah antara 20- 60 KM/ jam karena pada kecepatan tersebut kecepatan angin untuk mendinginkan sistem rem kurang efisien. Selain kecepatan yang rendah, beban kendaraan yang berlebihan dan medan tempuh yang berbukit dan jauh merupakan salah satu penyebab suhu rem menjadi *overheat*. Selain membuat sistem pendingin, perancangan ini juga membuat indikator apabila rem mengalami *overheat* karena energi pengereman yang melebihi energi pendinginan, sehingga pengemudi dapat berhati-hati karena suhu rem yang terlalu tinggi.

## 2. Metode Perancangan

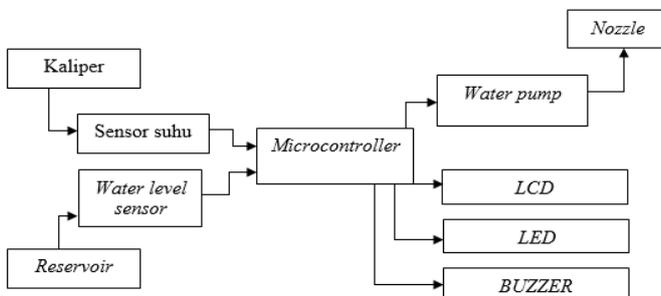
Metode perancangan menjelaskan proses pembuatan sistem pendingin rem paksa dari mencari data hingga selesai.



Gambar 1. Skema metode perancangan

## 3. Pembahasan

### 3.1 Cara Kerja Rancangan Sistem Pendingin Rem Paksa



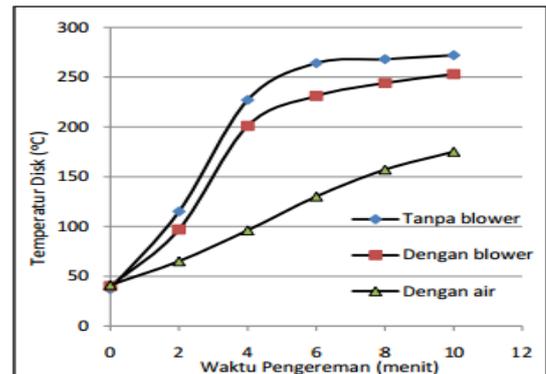
Gambar 2. Skema cara kerja sistem pendingin rem paksa

Sistem pendingin rem paksa bekerja sesuai dengan skema 2. Sistem ini menggunakan sensor suhu untuk membaca suhu rem kaliper yang akan dipasang pada rem depan kanan. Suhu yang terbaca akan dikirim ke *microcontroller*, *microcontroller* akan memproses tindakan yang akan dilakukan sesuai dengan program yang sudah *diinput* pada *microcontroller*.

*LCD* akan menampilkan suhu rem sesuai masukan dari sensor suhu dan *level* air sesuai dimasukan dari *water level sensor* yang dipasang pada *reservoir*. Lampu *LED* akan menyala dan mengindikasikan kondisi rem. Saat terjadi *overheat* maka *LED* merah dan *buzzer* akan menyala untuk memberitahukan pengemudi jika suhu rem berlebihan.

Sistem pendingin rem paksa menggunakan air sebagai sarana pendinginan, dimana air akan disemprotkan dalam bentuk kabut kearah disc brake.

Pemilihan *fluida* air disebabkan penggunaan sistem pendingin rem paksa diutamakan bagi kendaraan yang memiliki kecepatan rendah antara 20-60 KM/jam. Pada kecepatan tersebut, efisiensi pemanfaatan aliran angin sebagai *fluida* pendingin kurang baik. Tidak seperti mobil formula 1 atau *street racing* dimana kecepatannya diatas 100KM/jam sehingga pendinginan dengan angin lebih efisien. Menurut grafik hasil percobaan efisiensi pendinginan rem cakram menggunakan air dan angin, maka diperoleh hasil bahwa *fluida* air lebih efisien.



Grafik 1. Perbandingan hasil uji pendinginan rem dengan menggunakan kabut air dan angin [7]

Proses pendinginan yang dilakukan oleh sistem pendingin rem paksa mulai dari suhu 250°C. karena suhu normal kerja rem adalah 30°C - 600°C untuk kendaraan dengan bobot menengah atau kendaraan bermuatan [3]. sedangkan untuk suhu dimana rem bekerja dengan baik adalah 200°C - 400°C dan dapat bekerja sampai dengan suhu 600°C. [4]

Pompa akan bekerja saat suhu rem mencapai suhu yang telah ditentukan. Sistem pendingin rem paksa terdiri dari beberapa komponen yaitu.

