

## **BAB II**

### **SPESIFIKASI**

#### **2.1. Pengantar**

##### **2.1.1. Ringkasan Isi Dokumen**

Dokumen ini mendeskripsikan penerapan *design and prototype* sistem "Inkubator Bayi Tenaga Surya dengan IoT untuk Daerah Tertinggal dan Bencana," yang mencakup latar belakang, tujuan produk, nilai komersial, dan kebutuhan komunitas. Dokumen ini juga merinci rencana pengembangan produk, termasuk langkah-langkah pengembangan terkait penggunaan sumber daya yang diperlukan, perkiraan biaya, durasi, dan pihak-pihak yang terlibat dalam proses pengembangan produk.

##### **2.1.2. Tujuan Penulisan dan Aplikasi/Kegunaan Dokumen**

Dokumen ini disusun guna mendeskripsikan gagasan dan konsep utama dari proyek "Inkubator Bayi Tenaga Surya dengan IoT untuk Daerah Tertinggal dan Bencana". Dokumen ini menyajikan ringkasan mengenai konteks, ide dasar, manfaat, dan proses pengembangan produk untuk memberikan wawasan kepada pihak-pihak yang terlibat dalam proyek. Berikut adalah beberapa sasaran dari penulisan proyek:

1. Pengembangan Inkubator Bayi yang menggunakan tegangan dan arus DC dari panel surya yang dilengkapi dengan SCC (*Solar Charge Controller*) untuk mengatur arus yang dialirkan dari PV (*Photovoltaic*) dan baterai menuju ke beban. Pada bagian Inkubator Bayi terdapat sensor pendeteksi suhu dan kelembaban pada inkubator untuk kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk mengontrol arus yang dialirkan menuju pemanas.
2. Inkubator bayi pada proyek ini menggunakan tegangan dan arus DC (Direct Current) dari panel surya dengan baterai sebagai penyimpanan, memastikan pengoperasian alat secara mandiri di daerah tertinggal dan bencana dengan akses listrik yang terbatas.
3. Pengembangan Inkubator Bayi yang menggunakan tegangan dan arus DC dari panel surya yang dilengkapi dengan Solar Charge Controller untuk

mengatur arus yang dialirkan dari PV dan baterai menuju ke beban. Pada bagian Inkubator Bayi terdapat Sensor DHT22, Sensor Load Cell, Sensor AD8232, dan Sensor SEN0114 untuk kemudian diproses oleh mikrokontroler ESP32 DEVKITC V1 untuk mengontrol arus yang dialirkan menuju pemanas.

## **2.2. Spesifikasi**

### **2.2.1. Definisi, Fungsi dan Spesifikasi**

Banyak rumah sakit dan klinik masih mengandalkan Inkubator Bayi konvensional yang masih menggunakan sumber listrik dari PLN. Namun alat tersebut tingkat fleksibilitas dan efisiensi yang rendah. Hal tersebut dikarenakan rata-rata di daerah tertinggal maupun bencana alam yang sangat membutuhkan alat medis tersebut menjadi terkendala.

Dengan memanfaatkan inkubator yang dipadukan dengan sistem PLTS Of-Grid yang tidak terhubung ke jaringan, tantangan tersebut dapat diselesaikan. Dalam proyek ini, inkubator bayi bertenaga surya PV dirancang agar mudah dioperasikan, dengan biaya yang cukup terjangkau dan dapat digunakan dalam beragam situasi.

Komponen-komponen utama dalam kombinasi sistem tersebut melibatkan berbagai sensor, kontroler, aktuator. Pada sistem PLTS Off-Grid menggunakan Panel Surya dengan basis tegangan 12 V yang mampu menghasilkan daya maksimal sebesar 100 Wp. Selain itu, terdapat baterai dengan kemampuan 35 Ah yang menyimpan tenaga listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Sistem tersebut dikombinasikan dengan Solar Charge Controller untuk mengontrol proses pengisian baterai dan supply menuju beban.

