

## Pembangunan Sistem Selimut Kebakaran Automatik untuk Keselamatan di Dapur

Nur Zulaikha Aira Muntaz Ahmad<sup>1</sup>, Fatimah Mohamed Yusop<sup>1\*</sup>, Hilmi Kosnin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Jabatan Teknologi Kejuruteraan Awam/Fakulti Teknologi Kejuruteraan  
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, 84600, Pagoh, Johor, Malaysia*

\*Pengarang Utama: [fatimahy@uthm.edu.my](mailto:fatimahy@uthm.edu.my)

DOI: <https://doi.org/10.30880/peat.2025.06.01.016>

### Maklumat Artikel

Diserah: 17 Januari 2025

Diterima: 03 Februari 2025

Diterbitkan: 30 April 2025

### Kata Kunci

Kebakaran dapur, Kebakaran domestik, Selimut kebakaran, Sensor haba, Selimut kebakaran automatik, Tindak balas automatik

### Abstrak

Kebakaran dapur merupakan salah satu punca utama kebakaran domestik, menyumbang kepada 25% daripada keseluruhan kes kebakaran rumah, dengan 49% daripadanya berpunca daripada kelalaian semasa memasak. Kajian ini bertujuan membangunkan dan menguji Sistem Selimut Kebakaran Automatik untuk dapur domestik sebagai penyelesaian kepada kelemahan selimut kebakaran manual. Objektif utama kajian ini adalah mereka bentuk sistem yang mampu mengesan kebakaran secara automatik dan bertindak pantas dengan melepaskan selimut kebakaran bagi memadamkan api sebelum ia merebak, serta menilai keberkesanan dan ketahanan sistem dalam pelbagai keadaan kebakaran dapur. Metodologi kajian melibatkan reka bentuk mekanikal, pemilihan komponen, pembangunan prototaip, serta ujian simulasi kebakaran yang realistik. Sistem ini menggunakan sensor haba sensitif bagi mengesan kenaikan suhu melebihi ambang tertentu, mencetuskan mekanisme automatik untuk menutup kawasan kebakaran dengan selimut. Hasil kajian menunjukkan bahawa sistem ini mampu memadamkan api dalam tempoh kurang daripada dua minit dengan keberkesanan mencapai 90%. Tempoh tindak balas sistem ialah 5.16 minit untuk kebakaran kecil, 3.23 minit untuk kebakaran sederhana, dan 1.49 minit untuk kebakaran besar, manakala tempoh pemadaman api ialah 15.50 minit untuk beban kecil, 22.70 minit untuk beban sederhana, dan 30.51 minit untuk beban besar. Ujian ketahanan sistem menunjukkan bahawa selepas beberapa kali penggunaan, prototaip tidak mengalami kerosakan ketara. Namun, tempokan hitam kecil muncul dalam kebakaran sederhana, manakala tempokan hitam besar dikesan dalam ujian dengan beban kebakaran lebih tinggi. Struktur mekanikal kekal berfungsi dengan baik dan tidak menjejaskan keberkesanan sistem. Sistem ini bukan sahaja meningkatkan keberkesanan pemadaman kebakaran tetapi juga mengurangkan risiko kecederaan dan kerosakan harta benda. Dengan tindak balas automatik yang cekap, sistem ini menawarkan penyelesaian inovatif bagi keselamatan dapur domestik.

## 1. Pendahuluan

Kebakaran dapur telah lama dikenali sebagai salah satu punca utama kebakaran domestik, menyumbang kepada kerugian harta benda, kecederaan, dan kehilangan nyawa. Kepentingan keselamatan kebakaran dapur semakin mendesak memandangkan statistik menunjukkan kebakaran dapur menyumbang kepada 25% daripada kes kebakaran rumah, dengan hampir separuh berpunca daripada kelalaian semasa memasak [1]. Dalam usaha untuk mengurangkan risiko ini, terdapat minat yang semakin meningkat dalam membangunkan teknologi keselamatan automatik yang dapat memberikan tindak balas pantas terhadap kebakaran kecil sebelum ia merebak menjadi lebih besar. Selimut kebakaran automatik muncul sebagai salah satu penyelesaian inovatif yang berpotensi untuk menangani cabaran ini.