1. *Microcontroller* arduino nano
2. *Thermocouple* type K
3. *Max 6675*
4. *LCD* 16 X 2
5. *LED*
6. *Buzzer*
7. *Relay* 5V
8. Pompa air
9. *Nozzle*
10. *Reservoir*
11. *Water level sensor*

### 3.2 *Microcontroller* Arduino Nano

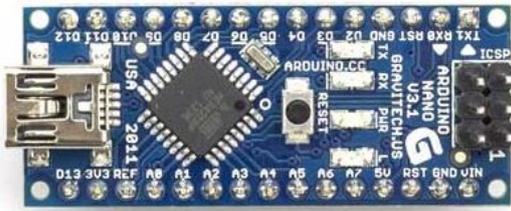
*Microcontroller* merupakan otak dari sistem pendingin rem paksa. *Microcontroller* yang digunakan adalah arduino nano. Arduino merupakan *microcontroller* dengan bahasa pemrograman bahasa pemrograman C, dimana bahasa pemrograman ini mudah dipelajari dan dimengerti dengan logika. Penggunaan arduino nano karena ukuran dari arduino nano sangatlah kecil dan masih memiliki *port USB* sebagai *connector* ke komputer sehingga mempermudah *input* program. [5]

*Microcontroller* arduino nano diprogram untuk membaca suhu rem dan *water level*. Setelah melakukan pembacaan, arduino nano akan menampilkan suhu dan

level air pada LCD. Pompa, LED dan buzzer pun akan dinyalakan sesuai dengan suhu yang telah ditentukan. Suhu kerja sistem pendingin rem paksa sebagai berikut.

Table 1. Referensi kerja sistem rem paksa

Suhu (°C)	LED	Pompa	Buzzer
0-249	Biru	Mati	Mati
250-399	Kedip kuning	Kedip	Mati
400-599	Kuning	Nyala	Mati
600-	Merah	Nyala	Nyala



Gambar 3. Arduino Nano [5]

### 3.3 Thermocouple Type K

Thermocouple type K terbuat dari bahan paduan chromel dan alumel. Thermocouple type K memiliki tegangan pengukuran 0 – 48,8 milivolt untuk suhu 0 – 1200 °C, untuk pengukuran suhu diluar batas yang ditentukan yaitu -270 – 1370° C sebenarnya dapat dilakukan tetapi dengan toleransi yang lebih besar. [6]

Konstruksi thermocouple yang digunakan adalah ujung thermocouple type K yang menjadi pusat sensor diberi baut 1/4 in, agar dapat terpasang dengan baik di kaliper rem. Ujung sensor disambung dengan pipa stainless steel 304 yang berisi silicon high temperature untuk menghindari kabel terkena langsung suhu yang terlalu tinggi. Kabel yang digunakan adalah kabel berbahan teflon, bahan ini dipilih karena memiliki ketahanan yang baik karena kabel ini akan melewati kap mesin sehingga akan terpengaruh suhu mesin, daerah kaki-kaki mobil yang mana akan terkena air dan kotoran karena akan dipasang dikaliper rem depan kanan. Selain itu kabel ini dilapisi dengan silikon bakar sepanjang kabel dan selang spiral berbahan stainless steel 304 sepanjang 20 cm untuk mencegah dari tumbukan dan kotoran atau air.



Gambar 4. Thermocouple type K

### 3.4 Max6675

Max 6675 merupakan perangkat tambahan yang digunakan untuk menaikkan tegangan dari thermocouple type K ke arduino nano. Karena tegangan dari thermocouple type K sangat kecil yaitu milivolt maka diperlukan penaikan secara linear. Tegangan dari thermocouple type K adalah 0 – 48,8 milivolt dengan range suhu 0 – 1200°C akan diubah menjadi 0 – 5 volt dengan range suhu yang sama, karena kemampuan baca arduino nano adalah 0 – 5 volt.



Gambar 5. Max 6675

### 3.5 LCD 16 X 2

Sistem pendingin rem paksa ini menggugalkan LCD atau liquid crystal display sebagai monitor suhu yang akan diperbaharui setiap setengah detik. Selain itu ada juga tampilan water level untuk mengetahui level air pada reservoir.



