

BAB II SPESIFIKASI

2.1 Pengantar

2.1.1 Ringkasan Isi Dokumen

Dokumen ini menyajikan perencanaan desain sistem untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) dengan menggunakan *Improvement Power Control For Generator* (IMPOSTER). IMPOSTER berperan sebagai solusi untuk masalah umum yang dialami dalam pembangkit, terutama PLTMH, yang sering kali hanya dilengkapi dengan sistem kontrol sederhana yang tidak mampu menghasilkan daya listrik sesuai standar kualitas. Penyebab utamanya adalah sistem kontrol yang tidak optimal dalam mengantisipasi perubahan daya mekanik dan beban. Dokumen tersebut merancang sistem kontrol untuk mempertahankan frekuensi, nilai faktor daya, dan tegangan sistem PLTMH dengan menggunakan ELC untuk stabilitas frekuensi dan AVR untuk kendali tegangan keluaran. Namun, keberadaan beban induktif menyulitkan pengendalian tegangan generator, sehingga diperlukan pengembangan sistem kendali tegangan berbasis *var control* yang belum diimplementasikan pada sistem PLTMH.

2.1.2 Tujuan Penulisan dan Aplikasi

Tujuan dari penulisan dokumen ini adalah untuk memaparkan definisi IMPOSTER yang meliputi fungsi dan spesifikasi IMPOSTER. Sehingga mendapatkan gambaran dari IMPOSTER ketika diaplikasikan. Serta dokumen ini akan ditunjukkan kepada pihak-pihak yang terkait untuk ikut mengembangkan alat ini.

2.2 Definisi, Fungsi Dan Spesifikasi

IMPOSTER merupakan sebuah alat yang dirancang untuk membantu PLTMH ketika terjadi perubahan pada beban yang mengalami ketidakstabilan pada frekuensi dan tegangan keluaran. Alat ini merupakan sebuah skema gabungan dari ELC sebagai pengontrol frekuensi dan *Var Control* sebagai pengontrol tegangan keluaran. ELC adalah sebuah perangkat kontrol yang digunakan di PLTMH untuk mengatur frekuensi generator dengan menjaga stabilitas dan ketahanan sistem pembangkit akibat perubahan yang terjadi pada sisi beban. *Var control* adalah sebuah perangkat untuk memperbaiki faktor daya dengan cara mengontrol daya reaktif.

PLTMH merupakan pembangkit listrik dengan skala kecil kurang dari 100 kW yang memanfaatkan beda ketinggian dari jumlah debit perdetik yang ada pada aliran air sungai atau air terjun. Aliran ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi mekanik ini akan menggerakkan generator yang menghasilkan energi listrik. Pada umumnya sistem PLTMH belum mampu menghasilkan daya listrik yang optimal. Dikarenakan kinerja PLTMH dipengaruhi oleh dua faktor yakni, daya mekanik dari air jatuh dan beban yang terhubung dengan PLTMH, sehingga apabila terjadi perubahan pada kedua hal tersebut, dapat menyebabkan penurunan kualitas daya yang diakibatkan gangguan pada frekuensi dan tegangan keluaran dari PLTMH.

Terdapat banyak pembangkit energi listrik di Indonesia, namun terdapat standar kualitas dari energi listrik yang harus dihasilkan dari pembangkit agar kualitas daya yang dihasilkan pembangkit optimal dan tidak merusak peralatan listrik. Berikut adalah standar dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) yang harus dipenuhi oleh setiap pembangkit (dapat dilihat pada Tabel 2.1).

Tabel 2.1 Standar Kualitas Energi Listrik di Indonesia

No	Parameter	Satuan	Batasan
1	Frekuensi	50 Hz	49,5 - 50,5 Hz
2	Tegangan	220 Volt	198 - 231 Volt
3	Faktor Daya	> 0.85	0.86 - 1

Maka dari itu, diperlukan solusi yang dapat memenuhi standar kualitas energi listrik dengan baik khususnya pada PLTMH yang sulit untuk mendapatkan kestabilan parameter tersebut. Pengontrolan dengan menggunakan alat IMPOSTER adalah solusi yang diajukan agar PLTMH dapat menstabilkan nilai dari frekuensi, tegangan dan faktor daya sesuai dengan nilai standar dari PLN agar beban-beban elektronik yang terhubung tidak mengalami kerusakan. IMPOSTER menawarkan banyak keuntungan

