

**MENINGKATKAN KECEKAPAN FOTOVOLTAIK MENGGUNAKAN
KOMBINASI – TERMAL**

FARAH AYIESYA BT ZAINUDDIN

**Laporan ini dihantar
sebagai memenuhi syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal–Bendalir)
dengan Kepujian**

FAKULTI KEJURUTERAAN MEKANIKAL

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

2016

DEKLARASI

Saya mengakui bahawa laporan projek yang bertajuk “Meningkatkan kecekapan panel fotovoltaik panel menggunakan fotovoltaik kombinasi-termal” adalah hasil kerja saya sendiri kecuali petikan yang dipetik dalam rujukan.

Tandatangan :

Nama : FARAH AYIESYA BINTI ZAINUDDIN

Tarikh :

AKUAN PENYELIA

Saya mengakui bahawa saya telah membaca laporan ini dan pada pandangan saya laporan ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal–Bendalir)

Tandatangan :

Nama Penyelia : PROF MADYA JUHARI BIN AB RAZAK

Tarikh :

DEDIKASI

Khas kepada ibu bapa saya, penyelia, rakan-rakan dan ahli-ahli yang terlibat dalam menjayakan projek ini.

ABSTRAK

Solar fotovoltaik (PV) mempunyai potensi besar sebagai sumber penjaanaan tenaga elektrik. Peningkatan dalam sektor ekonomi boleh ditingkatkan sekiranya penggunaan tenaga ini dijadikan sumber tenaga elektrik yang utama. Namun, solar PV mempunyai kelemahannya yang tersendiri dimana kecekapannya akan berkurang sekiranya mendapat lebih haba daripada tenaga suria yang mana akan meningkatkan suhu solar PV. Tujuan penyelidikan ini dibuat bagi meningkatkan kecekapan solar PV dengan mereka cipta sistem termal pada solar PV. Apabila solar PV berada pada suhu yang optimum kecekapan solar PV menukarkan tenaga haba kepada tenaga elektrik berlaku secara konsisten. Objektif bagi laporan ini ialah mereka bentuk sistem haba bagi menyejukan panel fotovoltaik dan mengkaji sistem penyejukan ke atas solar fotovoltaik. Beberapa langkah dilaksanakan bagi menjayakan kajian ini. Pertamanya, membuat kajian perpustakaan agar informasi-informasi yang berguna boleh diperolehi. Kemudian, reka bentuk sistem termal perlu dihasilkan. Daripada reka bentuk ini proses simulasi perlu dilaksanakan bagi menganalisa sama ada sistem termal tersebut sesuai digunakan mahu pun tidak. Daripada keputusan simulasi, proses fabrikasi boleh dijalankan bagi menghasilkan prototaip sistem termal. Akhir sekali, data dikumpul bagi melihat keberkesanan sistem termal ini ke atas solar PV. Hasil pengumpulan data yang di buat didapati prototaip sistem termal ini tidak mampu menyejukan solar PV sehingga mencapai suhu yang optimum iaitu 33°C seperti yang dapat dilihat pada Rajah 4.9. Daripada keputusan data yang telah direkod suhu solar PV mampu mencapai sehingga 70°C . Namun beberapa cadangan penambahbaikan telah dikemukakan pada pengakhiran laporan penyelidikan ini. Disini boleh disimpulkan bahawa kecekapan solar PV menukarkan tenaga haba kepada tenaga elektrik berada pada tahap yang baik sekiranya solar PV mempunyai suhu yang rendah dan begitu juga sebaliknya.

