

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk melaksanakan penelitian ini adalah metode simulasi dan metode studi lapangan. Metode simulasi digunakan untuk mendesain penerangan jalan umum (PJU) dan sistem hibrida yang digunakan untuk memasok energi listrik yang dibutuhkan PJU tersebut. Terlihat pada **Gambar 3.1** diagram alir yang dilakukan pada penelitian ini. Studi literatur dilakukan pada tahap awal untuk mendapatkan teori-teori yang diperlukan berupa data maupun informasi yang mendukung penelitian ini. Data yang dikumpulkan berupa materi-materi tentang penerangan jalan umum (PJU), sistem tenaga hibrida energi terbarukan, dan penerapannya untuk memasok kebutuhan listrik PJU, serta penggunaan *software DIALux* dan *HOMER*.

Kemudian pada tahap selanjutnya menentukan area studi penelitian. Hal tersebut dilakukan guna mendapatkan profil jalan yang dijadikan area studi, lalu menentukan parameter-parameternya sesuai dengan standar yang digunakan. Parameter-parameter tersebut diantara: batas luminasi, pemerataan luminasi, dan batas silau. Setelah itu, dilakukan perancangan pada perangkat lunak *DIALux* dengan memilih jenis lampu yang akan digunakan, tinggi tiang PJU, jarak antar tiang PJU, sudut lengan tiang PJU, jarak titik tengah lampu ke pinggir jalan, dan tipe penempatan tiang.

Jika semua parameter pada perancangan telah ditentukan, dapat dilakukan *running program*. *DIALux* akan memberi pilihan penempatan penerangan berdasarkan kombinasi parameter yang telah ditentukan, akan memberikan informasi PJU yang memenuhi standar, dan yang tidak sehingga perancang diharuskan untuk memilih. Langkah selanjutnya yakni pengambilan data atau informasi PJU yang telah dirancang.

Berdasarkan titik lampu yang dihasilkan pada perancangan sebelumnya, beban yang perlu di pasok dapat dihitung. Sebelum memasukan data beban yang perlu dipasang pada perangkat lunak *HOMER Energy*, perlu

Putri Angelyn Gunadi, 2018

**DESAIN OPTIMAL PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) BERBASIS ENERGI
TERBARUKAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK DIALUX DAN HOMER**

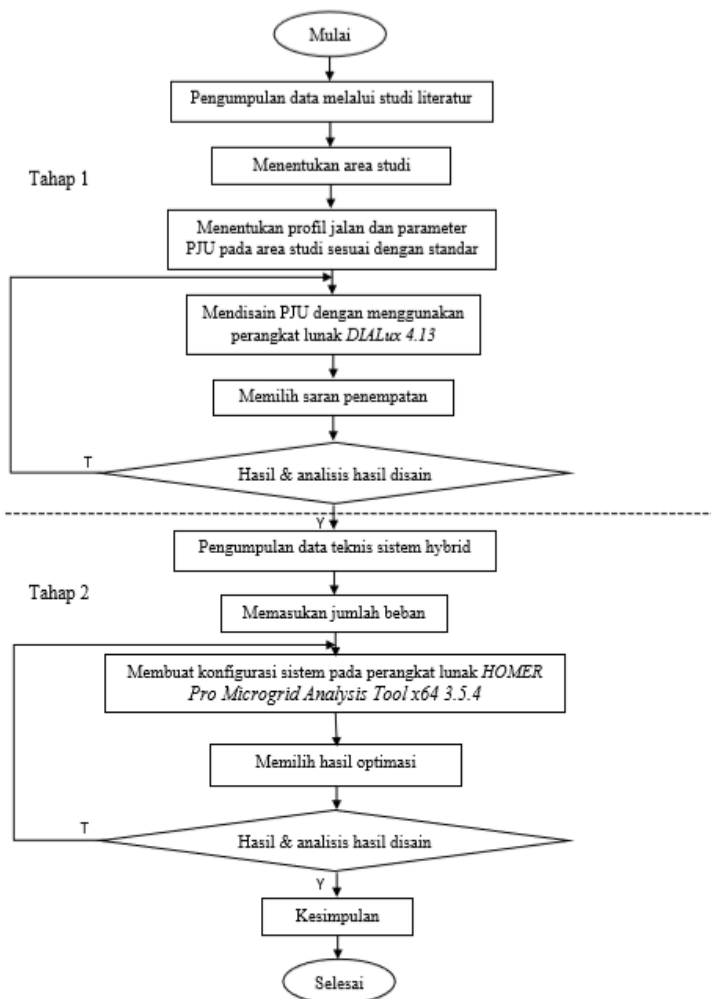
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |
perpustakaan.upi.edu