Pada Inkubator Bayi terdapat beberapa sensor, mikrokontroler, dan aktuator yang digunakan. Sensor dalam sistem ini adalah sensor DHT22, yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan dalam inkubator bayi. Sensor tersebut dapat bekerja dari -40 sampai 80 Celcius dimana memiliki tingkat akurasi sebesar +-2% untuk mendeteksi kelembapan dengan tingkat resolusi sebesar 0.1% dan +-0.5 Celcius untuk mendeteksi suhu dengan tingkat resolusi sebesar 0.1 Celcius. Sensor tersebut dapat mendeteksi setiap 2 detik dimana outputnya adalah sinyal digital yang dapat diproses oleh mikrokontroler.

Kemudian terdapat ECG Sensor AD8232 untuk mendeteksi detak jantung pada bayi didalam inkubator. Sensor tersebut dapat bekerja di tegangan 3V. Load Cell Sensor untuk mendeteksi berat badan pada bayi secara real-time dan Soil Moisture Sensor SEN0193 berfungsi untuk mendeteksi tingkat kelembaban tempat tidur bayi. Sensor tersebut dapat bekerja pada tegangan 3.3V atau 5V yang mengeluarkan sinyal analog dengan tegangan dari 0 hingga 4.2V dan arus sebesar 35mA. Sensor SEN0114 dapat mendeteksi tingkat kelembaban dengan beberapa parameter. Parameter dry soil atau kering memiliki rentang nilai 0 sampai 300, parameter humid soil atau lembab di rentang nilai 300 sampai 700, dan parameter in water atau basah di rentang nilai 700 sampai 950.

Sensor-sensor tersebut dikontrol menggunakan mikrontroler ESP32 DEVKIT V1 yang dilengkapi wifi dan bluetooth. Komponen tersebut memungkinkan untuk dapat digunakan sebagai sistem monitoring suhu, kelembaban, detak jantung yang dikirim ke perangkat pengguna secara wireless. ESP32 tersebut memiliki 38 pin dengan 32 pin berlaku sebagai GPIO.

Tabel 2.1 Daftar Standar Kualitas Inkubator dan PLTS

No.	Parameter	Satuan	Ambang Batas Kerja
1.	Parameter Aspek Kesehatan		
	A. Parameter Organ Bayi		
	1) Detak Jantung	BPM	100 - 140
	2) Suhu	°C	33 - 35
	3) Kelembaban	RH	35% - 80%
4) Berat Badan	Kg	2,5 - 4	
2.	Parameter Komponen		
	A. Parameter PLTS		
	1) Baterai	V	12
		Ah	35
	2) Panel Surya	V	17,2
A		5,78	
WP		100	

B. Parameter Sensor		
1) DHT22	°C	-40 - 80
	RH	0% - 100%
2) AD8232	BPM	30 - 160
3) Load Cell	Kg	0 - 10
4) Soil Moisture Sensor	RH	0% - 100%