Penyelidikan terdahulu telah menumpukan perhatian kepada pelbagai teknologi keselamatan kebakaran. Kajian oleh [2] merupakan antara penyelidikan awal yang menunjukkan bahawa pengesanan awal kebakaran mampu mengurangkan risiko penyebaran api secara signifikan. Kajian lain menunjukkan bahawa sistem pemadam api automatik seperti fire sprinklers telah digunakan secara meluas dalam persekitaran komersial dan domestik untuk mengawal kebakaran dengan pantas [3]. Walaupun alat pemadam manual seperti selimut kebakaran tradisional dan pemadam karbon dioksida terbukti berkesan dalam keadaan tertentu, ia masih bergantung kepada campur tangan manusia, yang boleh menyebabkan kelewatan kritikal dalam situasi kecemasan [4]. Terdapat tiga pendekatan utama untuk menangani kebakaran dapur: pertama, penggunaan alat pemadam api manual; kedua, pemasangan sistem sprinkler automatik; dan ketiga, pembangunan teknologi pengesan haba canggih [5].

Secara keseluruhan, persoalan tentang bagaimana teknologi automatik dapat meningkatkan keberkesanan keselamatan kebakaran di dapur masih terbuka. Penyelidikan terdahulu lebih banyak memfokuskan kepada alat manual atau sistem konvensional, dan kekurangan penyelidikan mengenai sistem automatik yang menggunakan selimut kebakaran kalis api telah menjadi jurang yang memerlukan perhatian lebih lanjut [6]. Gabungan reka bentuk mekanikal yang maju dan teknologi pengesan haba berpotensi untuk mengisi jurang ini dengan menyediakan tindak balas yang cepat dan menyeluruh terhadap kebakaran dapur.

Matlamat utama kajian ini adalah untuk membangunkan dan menguji Sistem Selimut Kebakaran Automatik bagi meningkatkan keselamatan dapur domestik. Kami menghipotesiskan bahawa sistem ini bukan sahaja mampu mengesan kebakaran secara automatik tetapi juga memberikan tindak balas yang pantas dan efisien dalam memadamkan api. Untuk menguji hipotesis ini, kajian ini melibatkan beberapa peringkat, termasuk reka bentuk sistem, pembangunan prototaip, dan ujian simulasi kebakaran. Kajian ini dijangka dapat memberikan penyelesaian praktikal dan inovatif dalam menangani risiko kebakaran dapur, sekali gus menyumbang kepada keselamatan dan kesejahteraan pengguna.