dikumpulkan data teknis system tenaga hibrida, data tersebut merupakan data kecepatan angin, dan intensitas matahari pada area studi. Apabila data tersebut telah didapatkan, data dimasukan pada perangkat lunak *HOMER Energy*. Selain itu, data teknis area studi penelitian juga dapat di unduh dari *NASA Surface and Solar* apabila tersedia, dan akan secara otomatis terinput pada perangkat lunak *HOMER Energy*.

Putri Angelyn Gunadi, 2018

***DESAIN OPTIMAL PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) BERBASIS ENERGI
TERBARUKAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK DIALUX DAN HOMER***

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |
perpustakaan.upi.edu



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Putri Angelyn Gunadi, 2018

DESAIN OPTIMAL PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) BERBASIS ENERGI
TERBARUKAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK DIALUX DAN HOMER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |
perpustakaan.upi.edu

Langkah selanjutnya, membuat konfigurasi sistem tenaga hibrida pada perangkat lunak *HOMER Energy* dengan menentukan komponen yang akan dipakai beserta spesifikasinya. Pada tahap tersebut *HOMER Energy* dapat memberikan informasi apabila konfigurasi yang dibuat kurang sesuai atau terjadi *error*. Apabila konfigurasi sistem telah sesuai, dilakukan *running program*. Terdapat beberapa hasil berisi biaya dan konfigurasi sistem yang muncul sehingga perancang diharuskan untuk memilih disain yang sesuai dan optimal. Dari masing-masing konfigurasi sistem yang dirancang dan dianggap optimal, dibuat analisisnya.

Tahap akhir dari penelitian ini adalah pengambilan kesimpulan berdasarkan tujuan dan rumusan masalah penelitian serta dari pembahasan dan analisis perancangan yang telah dibuat.

3.2 Desain Penerangan Jalan Umum Menggunakan DIALux 4.13

Pada penelitian ini digunakan dua jenis lampu pada desain penerangan jalan umum (PJU), yakni *Light Emitting Diode* (LED), dan *High Preasure Sodium* (SON). Adapun bentuk ril nya diperlihatkan masing-masing pada **Gambar 3.2** dan **Gambar 3.3**. Selain itu, standar yang digunakan pada desain penelitian ini terdapat dua buah, yakni SNI 7391:2008, dan *International Engineering Societe* (IES) Amerika. **Tabel 3.3**, dan **Tabel 3.4** memperlihatkan masing-masing dari standar tersebut.



Gambar 3.2 Lampu *Light Emitting Diode* (LED) merk Philips model BGP3535 T15 1xGRN 137-3S 740 DC
(Sumber: Lightning.philips, 2017)

Gambar 3.2 memperlihatkan jenis lampu yang akan digunakan pada perancangan skema 1. Lampu tersebut berjenis *Light Emitting Diode* (LED) merk Philips dengan model BGP3535 T15 1xGRN 137-3S 740 DC. Lampu

Putri Angelyn Gunadi, 2018

DESAIN OPTIMAL PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) BERBASIS ENERGI
TERBARUKAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK DIALUX DAN HOMER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |
perpustakaan.upi.edu

ini memiliki flux cahaya 14400 lm, dan besar daya yang dikonsumsi 103 watt. Manufaktur mengklaim bahwa umur pakai lampu tersebut mencapai 100000 jam, dan dapat beroperasi pada suhu -25°C sampai $+35^{\circ}\text{C}$. Lampu ini dapat diaplikasikan pada beberapa objek, seperti jalan tol, jalan raya arteri dalam kota maupun luar kota, jalan lokal, trotoar, dan lajur pesepeda. Akan digunakan tiga model lampu LED untuk perancangan, diantaranya BGP353 T45 1xGRN 72-2S/830 DM (lampu LED A); BGP353 T15 1xGRN 137-35/740 DC (lampu LED B); dan BGP352 T15 1xECO 156-3S/740 DC (lampu LED C). Spesifikasi dari ketiga lampu tersebut dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1 Spesifikasi lampu *Lighting Emitting Diode* (LED)
(Sumber: Philips Catalog, 2017)