Gambar 6. LCD 16x2 blue

### 3.6 LED

LED atau light emitting diode akan digunakan sebagai indikator sehingga pengemudi atau orang awam mengetahui keadaan suhu rem pada keadaan aman, panas ataupun overheat. Pada sistem pendingin diberi tiga lampu LED dengan warna berbeda-beda yaitu biru untuk suhu dingin atau dibawah 250°C. kuning untuk suhu sedang dengan range suhu 250°C – 400°C maka lampu kuning akan mati dan nyala dimana saat lampu menyala saat itu pompa juga bekerja dan saat lampu mati maka pompa pun mati. Pada suhu panas atau 400°C – 600°C maka lampu kuning akan terus menyala dengan pompa terus bekerja melakukan proses pendinginan. Lampu merah akan menyala jika suhu melebihi 600°C, hal ini menandakan suhu yang terlalu tinggi atau overheat.



Gambar 7. LED pada sistem pendingin paksa rem

### 3.7 Buzzer

*Buzzer 5V* digunakan untuk memberitahukan pengemudi saat suhu rem lebih dari 600°C yang berarti sudah terlalu panas atau *overheat*.



Gambar 8. *Buzzer 5V*

### 3.8 Relay 5V

*Relay 5V* digunakan sebagai saklar saat pompa ingin dijalankan. *Relay* ini akan meneruskan arus listrik 12V dari aki mobil ke pompa saat arduino nano memerintahkan untuk menjalankan pompa dengan cara memberi arus 5 V ke *relay* sehingga *relay* menutup rangkaian pompa dan pompa pun bekerja.



Gambar 9. *Relay 5V*

### 3.9 Pompa Air

Pompa air yang digunakan adalah pompa air *wiper*, pompa ini digunakan untuk menyemprotkan air untuk melakukan pendinginan. pompa *wiper* lebih baik dibanding pompa bahan bakar karena tidak mudah berkarat, harga terjangkau dan mudah didapat dipasaran. Pompa air ini menggunakan tegangan listrik 12V.



Gambar 10. Pompa

### 3.10 Nozzle

*Nozzle* yang akan digunakan adalah *nozzle sprayer* mainan 0,1mm karena hasil penyemprotannya kabut, hal ini bertujuan meningkatkan efisiensi pendinginan karena luas permukaan kontak air dan sistem rem pun meningkat.



Gambar 11. *Nozzle* dan hasil semprotan *nozzle*

### 3.11 Reservoir

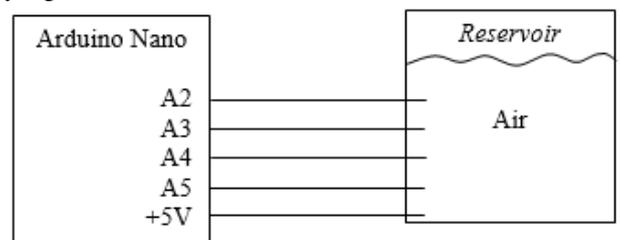
*Reservoir* berfungsi untuk menampung air yang dibutuhkan saat proses pendinginan. *Reservoir* yang dibutuhkan adalah *reservoir* dengan kapasitas tampung 10 liter. Tetapi untuk alat peraga sistem pendingin rem paksa ini, *reservoir* yang digunakan adalah *reservoir* air *wiper* dimana kapasitas tampung airnya pun sangat kecil yaitu 1,2 liter.