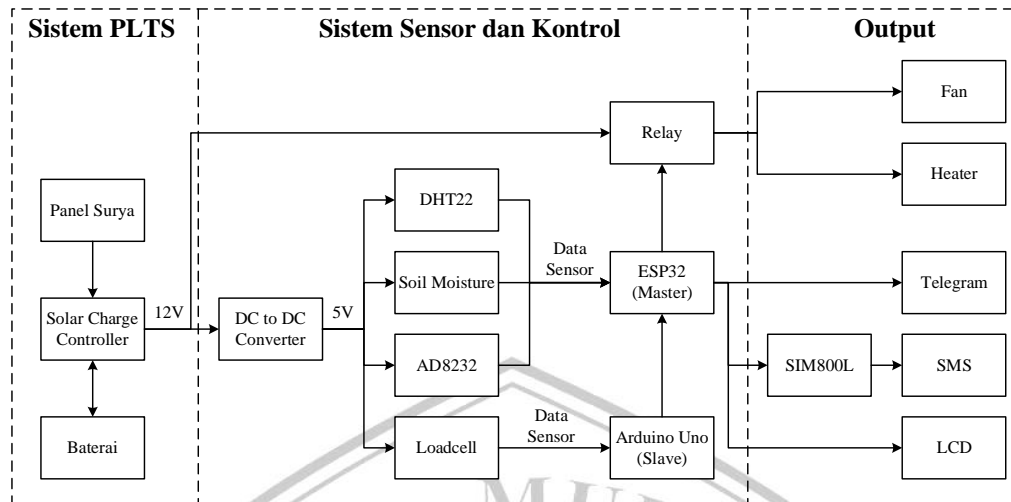
Data parameter pada penelitian ini didapatkan dari beberapa sumber dimana terdapat 2 data parameter yaitu parameter untuk organ bayi dan parameter yang berhubungan dengan komponen dan output sensor. Pada parameter organ bayi dibagi menjadi beberapa data. Berdasarkan data dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Bayi Baru Lahir (neonatu) berusia 0-28 hari dengan kondisi normal memiliki berat badan lahir 2,5 – 4 kg dengan suhu badan normal 36,5 – 37,5°C pada pengecekan suhu ketiak (Kemenkes RI, 2022).

Sedangkan pada parameter untuk sistem PLTS terdapat 2 komponen penting yaitu Panel Surya dan Baterai dimana dalam hal ini menggunakan basis tegangan 12 V. Pada produk yang akan dirancang hanya sebatas prototype, maka Panel Surya yang akan digunakan memiliki kapasitas 100 Wp dengan tegangan maksimal yang dikeluarkan sebesar 17,2 V dan arus maksimal mencapai 5,78 A. Untuk menyimpan tegangan yang dihasilkan oleh Panel Surya tersebut dibutuhkan Baterai yang memiliki kapasitas sebesar 40 Ah dengan tegangan yang sama. Pada data parameter sensor diatas mengacu pada data output menyesuaikan dengan data parameter bayi kondisi normal yang akan digunakan sebagai monitoring kondisi bayi di dalam ruang inkubator.

## 2.3. Desain

### 2.3.1. Spesifikasi Fungsi dan Performansi

Bab ini menjelaskan tentang diagram blok yang menggambarkan bagian-bagian dari alat dan bagaimana alat tersebut berfungsi, serta rincian dari setiap komponen. Contohnya, di bawah ini terdapat penjelasan produk yang dilengkapi dengan diagram blok dan detail untuk setiap bagiannya.



Gambar 2.1 Diagram Blok Sistem Keseluruhan

Pada dasarnya, prinsip kerja dari Inkubator Bayi Tenaga Surya dengan IoT memiliki 3 bagian kerja yaitu, sumber, proses, dan output. Pada bagian sumber terdapat panel surya yang berfungsi untuk mengubah energi matahari menjadi listrik yang kemudian disimpan di baterai melalui kontrol dari Solar Charge Controller menuju relay. Pada bagian proses terdapat beberapa sensor yang terhubung dengan ESP32 DEVKITC V1 dimana seluruh data yang dideteksi oleh sensor tersebut akan diproses oleh ESP32 DEVKIT V1 sesuai range yang telah ditentukan. Pada sistem tersebut yang paling mempengaruhi kerja hardware dibagian output adalah sensor DHT22 dimana ketika sensor tersebut mendeteksi kondisi yang tidak sesuai dengan parameter kondisi normal maka ESP32 DEVKITC V1 akan mengirimkan *trigger* sinyal menuju relay untuk menghubungkan tegangan dari SCC menuju pemanas dan kipas yang berlaku sebagai beban. Sehingga dalam hal ini relay berfungsi sebagai penghubung serta saklar otomatis untuk mengontrol kerja dari pemanas dan kipas sesuai trigger dari ESP32 DEVKITC V1.