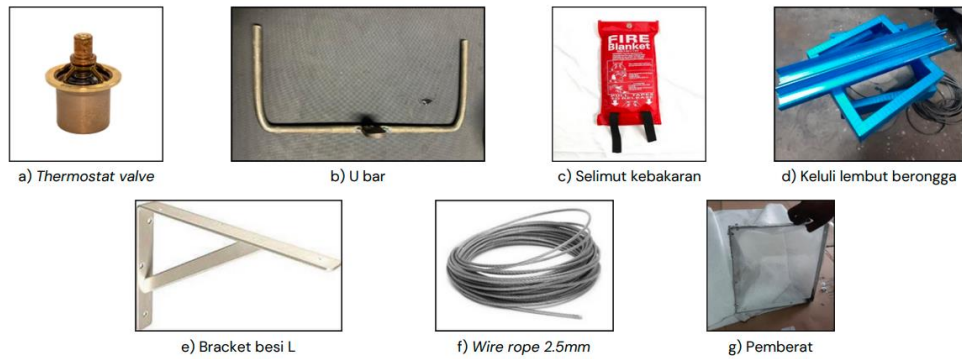
## 2. Metodologi

Kajian ini melibatkan beberapa langkah utama untuk membangunkan dan menguji Sistem Selimut Kebakaran Automatik. Langkah pertama adalah mereka bentuk sistem secara mekanikal, termasuk reka bentuk struktur dan integrasi komponen penting seperti sensor haba dan mekanisme pelepasan automatik. Komponen seperti thermostat valve, selimut kebakaran kalis api, dan keluli lembut berongga dipilih berdasarkan keupayaannya untuk memastikan keberkesanan sistem. Seterusnya, prototaip sistem dibangunkan dengan memasang komponen terpilih ke dalam reka bentuk akhir. Proses ini merangkumi pemotongan bahan, pemasangan struktur rangka, serta penyediaan mekanisme automatik untuk pelepasan selimut kebakaran. Pengujian sistem dilakukan melalui simulasi kebakaran realistik di dapur. Ujian ini mengukur masa tindak balas sistem apabila suhu ambang dikesan, keberkesanan sistem dalam memadamkan api, serta tahap keselamatan pengguna semasa operasi. Data yang dikumpul dianalisis untuk menilai prestasi sistem, termasuk masa respon, kadar pemadaman api, dan risiko kerosakan atau kecederaan. Dengan pendekatan ini, sistem yang dibangunkan dapat memberikan penyelesaian yang praktikal, cekap, dan inovatif untuk meningkatkan keselamatan dapur domestik.

### 2.1 Bahan

Berikut adalah senarai bahan-bahan utama yang digunakan untuk menghasilkan Sistem Selimut Kebakaran Automatik:

1. Komponen-komponen Utama:
  - (i) *Thermostat Valve*
  - (ii) Selimut Kebakaran
  - (iii) Keluli Lempu Berongga
  - (iv) Bracket Besi L
  - (v) *Wire Rope* 2.5mm
  - (vi) Pemberat



**Rajah 1:** Komponen-komponen Utama Produk

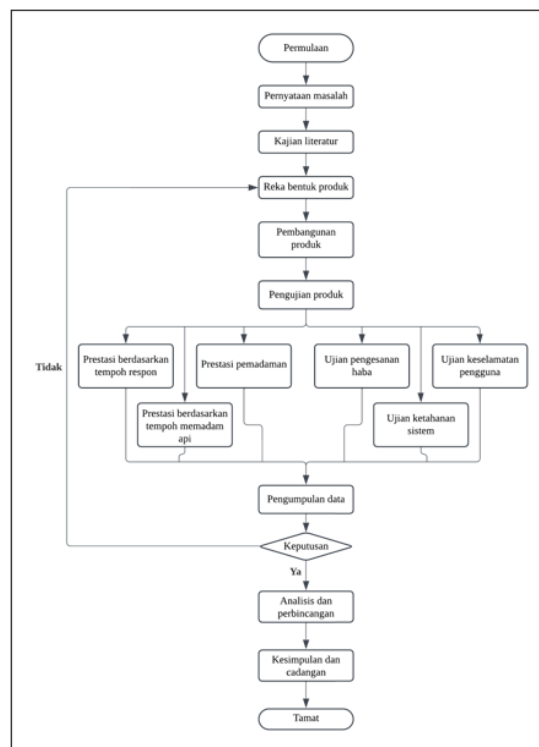
2. Alat dan Peralatan yang Digunakan:

- (i) Pemotong logam dan alat pengukur untuk memotong dan membentuk bahan.
- (ii) Mesin kimpalan untuk menyambungkan komponen logam.
- (iii) Alat pemasangan (seperti pemutar skru dan kunci inggris) untuk merangka dan menyusun prototaip.
- (iv) Peralatan pengujian kebakaran untuk simulasi keadaan sebenar.

Bahan-bahan ini dipilih berdasarkan kesesuaiannya untuk menyokong fungsi sistem dan memastikan kecekapan serta keselamatan semasa operasi.

## 2.2 Carta Alir Metodologi Kajian

Dalam bab metodologi ini, ia menerangkan proses daripada peringkat awal sehingga peringkat akhir, berdasarkan carta alir dalam Rajah 1, yang merangkumi langkah kerja dan kaedah yang digunakan untuk mencapai objektif kajian.

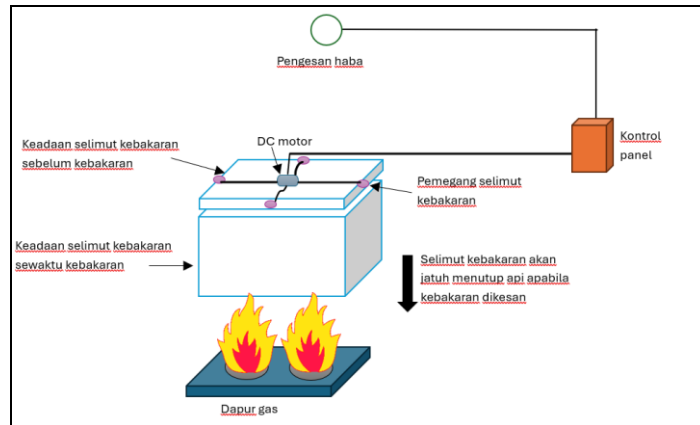


**Rajah 2:** Carta Alir Metodologi Kajian

## 2.3 Prosedur Pembangunan Sistem

Prosedur pembangunan sistem merangkumi proses reka bentuk awal, pemasangan komponen, dan pembangunan prototaip.