Gambar 3.12 *Reservoir* air *wiper*

### 3.12 Water Level Sensor

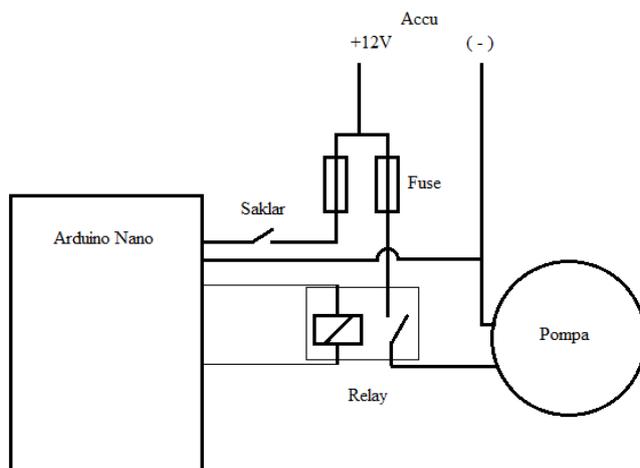
*Water level sensor* digunakan untuk memberi tahu pengemudi ketinggian air pada *reservoir*. Pengukuran dengan sistem kontak arus listrik merupakan sistem pengukuran manual, dimana sistem pengukuran ini sangat fleksibel terhadap dimensi *reservoir*. Pengukuran ini menggunakan kabel positif 5V pada dasar *reservoir* dan empat kabel dengan ketinggian yang berbeda. Saat *reservoir* berisi air, maka kabel yang terendam air akan menerima arus listrik. Empat kabel dengan ketinggian berbeda dihubungkan dengan *resistor* yang tersambung ke *ground* agar arus dapat mengalir, kemudian empat kebel tersebut terhubung dengan arduino untuk melakukan pembacaan. Pengukuran dengan sistem kontak arus listrik yang akan digunakan karena memiliki kemampuan penyesuaian dimensi yang mudah, harga yang terjangkau dan sistem pemrograman yang sederhana.



Gambar 13. Diagram *water level sensor*

### 3.13 Rancangan Sistem Kelistrikan

Sistem pendingin rem paksa merupakan suatu sistem kerja yang terdiri dari berbagai komponen dengan penghubung arus listrik. *Microcontroller* sebagai otak akan mendapat pasokan listrik dari kabel *acesories* kendaraan sehingga saat kunci kontak pada posisi *acc*, sistem pendingin rem paksa sudah dapat bekerja. *Thermocouple* akan dihubungkan dengan *max6675* dan terhubung ke *microcontroller*. Kabel *water level* sensor pun akan terhubung langsung ke *arduino uno*. *LCD*, *LED* dan *buzzer* pun terhubung secara langsung melalui pin konektor pada *arduino nano*. *Relay 5V* sebagai saklar untuk pompa akan terhubung melalui pin *arduino nano*. *relay 5V* akan mengatur rangkaian listrik pompa sehingga pada saat *arduino nano* mengirim sinyal untuk menggerakkan pompa, maka *relay* akan menutup rangkaian dan pompa bekerja untuk mendinginkan sistem rem.



Gambar 14. Rangkaian listrik sistem pendingin rem paksa

### 3.14 Pemasangan Sistem Pendingin Rem Paksa Pada Mobil

Sistem pendingin rem paksa dirancang untuk mobil *toyota kijang pick up* tahun 2005. Bagian *display* dari sistem pendingin rem paksa akan dipasang pada bagian *dashboard* sehingga pengemudi dapat memantau kondisi rem. *Thermocouple* akan dipasang pada kaliper depan kanan, sedangkan *nozzle* akan dipasang pada kedua rem depan kendaraan dimana menggunakan rem cakram.

Untuk *reservoir* maka memerlukan ruang yang cukup besar yaitu pada ruang mesin sebelah kanan, dimana ruang mesin dari *toyota kijang pick up* 2005 memiliki ruang mesin yang luas atau cukup untuk meletakkan *reservoir* 10 L.

Rancangan sistem pendingin rem paksa dirancang untuk mobil *toyota kijang pick up* tahun 2005, tetapi perancangan ini merupakan perancangan dalam skala laboratorium. Oleh karena itu rancangan ini dibuat pada *set up* peralatan yang menyerupai kondisi kendaraan dan pengujiannya dengan menggunakan pemanas buatan sehingga mendekati kondisi nyata

Pemasangan *display* sistem pendingin rem paksa



Gambar 15. *dashboard*



Pemasangan *reservoir*

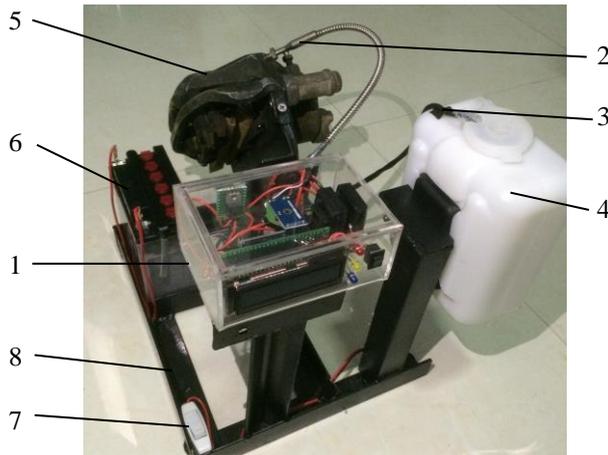
Gambar 16. Pemasangan *reservoir* pada mobil