### 2.3.2. Spesifikasi Fisik dan Lingkungan

Inkubator tenaga surya yang terintegrasi dengan IoT adalah perpaduan antara pembangkit listrik tenaga matahari yang menerapkan desain penyediaan energi terpusat yang tidak tergantung pada jaringan listrik. Pembangkit listrik tenaga matahari yang tidak terhubung ke jaringan adalah sistem yang hanya mengandalkan panel surya dan baterai sebagai sumber utama untuk menyuplai energi pada beban, tanpa terhubung dengan jaringan utilitas. Sistem ini

digabungkan dengan inkubator bayi yang berbasis pada *Internet of Things* (IoT). Perangkat ini memiliki komponen seperti sensor, pengendali, dan output. Produk dari sistem inkubator bayi tenaga matahari dengan IoT harus mampu berfungsi dengan baik dan optimal dalam mengelola kebutuhan bayi. Sasaran pasar untuk produk dari sistem ini adalah bayi atau anak kecil yang terdampak bencana alam. Rincian spesifikasi produk dapat dilihat dalam Tabel 2.1 yang mencakup Spesifikasi Kinerja Produk.

## **2.4. Verifikasi**

Subbagian ini menguraikan langkah-langkah serta tahap-tahap dalam pengujian, analisis toleransi, dan pengujian kehandalan sebagai berikut:

### **2.4.1. Prosedur Pengujian**

Proses pengujian yang dilakukan adalah pengujian terhadap kualitas produk. Langkah – langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. PLTS Off-Grid

Cara verifikasi: Verifikasi kinerja dari sistem Panel Surya dengan kapasitas 100Wp dengan cara melakukan pengujian keluaran tegangan dan arus Panel Surya pada saat pagi sampai sore serta pada kondisi cerah, mendung dan hujan. Sedangkan untuk Baterai dan Solar Charge Controller dilakukan verifikasi kinerja dengan menguji proses switching antara Panel Surya dengan Baterai untuk suplai menuju beban.

2. Sistem Instrumentasi

Cara verifikasi: Verifikasi kinerja pengambilan data sensor DHT22 yang berfungsi untuk mendeteksi kelembaban dan suhu ruangan inkubator bayi, Sensor AD8232 untuk mendeteksi detak jantung bayi, Load Cell Sensor untuk mendeteksi berat badan bayi, dan sensor SEN0193 untuk mendeteksi tingkat kelembaban tempat tidur bayi didalam Inkubator secara real-time. Proses pengujian pada sensor-sensor tersebut adalah dengan melakukan kalibrasi sensor dan menentukan parameter nilai yang dibutuhkan melalui program untuk kemudian dapat di proses oleh ESP32 sebagai kontroler..

3. Sistem Kontroler

Cara verifikasi: Verifikasi kinerja ESP32 DEVKIT V1 sebagai kontroler menggunakan program Arduino IDE, dimana keluaran dari ESP32

digunakan untuk mentrigger relay menuju beban. Selain itu, keluaran dari ESP32 juga dihubungkan ke LCD 20x4 dan Telegram sebagai monitoring kondisi bayi di dalam inkubator secara real-time.

#### 2.4.2. Analisis Toleransi

Komponen yang paling krusial dalam sistem PLTS adalah panel surya dan baterai. Keduanya sangat penting sebagai sumber utama untuk keseluruhan sistem inkubator bayi, terutama di daerah terpencil atau saat terjadi bencana yang menyulitkan akses ke jaringan listrik PLN. Salah satu elemen paling vital dalam sistem inkubator adalah sensor DHT22, yang memberikan data tentang suhu dan kelembapan di dalam inkubator. Batas toleransi suhu untuk inkubator bayi prematur adalah antara 36,5–37,5°C, sedangkan tingkat kelembapan yang ideal adalah 40–60%. Jika nilai toleransi ini terlampaui, tindakan pengendalian harus segera diambil.

#### 2.4.3. Pengujian Keandalan

Pengujian keandalan bertujuan untuk mengevaluasi daya tahan perangkat guna memastikan bahwa spesifikasi yang ditetapkan terpenuhi, baik dari segi karakteristik fisik, perlindungan lingkungan, maupun kehandalan sistem.