ABSTRACT

Solar photovoltaic (PV) has great potential as a source of electricity generation. The increase in the economic sector can be improved if energy consumption is used as the main source of electrical energy. However, solar PV has its own weakness where efficiency will be reduced if there is a surplus of heat from solar energy, which will increase the temperature of solar PV. The purpose of this research is to improve the efficiency of solar PV system design with thermal solar PV. When solar PV is at a temperature that is optimal efficiency of solar PV converts thermal energy to electrical energy occurs consistently. The objectives of this report is to design a cooling thermal system for cooling and to study photovoltaic cooling system of solar photovoltaic. Steps must be taken to ensure the success of this study. Firstly, a study library so that useful information can be obtained. Then, the designs of thermal systems need to be generated. The design of the simulation process must be implemented to analyse whether the appropriate thermal system used nor not. From the simulation results, the fabrication process can be carried out to produce a prototype of a thermal system. Finally, collect the data to see the effectiveness of this system of thermal solar PV. From the results of data collection, prototype thermal system is not able to cool the solar PV to reach the optimum which is 33°C as can see in figure 4.9. From the result, the recorded temperature can reach until 70°C . However, some improvements are purposed at the end of this research report. It can be concluded that the efficiency of solar PV converts thermal energy into electrical energy is at a good level if solar PV have low temperatures and vice versa.

PENGHARGAAN

Alhamdulillah bersyukur ke hadrat ilahi dengan limpahan rahmat serta nikmat masa,nyawa dan tenaga yang dianugerahkan kepada saya dapat juga saya menyiapkan tesis ini dengan jayanya.

Pertamanya, saya ingin merakamkan ucapan penghargaan ini kepada penyelia saya Profesor Madya Juhari bin Ab.Razak dengan tunjuk ajar serta bimbingan daripadanya membuka ruang untuk saya menyiapkan tesis ini dengan jayanya.

Selain itu, saya juga ingin mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada kedua ibu bapa saya yang memberikan segala kemudahan dan sokongan moral yang tidak terhingga sehingga berjaya menamatkan kajian ini. Di kesempatan ini juga saya ingin mengucapkan terima kasih kepada Encik Asjufri bin Muhajir selaku penolong jurutera Universiti Teknikal Malaysia Melaka kerana banyak membantu saya memfabrikasi produk kajian saya. Pada masa yang sama, saya ingin merakamkan penghargaan kepada semua orang-orang yang melibatkan diri secara langsung dan secara tidak langsung semasa menyiapkan projek ini.

Seterusnya,saya ingin mengucapkan terima kasih kepada rakan-rakan saya kerana sedikit sebanyak mencurahkan nasihat berguna dan sokongan mereka yang memberikan saya kekuatan untuk menjalankan bagi dan mengatasi seluruh masalah bersekutu kepada projek ini.

Akhir sekali, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada panel -panel yang memberikan saya idea-idea bernas tentang bagaimana untuk memperbaiki aliran projek dan berkongsi pendapat.

ISI KANDUNGAN

BAB	KANDUNGAN	HALAMAN
	DEKLARASI	
	AKUAN PENYELIA	
	DEDIKASI	
	ABSTRAK	i
	ABSTRACT	ii
	PENGHARGAAN	iii
	ISI KANDUNGAN	iv
	SENARAI RAJAH	vi
	SENARAI JADUAL	ix
	SENARAI SINGKATAN	x
	SENARAI SIMBOL	xi
BAB 1	Pengenalan	1
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Kenyataan Masalah	3
	1.3 Hipotesis	4
	1.4 Soalan Penyelidikan	4
	1.5 Objektif	5
	1.6 Skop Projek	5
	1.7 Metodologi Umum	5
BAB 2	KAJIAN PERPUSTAKAAN	10
	2.1 Latar Belakang	10
	2.2 Solar Fotovoltaik(PV)	11
	2.3 Mekanisma Penjanaan Sel Solar	11
	2.4 Bahan dan Kecekapan Penyimpanan Haba	12

2.5	Pemindahan dan Penyimpanan Haba	12
2.6	Kajian Penyelidikan Terdahulu	14
2.7	Reka Bentuk Sistem Penyejukan solar PV	14
2.8	Penggunaan Bahan Membentuk Sistem Termal	23
BAB 3	METODOLOGI	29
3.1	Latar Belakang	29
3.2	Kajian dan Penyelidikan	29
3.3	Parameter Sistem Penyejukan	30
3.4	Pemodelan Matematik	32
3.5	Reka Bentuk (SolidWorks 2013)	38
3.6	Pengkomputeran Bendalir Dinamik(CFD)	39
3.7	Model Fabrikasi	43
3.8	Persediaan Eksperimen	44
3.9	Pengumpulan Data	45
3.10	Kesimpulan	46
BAB 4	KEPUTUSAN DAN ANALISIS	47
4.1	Pengenalan	47
4.2	Hasil Simulasi	47
4.2.1	Hasil Simulasi Reka Bentuk Aliran Ayunan	48
4.2.2	Hasil Simulasi Reka Bentuk Aliran Serpentine	50
4.3	Fabrikasi Prototaip dan Pengumpulan Data	53
4.3.1	Fabrikasi Prototaip	53
4.3.2	Pengumpulan Data	54
BAB 5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	61
	RUJUKAN	63