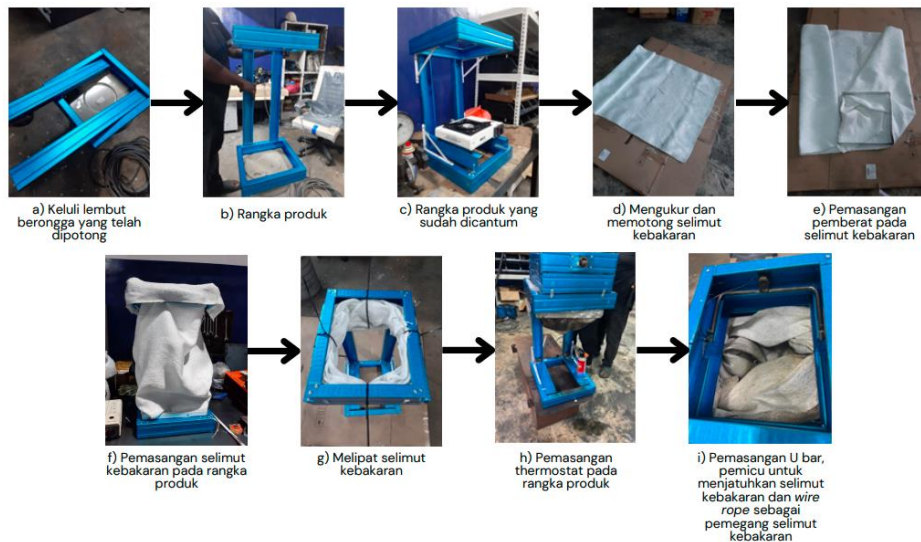
### 2.3.1 Reka Bentuk dan Pemasangan



Rajah 3: Reka Bentuk Awal Produk

Reka bentuk dan pemasangan sistem dimulakan dengan menghasilkan reka bentuk awal menggunakan perisian reka bentuk bagi memastikan semua komponen dapat diintegrasikan secara menyeluruh. Komponen utama seperti keluli lembut dan bracket dipotong dan disesuaikan mengikut spesifikasi reka bentuk yang telah dirancang. Selepas itu, sistem dirangka dan dipasang menggunakan alat seperti mesin kimpalan dan pemutar skru untuk memastikan setiap komponen dipasang dengan tepat dan kukuh. Langkah ini penting untuk memastikan sistem yang dibangunkan berfungsi dengan baik dan memenuhi keperluan yang telah ditetapkan.

### 2.3.2 Pembangunan Produk



Rajah 4: Proses Pembangunan Produk

Pembangunan produk dimulakan dengan merujuk kepada reka bentuk akhir yang telah disediakan sebelumnya. Berdasarkan reka bentuk ini, proses pemotongan bahan dilakukan untuk membentuk struktur rangka yang akan menjadi asas kepada produk sistem. Selepas struktur rangka disiapkan, langkah seterusnya melibatkan pemasangan selimut kebakaran pada mekanisme pelepasan. Mekanisme ini dilengkapi dengan pemberat untuk memastikan pelepasan selimut dapat dilakukan dengan tepat ke kawasan kebakaran. Proses ini dilaksanakan dengan teliti untuk memastikan produk akhir berfungsi dengan baik dan memenuhi objektif keselamatan yang telah ditetapkan.

### 2.4 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian melibatkan simulasi kebakaran kecil, sederhana dan besar untuk menilai prestasi sistem dalam mengesan dan memadamkan api, serta mengukur masa tindak balas. Selain itu, ujian ketahanan dan keselamatan dijalankan untuk memastikan kestabilan mekanikal dan mengurangkan risiko kecederaan kepada pengguna.