Spesifikasi	Tipe/Model		
	(Lampu LED A) BGP353 T45 1xGRN 72- 2S/830 DM	(Lampu LED B) BGP353 T15 1xGRN 137- 35/740 DC	(Lampu LED C) BGP352 T15 1xECO 156- 3S/740 DC
Manufaktur	Philips	Philips	Philips
Jenis Lampu	LED	LED	LED
Tegangan Nominal	220-240 V AC, 50/60 Hz	220-240 V AC, 50/60 Hz	220-240 V AC, 50/60 Hz
Daya Listrik	72,3 W	103 W	129 W
Luminasi	7200 lm	14400 lm	16300 lm
Faktor Perbaikan	1	1	1

Gambar 3.3 memperlihatkan lampu yang akan digunakan pada perancangan skema 2. Lampu tersebut berjenis *High Pressure Sodium* (SON) merk Philips dengan model SGS253 GB 1xSON-TPP 150W OX P6, dan memiliki flux cahaya 17500 lumen, dan besar daya yang dikonsumsi 169 watt. Sama halnya dengan lampu jenis LED, jenis lampu ini dapat diaplikasikan pada jalan raya, atau objek umum luar ruangan lainnya. Lampu ini beroperasi pada tegangan 220-240 volt dengan frekuensi 50-60 hertz.

Putri Angelyn Gunadi, 2018

DESAIN OPTIMAL PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) BERBASIS ENERGI TERBARUKAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK DIALUX DAN HOMER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |
perpustakaan.upi.edu

Akan digunakan tiga model lampu SON untuk perancangan, diantaranya SGS252 1xSON-I-70W-CO OR P6 (lampu SON A); SGS352 1xSON-TPP 100W EB FX2 (lampu SON B); dan SGS253 GB 1xSON-TPP 150W OX P6 (lampu SON C). Spesifikasi dari tiga tipe lampu SON tersebut dapat dilihat pada **Tabel 3.2**.



Gambar 3.3 Lampu *High Pressure Sodium* (SON) merk PHILIPS SGS253 GB 1xSON-TPP150W OX P6
(Sumber: Lightning.philips, 2017)

Tabel 3.2 Spesifikasi lampu *High Pressure Sodium* (SON)
(Sumber: Philips Catalog, 2017)

Spesifikasi	Tipe/Model		
	(Lampu SON A) SGS252 1xSON-I-70W-CO OR P6	(Lampu SON B) SGS352 1xSON-TPP 100W EB FX2	(Lampu SON C) SGS253 GB 1xSON-TPP 150W OX P6
Manufaktur	Philips	Philips	Philips
Jenis Lampu	SON	SON	SON
Tegangan Nominal	220-240 V AC, 50/60 Hz	220-240 V AC, 50/60 Hz	220-240 V AC, 50/60 Hz
Daya Listrik	80 W	112 W	169 W
Luminasi	5600 lm	10700 lm	17500 lm
Faktor Perbaikan	1	1	1

Standar pencahayaan/penerangan merupakan parameter penting dalam perancangan. Pada perangkat lunak *DIALux* 4.13 tidak terdapat fitur parameter kuat cahaya iluminasi, maka parameter yang digunakan sebagai standar hanyalah luminasi dan kesilauan. **Tabel 3.3** memperlihatkan standar penerangan yang ada di Indonesia, yakni SNI 7391:2008.