SENARAI RAJAH

RAJAH	TAJUK	HALAMAN
1.1	Purata suhu min Malaysia 2014 dan 2015	3
1.2	Purata suhu min Malaysia 2014 dan 2015	3
1.3	Carta alir metodologi	7
2.1	Nisbah prestasi purata dan jenis modil digunakan	12
2.2	Penciptaan filem air diatas modul PV dengan garis muncung	15
2.3	Pemindahan air dari pam ke permukaan solar PV	16
2.4	Perbandingan suhu sel modul PV konvensional vs modul PV dengan aliran air	16
2.5	Perbandingan kecekapan modul PV konvensional vs modul dengan aliran air	17
2.6	Perbandingan kuasa output PV	17
2.7	Skematik PV system	19
2.8	Rajah reka bentuk A,B,C paip penyejukan	20
2.9	Panel dengan penyejukan pegun (beg air).	22
2.10	Belakang panel PV bersama sirip aluminium	23
2.11	Pengumpul termal	24
3.1	Solar PV yang digunakan	30

3.2	Bahagian belakang solar PV	30
3.3	Saluran tembaga yang diletakkan pada bahagian belakang solar PV	31
3.4	Rajah skematik solar PV/T	32
3.5	Rajah skematik solar PV	33
3.6	Rajah skematik solar PV dan saluran tembaga	34
3.7	Gambar rajah skematik solar PV dan saluran tembaga serta ruang udara sekeliling	35
3.8	Reka bentuk aliran ayunan	38
3.9	Carta alir proses simulasi	39
3.10	Rajah skematik solar PV dengan sambungan peralatan	44
3.11	Solar PV dengan sambungan peralatan	48
4.1	Simulasi suhu statik bagi reka bentuk aliran ayunan	48
4.2	Simulasi suhu bagi reka bentuk aliran ayunan	48
4.3	Warna halaju vektor oleh halaju magnitud reka bentuk aliran ayunan	49
4.4	Halaju arus bagi reka bentuk aliran ayunan	49
4.5	Simulasi suhu statik bagi reka bentuk aliran serpentine	50
4.6	Simulasi suhu bagi reka bentuk aliran serpentine	50
4.7	Warna halaju vektor oleh halaju magnitude reka bentuk aliran serpentine	51
4.8	Halaju arus bagi reka bentuk aliran serpentine	51
4.9	Prototaip yang telah difabrikasi	54
4.10	Suhu solar PV hari pertama	54

4.11	Suhu solar PV hari kedua	55
4.12	Suhu solar PV /T hari pertama	55
4.13	Suhu solar PV /T hari kedua	56
4.14	Suhu solar PV /T hari ketiga	56
4.15	Suhu solar PV /T hari keempat	57
4.16	Suhu permukaan atas solar PV dan solar PV /T	57
4.17	Suhu permukaan bawah solar PV dan solar PV /T	58

SENARAI JADUAL

RAJAH	TAJUK	HALAMAN
1.1	Carta Gantt	8
2.1	Sifat logam pepejal	24
3.1	Set parameter fotovoltaiik	31
3.2	Set parameter tiub tembaga	32
3.3	Tetapan parameter simulasi geometri	39
3.4	Taburan suhu dan halaju air keluar dari tiub tembaga hasil simulasi	41
3.5	Komponen terlibat dalam pembinaan sistem termal	43
3.6	Taburan suhu pada solar PV dan tiub tembaga	46
4.1	Data yang diperolehi selepas proses simulasi	52

SENARAI SINGKATAN

PV	Fotovoltaik
CAD	Reka bentuk Bantuan Komputer
CFD	Pengkomputeran Dinamik Bendalir
UTeM	Universiti Teknikal Malaysia Melaka