**Rajah 5:** Proses Pengujian Produk

### 2.4.1 Ujian Simulasi Kebakaran

Ujian simulasi kebakaran dilaksanakan untuk menilai prestasi sistem dalam menangani pelbagai skala kebakaran. Kebakaran kecil, sederhana, dan besar disimulasikan menggunakan kotak yang telah dicelup dengan diesel, bertujuan meniru keadaan kebakaran sebenar. Dalam ujian ini, *thermostat valve* diuji untuk memastikan ia mampu mengesan suhu ambang dengan tepat dan mencetuskan mekanisme pelepasan selimut kebakaran pada masa yang sesuai. Selain itu, masa tindak balas sistem turut direkodkan bagi menilai kecekapan tindak balas automatik. Keberkesanan selimut kebakaran dalam memadamkan api dinilai melalui pengamatan langsung, memastikan sistem dapat memenuhi objektif keselamatan dengan berkesan.

### 2.4.2 Ujian Ketahanan dan Keselamatan

Ujian ketahanan dan keselamatan dilaksanakan bagi memastikan sistem dapat berfungsi dengan baik dalam pelbagai keadaan dan pada masa yang sama menjamin keselamatan pengguna. Ujian ketahanan dilakukan untuk menilai kestabilan mekanikal sistem, termasuk keupayaannya menahan tekanan dan tegangan semasa operasi. Selain itu, ujian keselamatan pengguna dijalankan bagi mengenal pasti dan mengurangkan sebarang potensi risiko kecederaan semasa sistem digunakan. Pendekatan ini memastikan bahawa produk bukan sahaja tahan lama tetapi juga selamat untuk digunakan dalam situasi kecemasan.

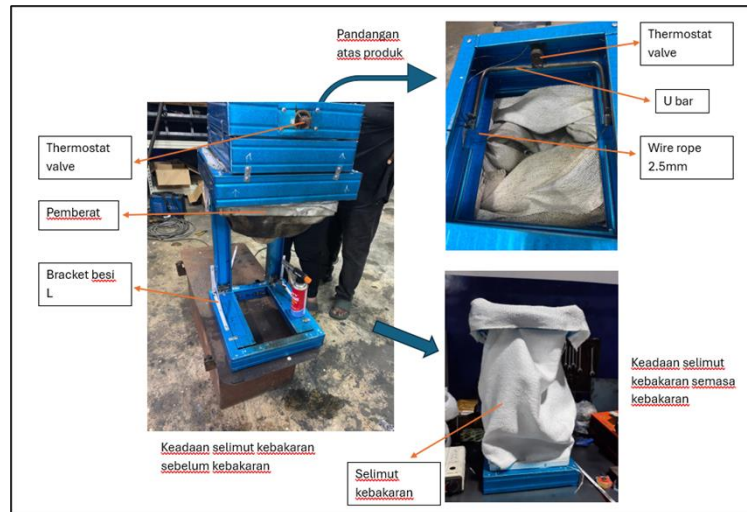
### 2.5 Analisis Data

Analisis data dijalankan berdasarkan hasil ujian yang telah dilaksanakan untuk menilai keberkesanan keseluruhan sistem. Data yang diperoleh dianalisis secara terperinci, termasuk masa tindak balas sistem dalam mengesan dan bertindak terhadap kebakaran, kadar pemadaman api yang dicapai, serta tahap keselamatan pengguna semasa operasi. Proses analisis ini memberikan gambaran yang jelas mengenai prestasi sistem, membantu mengenal pasti kekuatan dan kelemahan, serta memastikan sistem memenuhi keperluan keselamatan dan keberkesanan yang telah ditetapkan.

## 3. Analisis Data dan Perbincangan

Bab ini membincangkan data yang diperoleh, analisis yang dijalankan, dan keputusan yang dicapai untuk menilai keberkesanan serta fungsi reka bentuk yang telah dibangunkan. Selain itu, analisis ini dilakukan bagi menentukan sama ada kajian yang dijalankan berjaya mencapai objektif yang telah ditetapkan atau sebaliknya.

### 3.1 Produk yang Dihasilkan



**Rajah 6:** Produk yang Dihasilkan

Sistem pemadam kebakaran dapur ini dibangunkan dengan integrasi komponen utama untuk mencapai keberkesanan automatik tanpa campur tangan manusia. Sistem ini mengesan kebakaran dengan pantas menggunakan thermostat valve, yang mengaktifkan mekanisme pelepasan selimut kebakaran apabila suhu meningkat. Selimut tahan api dilepaskan secara automatik untuk menutup kawasan kebakaran dengan cekap, dibantu oleh mekanisme U-bar, wire rope, dan pemberat bagi memastikan penutupan yang tepat.