Tabel 3.3 Standar penerangan SNI 7391:2008

Tipe Jalan	Iluminasi	Luminasi	Kesilauan
------------	-----------	----------	-----------

Putri Angelyn Gunadi, 2018

DESAIN OPTIMAL PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) BERBASIS ENERGI TERBARUKAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK DIALUX DAN HOMER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |
perpustakaan.upi.edu

	$E\bar{x}$ (lux)	Kemerataan (g1)	$L\bar{x}$ (cd/m^2)	Kemerataan		G	TI (%)
				Uo	Ui		
Jalan Lokal	2 - 5	0,10	0,50	0,40	0,50	4	20

Tabel 3.4 memperlihatkan parameter-parameter yang digunakan sebagai standar penerangan jalanan umum IES RP pada perancangan yang akan dilakukan. Dapat diketahui, jika standar maksimal kemerataan luminasi IES RP-08-14 United States lebih besar dibanding SNI.

Tabel 3.4 Standar penerangan IES United States

Tipe Jalan	Luminasi			Kesilauan	
	$L\bar{x}$ (cd/m^2)	Kemerataan		G	TI (%)
		Uo	Ui		
Jalan Lokal	0,50	0,40	0,60	4	15

3.3 Data Teknis Area Studi

Dalam studi ini, akan dirancang penerangan jalan umum pada Jalan Raya Bubujung, Ciheras, Tasikmalaya dimana pasokan listriknya akan dipenuhi oleh sistem hibrida dari beberapa energi terbarukan yang sudah dipilih, seperti diesel, matahari, dan angin lalu akan dipilih konfigurasi yang paling optimal.

Tabel 3.5 memuat data profil Jalan Bubujung, Kecamatan Ciheras, Tasikmalaya. Berdasarkan fungsi jalan yang tertera pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 7391:2008, ruas jalan tersebut tergolong pada tipe jalan lokal, sehingga tipe jalan seperti ini harus memiliki tingkat iluminasi 2 sampai 5 lux. Dengan memanfaatkan fitur pengukuran pada *google maps* seperti yang diperlihatkan oleh **Gambar 3.4**, maka di dapatkan data panjang jalan tersebut sepanjang 400 meter dengan lebar jalan 5 meter. Panjang jalan merupakan data penting dalam perancangan ini, karena data tersebut berpengaruh dalam penentuan banyaknya titik lampu.

Tabel 3.5 Data profil jalan Bubujung, Ciheras, Tasikmalaya

Nama ruas jalan

Bubujung

Putri Angelyn Gunadi, 2018

DESAIN OPTIMAL PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) BERBASIS ENERGI TERBARUKAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK DIALUX DAN HOMER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Tipe jalan	Jalan lokal
Ketentuan pencahayaan metode luminasi	0,5 Lumen
Panjang jalan	400 meter
Lebar jalan	5 meter
Lebar trotoar sisi kanan jalan	0 meter
Lebar trotoar sisi kiri jalan	0 meter
Sistem lalu lintas	Dua arah
Banyak lajur	Dua lajur



Gambar 3.4 Peta jalan Bubung, Ciheras, Tasikmalaya
(Sumber: Google Maps, 2017)

Dalam desain konfigurasi sistem tenaga hibrida energi terbarukan, data yang digunakan merupakan data sekunder yang diambil dari berbagai sumber berbeda yang disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing energi. Radiasi matahari harian sebagai sumber daya *photovoltaic*, dapat diperoleh dari NASA Surface Meteorology and Solar. *Database* tersebut diperoleh dengan menentukan secara langsung letak geografis area studi kasus, atau dengan cara melakukan studi lapangan untuk mendapatkan data pengukuran tersebut.

Tabel 3.6 menunjukkan data rata-rata radiasi normal langsung bulanan. Dari data tersebut, dapat diketahui rata-rata tahunan dari radiasi harian adalah sebesar $4,89 \text{ kWh/m}^2$ per hari. Dari data tersebut juga dapat disimpulkan jika tingkat kecerahan matahari terbesar berada pada bulan April sampai dengan bulan Oktober yang mana diketahui pada bulan tersebut Indonesia sedang mengalami musim kemarau.