SENARAI SIMBOL

ρ	=	Ketumpatan
A	=	Saiz
Q	=	Pemindahan haba
\dot{Q}	=	Kadar pemindahan haba
K	=	Konduksi termal
T	=	Suhu
m	=	Jisim
\dot{m}	=	Kadar alir jisim
x	=	Jarak
t	=	Ketebalan
Re	=	Nombor Reynolds
Pr	=	Nombor Prandtl
NTU	=	Nombor pemindahan unit
H	=	Pekali pemindahan haba
C_p	=	Haba tentu

BAB 1

Pengenalan

1.1 Latar Belakang

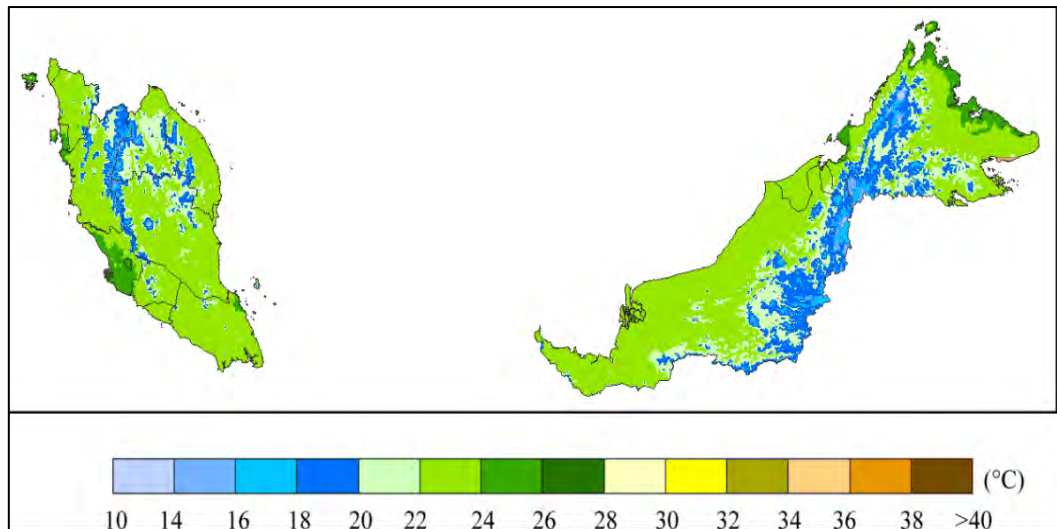
Antara teknologi tenaga boleh diperbaharui solar fotovoltaik (PV) dianggap menjadi pilihan yang tepat dan mempunyai potensi yang besar dimana menyediakan tenaga yang bersih dan hampir tidak ada kesan terhadap alam sekitar. Walau bagaimanapun, pada masa kini solar PV mempunyai tahap kecekapan yang agak rendah berbanding tahap kecekapan bahan api fosil konvensional (Chauhan et al., 2015).

Bagi meningkatkan daya maju ekonomi, kecekapan solar PV perlu ditingkatkan di samping mengekalkan atau mengurangkan kos pengeluaran. Penyelidik telah berusaha untuk meningkatkan kecekapan sel solar sejak awal 1960-an. Walaupun terdapat sejumlah besar penyelidikan dalam bidang ini, umumnya peningkatan panel solar yang boleh dikategorikan kepada tiga bidang utama iaitu pembangunan dengan mengoptimalkan tingkah laku semikonduktor, seperti sel-sel yang pelbagai lapisan, peningkatan band-struktur, bahan-bahan baru untuk sel-sel solar yang meningkatkan prestasi sel solar. Keduaanya, kaedah untuk meningkatkan serapan cahaya matahari dan memusatkan seperti tumpuan sel solar, pengesanan solar, memerangkap cahaya, pengoptimuman spektrum. Ketiga, kecekapan sel solar menjadi lebih baik pada suhu yang lebih rendah, usaha telah dibuat pada solar panel penyejukan. Pendekatan yang dicadangkan dalam kertas ini adalah berkaitan dengan konsep penyejukan sel (Wang, 2014).