Struktur utama terdiri daripada rangka keluli lembut dan bracket L-besi, yang memberikan kestabilan serta ketahanan jangka panjang. Sistem ini direka bukan sahaja untuk keberkesanan operasi tetapi juga untuk keselamatan pengguna dan kemudahan penyelenggaraan, menjadikannya penyelesaian inovatif dalam meningkatkan keselamatan dapur, meminimumkan risiko kebakaran, dan mengurangkan kerugian harta benda.

### 3.2 Hasil Dapatan Perbandingan Mengikut Beban Api

Bahagian ini akan membandingkan keseluruhan parameter yang diukur berdasarkan kategori beban api untuk mendapatkan gambaran menyeluruh tentang prestasi sistem pemadaman dalam situasi berbeza. Terdapat pola jelas di mana peningkatan beban api berkorelasi dengan peningkatan masa respon dan masa pemadaman serta penurunan keberkesanan. Ini menunjukkan hubungan langsung antara jenis kebakaran dan prestasi sistem. Jadual 1 merangkumi data bagi semua parameter yang diukur.

**Jadual 1:** Parameter Simulasi Keadaan Sebenar (Single Stove)

Beban Api	Parameter yang Diukur	Bacaan 1	Bacaan 2	Bacaan 3	Purata Bacaan
Kecil	Masa respon sistem (min)	5.22	5.18	5.10	5.16
	Masa untuk memadamkan api (min)	15.55	15.45	15.50	15.50
	Keberkesanan pemadaman (% api dipadam)	95%	95%	95%	95%
Sederhana	Masa respon sistem (min)	3.33	3.11	3.26	3.23
	Masa untuk memadamkan api (min)	22.50	23.13	22.47	22.70
	Keberkesanan pemadaman (% api dipadam)	90%	90%	90%	90%
Besar	Masa respon sistem (min)	1.53	1.49	1.45	1.49
	Masa untuk memadamkan api (min)	30.16	31.25	30.14	30.51
	Keberkesanan pemadaman (% api dipadam)	85%	85%	85%	85%

Hasil simulasi menunjukkan prestasi sistem berbeza mengikut kategori beban api. Untuk beban kecil, sistem mencatat masa respons 5.16 minit dan keberkesanan pemadaman 95%, manakala beban sederhana mencatat masa respons 3.29 minit dengan keberkesanan 90%. Bagi beban besar, masa respons adalah terpantas (1.49 minit), tetapi keberkesanan menurun kepada 85%. Penemuan ini menyokong kajian terdahulu yang menunjukkan peningkatan beban api mempengaruhi masa pemadaman dan keberkesanan sistem [2].

Walaupun bagaimanapun, batasan seperti simulasi yang kurang kompleks dan bilangan bacaan terhad mempengaruhi generalisasi hasil. Penyelidikan lanjutan perlu memasukkan faktor seperti aliran udara dan tekanan sistem, selain meningkatkan bilangan bacaan untuk ketepatan yang lebih baik. Penemuan ini memberi panduan praktikal untuk meningkatkan prestasi sistem pemadaman api, terutamanya untuk kebakaran dengan beban api yang tinggi [4].

### 3.3 Analisis Data Tambahan

Dalam subtopik ini, analisis data yang diperoleh daripada ujian pengesanan haba, ujian ketahanan sistem, dan ujian keselamatan pengguna akan dibincangkan. Data ini memberikan maklumat penting mengenai prestasi dan keselamatan sistem pemadaman api dalam situasi kebakaran. Jadual 2 merangkumi data bagi ujian pengesanan haba, ketahanan sistem, dan keselamatan pengguna.