Gambar 17. Pemasangan *thermocouple* pada kaliper

### 3.15 Set Up Peralatan

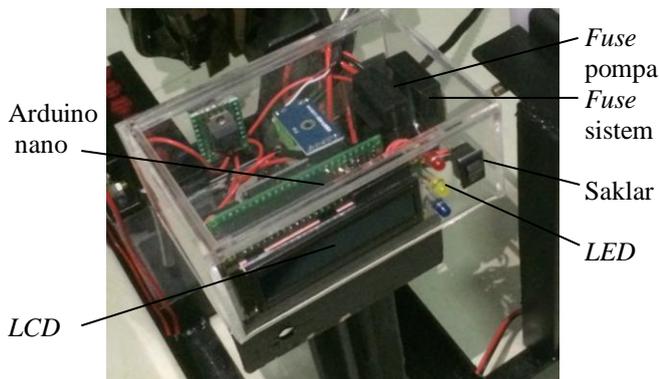
Perancangan sistem pendingin rem paksa dibuat dalam bentuk alat peraga, hal ini untuk mempermudah pengujian, peragaan pada tim dosen penguji dan menghemat waktu pengerjaan. Alat peraga ini dibuat memiliki semua komponen pendukung seperti yang diperlukan pada kendaraan tetapi *nozzle* yang digunakan hanya satu. Untuk menunjukkan pemasangan *thermocouple* dan *nozzle* maka digunakan satu kaliper kanan depan. Berikut gambar dari *set up* peralatan.



Keterangan :

1. *Display* sistem pendingin rem paksa
2. *Thermocouple*
3. *Water level sensor*
4. *Reservoir*
5. Kaliper
6. *Accu* 12V
7. Skalar *set up* peralatan
8. Rangka

Gambar 18. *Set up* peralatan

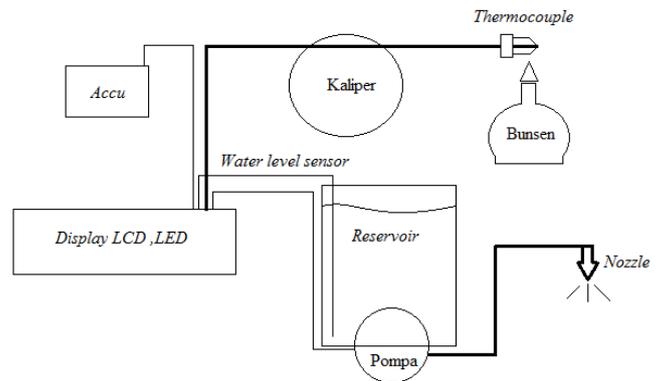


Gambar 19. *Display* sistem pendingin rem paksa

### 3.16 Uji Sistem Pendingin Rem Paksa

Pengujian sistem pendingin rem paksa merupakan pengujian sistem secara keseluruhan. Langkah-langkah pengujian sistem secara keseluruhan sebagai berikut.

1. Siapkan *set up* peralatan sistem pendingin rem paksa
2. Siapkan kamera, bunsen berisi spiritus dan air 1200 ml
3. Isi air 1200 ml pada *reservoir*
4. Lepaskan *thermocouple* dari kaliper, pasang pada dudukan *tripod* dan dekatkan sumbu bunsen dengan ujung *thermocouple*
5. Nyalakan kamera dan mulai perekaman
6. Nyalakan saklar sistem pendingin rem paksa agar sistem bekerja
7. Bakar sumbu bunsen yang berisi spiritus dengan korek api
8. Dekatkan api bunsen dengan ujung *thermocouple*
9. Tunggu hingga suhu lebih dari 600°C, lalu matikan kamera
10. Putar ulang rekaman percobaan lalu catat waktu awal saat api bunsen didekatkan dengan *thermocouple*
11. Catat perubahan suhu, *water level*, nyala lampu *LED*, pompa dan *Buzzer* yang terjadi tiap 5 detik