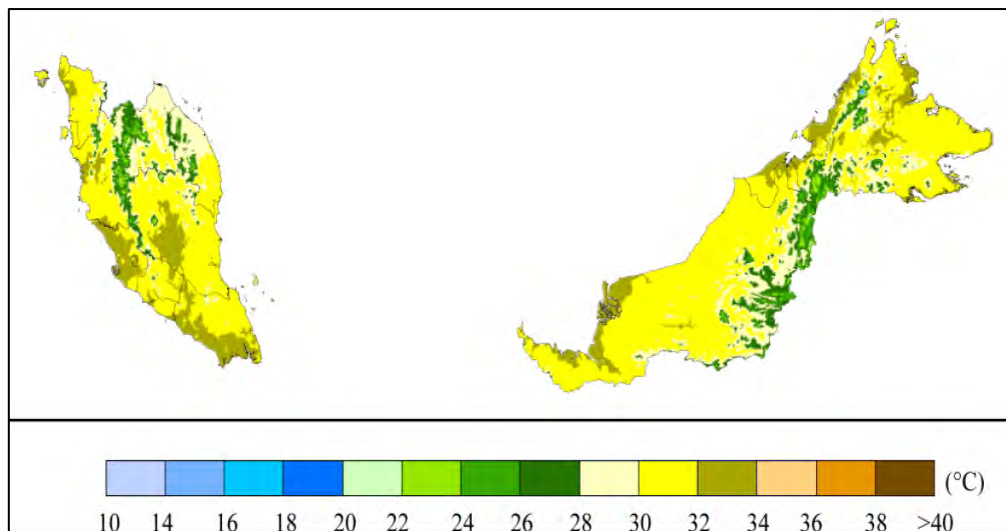
Tenaga yang dijana daripada panel suria fotovoltaik (PV) merupakan sumber tenaga yang bersih kerana ianya hanya menggunakan sinaran matahari bagi menghasilkan tenaga elektrik. Malaysia merupakan sebuah negara yang menerima banyak sinaran matahari disepanjang tahun, sebagai contoh Kawasan Lembah Kelang menerima sinaran matahari dengan kadar purata 3.5 jam sehari. Justeru itu, aplikasi sistem solar amat sesuai digunakan untuk menjana tenaga elektrik. Sebuah sistem berkuasa 4kW mampu menjana tenaga elektrik yang mencukupi untuk sebuah rumah bersaiz sederhana besar

Seperti yang dapat dilihat pada Rajah 1.1 dan Rajah 1.2, suhu minima di Malaysia dikebanyakan kawasan adalah diantara 20 °C sehingga 24°C. Manakala bagi suhu maksima di Malaysia pula adalah diantara 30°C sehingga 32°C dan mampu mencapai sehingga 34°C di sesetengah kawasan. Buat masa ini, tenaga suria tidak digunakan sebagai sumber tenaga utama kerana kadar penghasilan tenaganya rendah dan tidak ekonomik. Negara-negara khatulistiwa yang maju dari segi pengurusan ekonomi dan teknologi seperti Malaysia sepatutnya aktif dalam usaha menyelidik dan membangunkan janakuasa tenaga suria yang tinggi tahap penghasilan tenaganya.

Janakuasa tenaga suria yang efisien sekiranya dapat membekalkan tenaga untuk pasaran tempatan dan juga untuk dieksport ke negara-negara jiran. Di samping itu, sistem penjanaan tenaga suria mempunyai banyak kelebihan berbanding dengan sistem penjanaan tenaga lain seperti hidroelektrik, nuklear dan arang batu (Norul, 2001).



Rajah 1.1: Purata suhu minimum di Malaysia 2014 dan 2015 (Sumber: Met.gov.my, 2016).



Rajah 1.2: Purata suhu maksima di Malaysia 2014 dan 2015 (Sumber: Met.gov.my, 2016).