Tabel 3.6 Data rata-rata bulanan radiasi normal langsung tahun 2017 pada jalan Bubung, Ciheras, Tasikmalaya

Putri Angelyn Gunadi, 2018

DESAIN OPTIMAL PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) BERBASIS ENERGI TERBARUKAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK DIALUX DAN HOMER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

(Sumber: Lentera angin nusantara, 2017)

Bulan	Clearness Index	Radiasi Matahari (kWh/m ² /hari)
Januari	0,423	4,50
Februari	0,434	4,69
Maret	0,465	4,89
April	0,495	4,83
Mei	0,547	4,86
Juni	0,556	4,67
Juli	0,572	4,91
Agustus	0,566	5,28
September	0,534	5,43
Oktober	0,485	5,17
November	0,428	4,60
Desember	0,450	4,83

Sama halnya dengan sumber daya angin, kecepatan angin harian digunakan sebagai sumber daya angin yang diperoleh dari studi literatur pada Lentera Angin Nusantara yang terletak di desa Ciheras.

Tabel 3.7 menunjukan data rata-rata kecepatan angin bulanan pada 10 m diatas permukaan bumi. Dari data tersebut, dapat diketahui rata-rata tahunan dari kecepatan angin yaitu 4,58 m/s. Kecepatan angin tertinggi dapat diketahui dari data tersebut yakni berada pada bulan Mei sampai dengan Oktober.

Tabel 3.7 Data rata-rata bulanan kecepatan angin pada 10 meter di atas permukaan bumi tahun 2017 pada desa Ciheras, Tasikmalaya
(Sumber: Lentera angin nusantara, 2017)

Bulan	Kecepatan Angin (m/s)
Januari	3,93
Februari	4,00
Maret	3,32
April	3,72
Mei	4,80
Juni	5,25
Juli	6,09
Agustus	6,15
September	5,91
Oktober	4,70

Putri Angelyn Gunadi, 2018

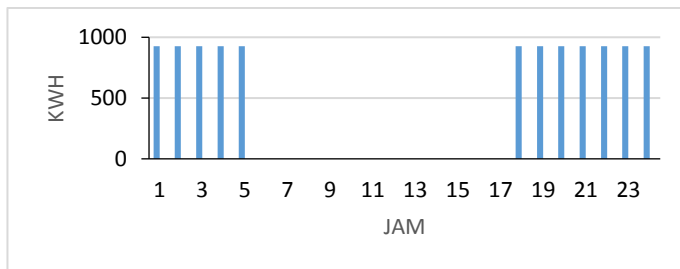
DESAIN OPTIMAL PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) BERBASIS ENERGI TERBARUKAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK DIALUX DAN HOMER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |
perpustakaan.upi.edu

November
Desember

3,93
3,17

Akan dibangun sejumlah lampu penerangan jalan umum pada area studi kasus sebagai penerangan utama bagi pengguna jalan. Pemenuhan pasokan listrik lampu penerangan jalan tersebut akan dikelola secara mandiri dengan sistem hibrida dari energi terbarukan yang dirasa paling optimal. Lampu penerangan ini akan menerangi Jalan Raya Bubujung, Ciheras, Tasikmalaya sepanjang 400 meter dengan waktu penyalaan lampu dari pukul 18:00 WIB sampai pukul 06:00 WIB. Melalui beberapa asumsi, maka didapatkan profil beban harian dari penerangan jalan umum pada Jalan Raya Bubujung seperti yang tertera pada **Gambar 3.5**.



Gambar 3.5 Grafik Profil beban harian PJU

3.4 Perangkat Penunjang Penelitian

Untuk menghasilkan hasil yang baik dan memudahkan proses dan penyusunan laporan penelitian ini, maka dibutuhkan perangkat keras dan perangkat lunak yang relevan. Perangkat keras penunjang penelitian ini adalah satu buah *laptop* merk Asus dengan spesifikasi *Operating Sistem Windows 10 64-bit; Processor Intel Core i3 -500SU CPU @ 2.00 GHz (4CPUs); Memory 4GB RAM*. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan adalah *DIALux 4.13, HOMER Pro Microgrid Analysis Tool x64 3.5.4, Microsoft Office Word 2016, Microsoft Office Excel 2016, Mendeley Desktop ver. 1.15.3*.

Putri Angelyn Gunadi, 2018

DESAIN OPTIMAL PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) BERBASIS ENERGI TERBARUKAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK DIALUX DAN HOMER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |
perpustakaan.upi.edu

Putri Angelyn Gunadi, 2018

*DESAIN OPTIMAL PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) BERBASIS ENERGI
TERBARUKAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK DIALUX DAN HOMER*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |
perpustakaan.upi.edu