**Jadual 2:** Data Ujian Tambahan

Ujian	Bacaan 1	Bacaan 2	Bacaan 3
Pengesanan haba	71°C	73°C	72°C
Ketahanan sistem	Tiada kerosakan	Tompok hitam kecil	Tompok hitam besar
Keselamatan pengguna	Tiada risiko	Tiada risiko	Tiada risiko

Hasil kajian menunjukkan sistem pemadaman api mampu mengesan haba secara konsisten pada suhu antara 71°C hingga 73°C, memastikan pengaktifan yang tepat pada masa kebakaran. Sistem ini juga terbukti tahan terhadap haba tinggi dengan hanya menunjukkan tompok hitam kecil tanpa kerosakan serius, sementara ujian keselamatan menunjukkan tiada risiko kepada pengguna. Penemuan ini sejajar dengan kajian sebelumnya yang menekankan kepentingan pengesanan haba pantas dan ketahanan sistem dalam situasi kebakaran [2].

Namun, batasan seperti ujian dalam keadaan terkawal dan penilaian ketahanan subjektif menunjukkan perlunya simulasi yang lebih realistik dan pengukuran kerosakan yang lebih objektif. Penemuan ini menyokong peningkatan reka bentuk sistem pemadaman untuk memastikan prestasi tinggi dalam pelbagai situasi kebakaran yang lebih kompleks [4].

## 4. Kesimpulan

Kajian ini telah berjaya membangunkan dan menguji Sistem Selimut Kebakaran Automatik untuk meningkatkan keselamatan dapur domestik. Sistem ini direka untuk mengesan kebakaran secara automatik menggunakan sensor haba dan bertindak pantas dengan melepaskan selimut kebakaran, memadamkan api sebelum ia merebak. Hasil ujian menunjukkan sistem mampu memberikan masa tindak balas yang cepat, keberkesanan pemadaman yang tinggi, dan memastikan keselamatan pengguna dalam pelbagai senario kebakaran.

Walaupun sistem ini berfungsi dengan baik dalam keadaan simulasi, terdapat beberapa batasan yang dikenal pasti, seperti kekangan dalam pengujian terhadap pelbagai senario kebakaran yang lebih kompleks dan ketahanan sistem dalam jangka panjang. Oleh itu, kajian lanjutan disarankan untuk memperbaiki reka bentuk sistem, meningkatkan ketepatan pengesanan, dan memastikan daya tahan komponen dalam persekitaran sebenar.

Secara keseluruhannya, sistem ini menawarkan penyelesaian praktikal dan inovatif untuk mengurangkan risiko kebakaran di dapur, menyumbang kepada keselamatan harta benda dan kesejahteraan pengguna. Penemuan ini juga memberikan asas yang kukuh bagi penyelidikan masa hadapan dalam pembangunan sistem pemadaman kebakaran automatik.

## Penghargaan

Penulis ingin merakamkan ucapan terima kasih kepada Fakulti Teknologi Kejuruteraan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia atas sokongan yang diberikan.

## Konflik Kepentingan

Penulis mengumumkan bahawa tidak ada konflik kepentingan yang berkaitan dengan penerbitan makalah ini.

## Rujukan

- [1] JBPM, "statistik - PORTAL RASMI," Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia. Accessed: May 18, 2024. [Online]. Available: <https://www.bomba.gov.my/statistik/>
- [2] W. L. Hsu, J. Y. Jhuang, C. S. Huang, C. K. Liang, and Y. C. Shiau, "Application of Internet of Things in a kitchen fire prevention system," *Appl. Sci.*, vol. 9, no. 17, 2019, doi: 10.3390/app9173520.
- [3] Administrator GPN, "Daftar Alat Pemadam Api di Dapur," Kitchen FireTRAP System. Accessed: May 13, 2024. [Online]. Available: <https://firesolution.id/fire-solutions/kitchen-fire-trap-system/daftar-alat-pemadam-api-di-dapur>
- [4] V. F. Semarang, "Cara Memadamkan Api Kebakaran Kelas K (Minyak Goreng & Lemak) di Dapur - VINCI Fire Protection," 2 December 2020. Accessed: Jun. 02, 2024. [Online]. Available: <https://vincipemadam.com/cara-memadamkan-api-kebakaran-kelas-k-minyak-goreng-lemak-di-dapur/>
- [5] NFPA, "Home Electrical Fires," National Fire Protection Association.
- [6] Palcon, "Panduan Menyeluruh Tentang Selimut Api di Malaysia," LinkedIn. Accessed: May 13, 2024. [Online]. Available: <https://id.linkedin.com/pulse/panduan-menyeluruh-tentang-selimut-api-di-malaysia-fmlxc>