1.2 PENYATAAN MASALAH

Masalah utama solar PV ialah panel terlalu panas disebabkan lebih sinaran suria yang akan mengurangkan kecekapan sel solar. Kewujudan sistem penyejukan pada solar PV boleh memberi impak yang baik ke atas panel. Solar PV menjana tenaga elektrik dengan menerima cahaya matahari atau solar sinaran (Chauhan et al., 2015). Pendekatan

pada solar PV telah dilakukan dengan penambahan sistem penyejukan yang dipanggil sebagai sistem termal. Tujuan kajian ini adalah untuk menyejukkan sel solar bagi meningkatkan kecekapan tenaga elektrik dan menghasilkan tenaga haba. Apabila suhu panel fotovoltaik berada dalam keadaan optimum maka kecekapan solar PV akan bertambah. Masalah utama yang dihadapi oleh solar PV ialah apabila suhu permukaan solar PV melebihi suhu optimum ini menyebabkan pengurangan kecekapan panel fotovoltaik. Dengan adanya Hibrid Fotovoltaik/Termal (PV/T) sistem solar, dapat menyejukkan solar PV disamping cepat memerangkap haba. Sistem hibrid terdiri daripada solar PV bersama sistem penyejukan. Contoh agen penyejukan yang biasa digunakan ialah air atau udara yang mengelilingi panel fotovoltaik untuk menyejukkan sel-sel solar.

1.3 HIPOTESIS

Hipotesis bagi projek ini adalah seperti berikut:

1. Semakin meningkat suhu fotovoltaik panel semakin berkurang kecekapan fotovoltaik panel.
2. Kombinasi fotovoltaik panel bersama termal akan mengurangkan suhu panel suria.

1.4 SOALAN PENYELIDIKAN

1. Apakah reka bentuk sistem haba yang sesuai bagi menyejukkan panel fotovoltaik?
2. Apakah kesan yang berlaku sekiranya sistem penyejukan digabungkan bersama panel fotovoltaik?

1.5 OBJEKTIF

Objektif bagi projek ini adalah seperti berikut:

1. Untuk mereka bentuk sistem haba bagi menyejukkan panel fotovoltaik.
2. Untuk mengkaji kesan sistem penyejukan ke atas panel fotovoltaik.

1.6 SKOP PROJEK

Skop bagi projek ini adalah seperti berikut:

1. Untuk mereka bentuk sistem penyejukan menggunakan perisian Solidwork.
2. Untuk mensimulasikan sistem penyejukan menggunakan perisian Workbench.
3. Untuk fabrikasi sistem penyejukan ke atas panel fotovoltaik.
4. Untuk membandingkan hasil diantara simulasi dan kawalan kerja.

1.7 METODOLOGI UMUM

Antara tindakan yang perlu dijalankan untuk mencapai objektif dalam projek ini adalah seperti berikut:

1. Kajian perpustakaan
Jurnal, artikel, atau sebarang bahan yang berkaitan dengan projek yang dikaji.
2. Reka bentuk

Sistem penyejukan iaitu sistem termal direka. Reka bentuk sistem penyejukan ke atas fotovoltik panel dibuat dengan menggunakan perisian Solidwork. Reka bentuk yang sesuai dipilih untuk proses simulasi

3. Simulasi

Simulasi ke atas dua reka bentuk termal sistem dilakukan dengan menggunakan perisian ANSYS Workbench. Hasil simulasi terbaik dipilih untuk fabrikasi prototaip.