Gambar 20. Skema *set up* pengujian sistem pendingin rem paksa



Gambar 21. *Set up* pengujian sistem pendingin rem paksa

Table 2. Hasil pengujian kerja sistem pendingin rem paksa

Waktu (s)	Suhu Sensor (°C)	LED	Pompa	Water level	Buzzer
0	33	Biru	Mati	■■■■■	Mati
5	81,5	Biru	Mati	■■■■■	Mati
10	151,75	Biru	Mati	■■■■■	Mati
15	228,25	Biru	Mati	■■■■■	Mati
20	274,75	Kedip kuning	Kedip	■■■■■	Mati
25	313,25	Kedip kuning	Kedip	■■■■■	Mati
30	354,25	Kedip kuning	Kedip	■■■■■	Mati
35	377	Kedip kuning	Kedip	■■■■■	Mati
40	396,5	Kedip kuning	Kedip	■■■■■	Mati
45	422,5	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
50	436	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
55	452,25	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
60	458,5	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
65	467,25	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
70	472,25	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
75	479,25	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
80	475,25	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
85	480,75	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
90	489,25	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
95	494,5	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
100	497,25	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
105	496,5	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
110	499,75	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
115	504,5	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
120	509	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
125	509,75	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
130	508,5	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
135	512,5	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
140	523,75	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
145	536,5	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
150	542,75	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
155	542	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
160	542,5	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
165	550,75	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
170	563,5	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
175	569,5	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
180	572,5	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
185	581	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
190	585,75	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
195	589,5	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
200	592	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
205	595,75	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati

Waktu (s)	Suhu Sensor (°C)	LED	Pompa	Water level	Buzzer
210	598,75	Kuning	Nyala	■■■■■	Mati
215	603,5	Merah	Nyala	■■■■■	Nyala
220	605,75	Merah	Nyala	■■■■■	Nyala
225	610	Merah	Nyala	■■■■■	Nyala
230	615,75	Merah	Nyala	■■■■■	Nyala
235	619	Merah	Nyala	■■■■■	Nyala
240	623,5	Merah	Nyala	■■■■■	Nyala

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian, perancangan sistem pendingin rem paksa sudah bekerja dan berfungsi dengan baik sesuai yang diinginkan. Sistem pendingin rem paksa melakukan proses pendinginan sesuai dengan suhu yang sudah ditentukan dan memberikan indikator panas berupa lampu *LED* dan bila energi pengereman melebihi kemampuan pendinginan maka saat terjadi *overheating* maka ada pemberitahuan melalui lampu indikator *LED* dan bunyi *alarm*.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] Diduga Rem Blong, Pikap Tabrak Dua Mobil. (2015, May 26). Radar Madura. Retrieved by <http://radarmadura.co.id/2015/05/diduga-rem-blong-pikap-tabrak-dua-mobil/>
- [2] Ansyari Syahrul. (2015, September 23). Rem Blong Delapan Anggota TNI Jatuh Ke Jurang. Viva.co.id. Retrieved by <http://nasional.news.viva.co.id/news/read/678268-rem-mobil-blong--8-anggota-tni-jatuh-ke-jurang>
- [3] Brake pad guide 14/15. (n.d.). Hawk Performance. Retrived from [http://www.hawkperformance.com/sites/default/files/downloads/HAWKBRAKEGUIDE\\_FINAL\\_2.pdf](http://www.hawkperformance.com/sites/default/files/downloads/HAWKBRAKEGUIDE_FINAL_2.pdf)
- [4] Exellent performance in all situation. (n.d.). Brembo. Retrived from <http://www.brembo.com/en/car/sporting-use/pads>
- [5] Arduino. (n.d.). What Is Arduino. Retrieved from <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- [6] *Thermocouple*. (2011). *Thermocouples: Type K Thermocouple* (Chromel / Alumel). Thermometrics. Retrived from <http://www.thermometricscorp.com/Thermocouples.html>
- [7] Dewanto, J. & Wijaya, A. (2010). Sistem Pendingin Paksa Anti Panas Lebih (Over Heating) Pada Rem Cakram (Disk Brake) Kendaraan. UK Petra, Surabaya, Indonesia. Retrieved from [http://fportfolio.petra.ac.id/user\\_files/87-002/J%20Dewanto.pdf](http://fportfolio.petra.ac.id/user_files/87-002/J%20Dewanto.pdf)