#### 2.5. Biaya dan Jadwal

Perancangan Inkubator Bayi Tenaga Surya dengan IoT membutuhkan biaya sebagai berikut:

Tabel 2.2 Biaya Produksi

No.	Komponen	Harga	Jumlah	Total
1.	Panel Surya 12V 100WP	Rp1.200.000	1 buah	Rp1.200.000
2.	Baterai 12V 35Ah	Rp890.000	1 buah	Rp890.000
3.	SCC PWM 20A	Rp65.000	1 buah	Rp65.000
4.	MCB DC 2P TOMZN 10A	Rp45.000	2 buah	Rp90.000
5.	ESP32 DEVKITC V1	Rp70.000	1 buah	Rp70.000
6.	Arduino Uno R3	Rp70.000	1 buah	Rp70.000
7.	Sensor DHT22	Rp30.000	1 buah	Rp30.000
8.	Sensor AD8232	Rp80.000	1 buah	Rp80.000
9.	Load Cell Sensor	Rp25.000	1 buah	Rp25.000

10.	Modul ADC HX711	RP41.000	1 buah	Rp41.000
11.	Capacitive Soil Moisture Sensor	Rp60.000	1 buah	Rp60.000
12.	SIM800L	Rp65.000	1 buah	Rp65.000
13.	PTC Air Heater 12V 100W	Rp71.000	2 buah	Rp142.000
14.	DC to DC Converter	Rp17.500	1 buah	Rp17.500
15.	Modul LCD 4x20	Rp75.000	1 buah	Rp75.000
16.	Fan 12V 9cm x 9cm	Rp16.000	2 buah	Rp32.000
17.	Relay SPDT 2-channel	Rp30.000	1 buah	Rp30.000
18.	Kabel NYAF 0.5mm	Rp2.000	20 m	Rp40.000
19.	Kabel NYAF 0.75mm	Rp3.000	10 m	Rp30.000
20.	Kabel NYAF 4mm	Rp15.000	10 m	Rp150.000
21.	Kabel Jack 3.5mm	Rp19.000	1 buah	Rp19.000
22.	Header Female 1x40	Rp2.500	5 buah	Rp12.500
23.	Kabel Duct TC 1	Rp6.000	3 lonjor	Rp18.000
24.	Kabel Duct TC 4	Rp9.000	1 lonjor	Rp9.000
25.	Spacer 6x16mm	Rp1.800	4 buah	Rp7.200
26.	DIN Rail 10cm	Rp3.500	1 buah	Rp3.500
27.	LED 12V 2.5W	Rp1.600	3 buah	Rp4.800
28.	Safety Lock	Rp10.500	2 buah	Rp21.000
29.	Engsel Akrilik	Rp3.000	2 buah	Rp6.000
30.	Tarikan Laci Akrilik	Rp10.000	1 buah	Rp10.000
31.	Rangkaian PCB	Rp75.000	1 buah	Rp150.000
32.	Jasa Pembuatan Rangka Inkubator	Rp2.600.00	1 paket	Rp2.600.000
<b>Total</b>				<b>Rp6.063.500</b>

Biaya diatas sudah disesuaikan dengan dokumen C100. Adapun total biaya yang dibutuhkan untuk kebutuhan Research and Development serta pembuatan produk secara penuh adalah sebesar Rp6.063.500. Pada pengerjaan proyek ini, terdapat pembagian jadwal untuk seluruh anggota kelompok seperti pada tabel dibawah:

Tabel 2.3 Jadwal Penelitian

No.	Kegiatan	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep
1.	Studi Literatur					
2.	Spesifikasi					
3.	Pembuatan Desain <i>Prototype</i>					
4.	Riset dan Pengujian Alat					
5.	Evaluasi					
6.	Dokumentasi					

Tabel 2.4 Jadwal Pengerjaan Proyek

No.	Kegiatan	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep
1.	Pembelian Komponen					
2.	Pengujian Alat					
3.	Finishing					
4.	Dokumentasi					