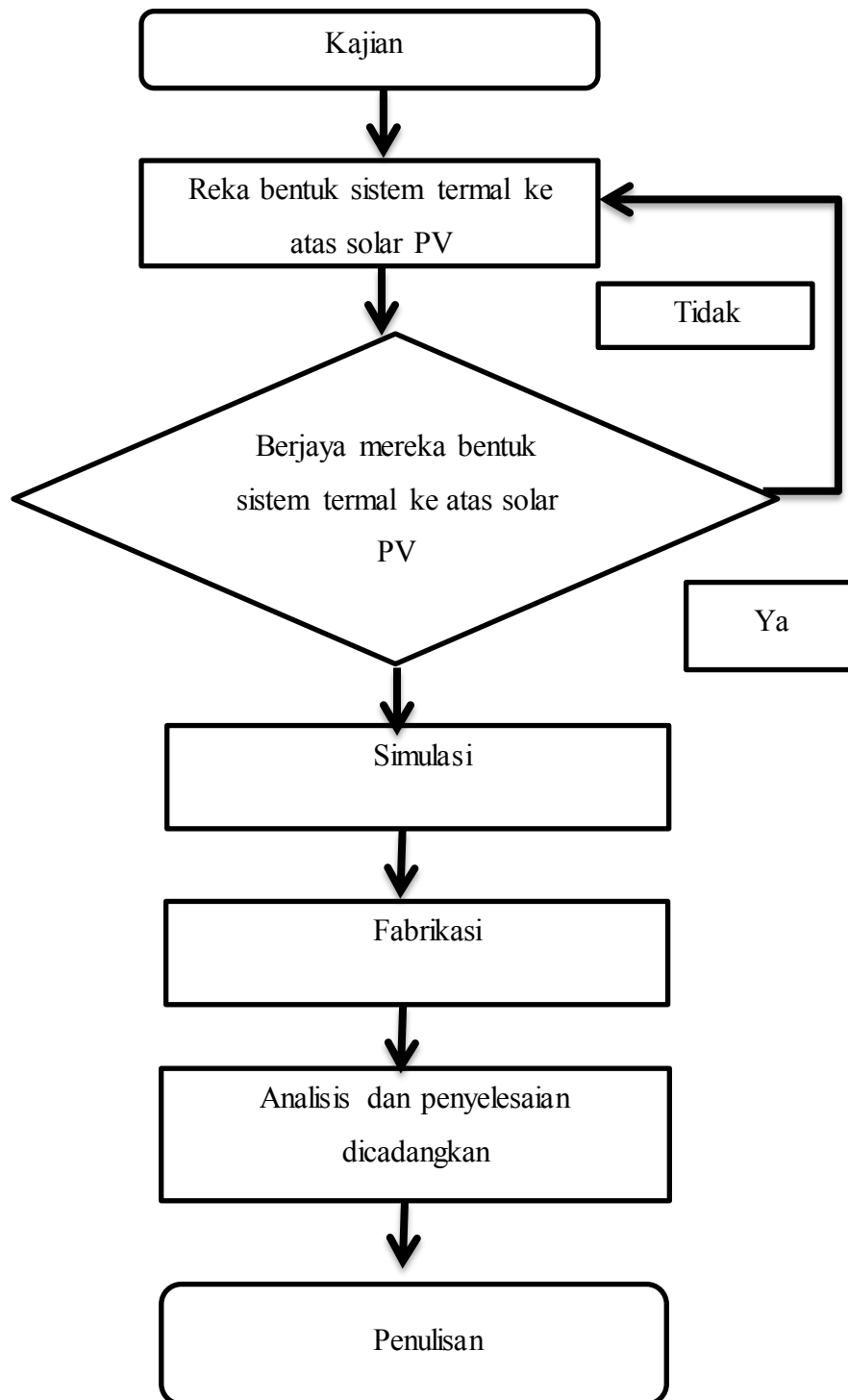
4. Fabrikasi

Prototaip projek dilaksanakan berdasarkan keputusan proses simulasi.

5. Analisis dan penyelesaian yang dicadangkan

Analisis dibentangkan berdasarkan bagaimana kecekapan fotovoltik panel boleh meningkat sekiranya fotovoltik-termal digunakan. Penyelesaian dicadangkan berdasarkan analisis dibuat.

Metodologi kajian dan carta Gantt telah diringkaskan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.3 dan Rajah 1.4.



Rajah 1.3: Carta Alir Metodologi.

Jadual 1.1: Carta Gantt.

AKTIVITI	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DISEMBER	JANUARI	FEBUARI	MAC	APRIL	MEI	JUN
TAKLIMAT PSM DAN SESI PERJUMPAAN BERSAMA PENYELIA										
MEMBUAT KAJIAN PERPUSTAKAAN.										
MENGHASILKAN BEBERAPA REKA BENTUK TERMAL SISTEM										

8

MEMBUAT SIMULASI KE ATAS BEBERAPA REKA BENTUK YANG TELAH DIHASILKAN										
MEMBUAT FABRIKASI PROJEK										
PENYEDIAAN DAM PENGHANTAR AN LAPORAN AKHIR										