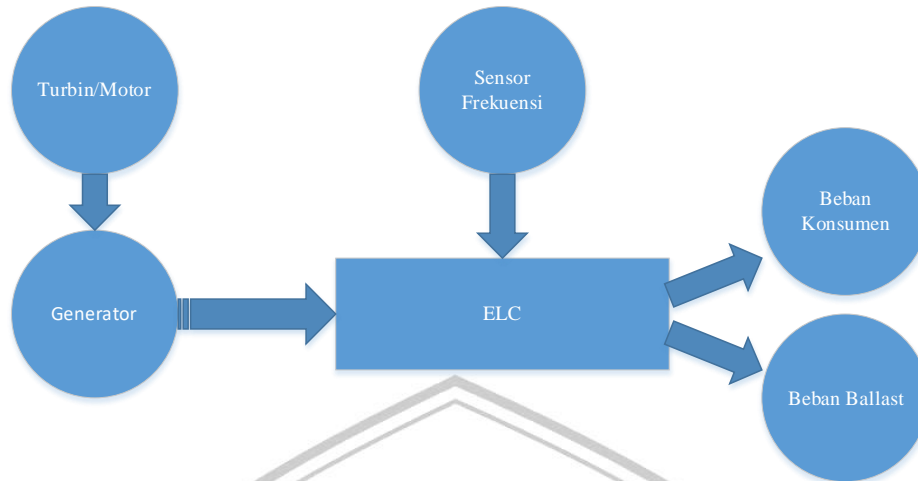
dalam menjawab permasalahan kestabilan terhadap parameter kualitas energi listrik seperti:

1. IMPOSTER dapat menstabilkan nilai frekuensi pada keluaran PLTMH dengan menggunakan ELC.
2. IMPOSTER dapat mempertahankan nilai *power factor* pada keluaran PLTMH dengan mengontrol daya reaktif menggunakan *var control*.

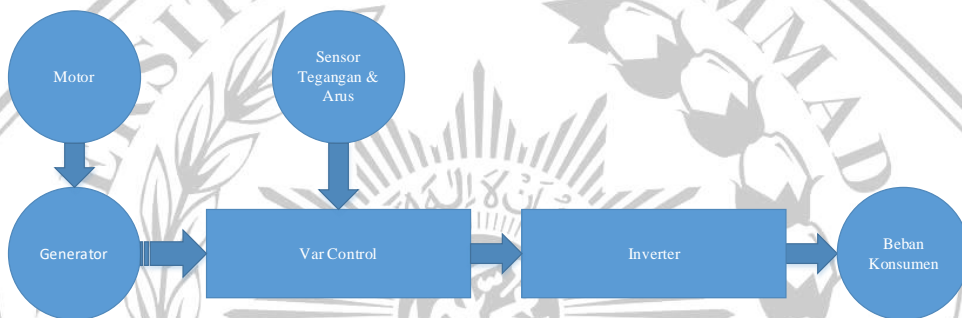
2.3. Desain

Sistem perbaikan daya pada PLTMH menggunakan IMPOSTER ini merupakan salah satu sistem yang dapat digunakan dalam menjaga kualitas energi listrik. Beberapa komponen mendasar untuk melakukan proses perbaikan daya menggunakan IMPOSTER ini adalah sensor frekuensi, TRIAC, kontrol PI, PWM generator, beban ballast, sensor tegangan, *var control*, dan inverter. Dan komponen dasar tersebut didukung dengan fitur unggulan dengan adanya sistem otomatisasi yang memudahkan pengguna baik yang awam sekalipun.

Sistem yang telah dirancang dan dibuat akan menggunakan ELC sebagai alat yang dapat mengontrol dan mempertahankan nilai frekuensi. Energi listrik yang didapatkan dari generator dialirkan menuju panel IMPOSTER sehingga frekuensi dan faktor daya energi listrik yang dihasilkan generator akan dikontrol oleh IMPOSTER. Hasil dari IMPOSTER akan dihasilkan kualitas energi listrik yang lebih baik dan diukur melalui parameter standarisasi kualitas energi listrik di Indonesia pada Tabel 1. Pada panel IMPOSTER terdiri dari 2 alat yaitu ELC dan *var control*. Dibutuhkan sistem ELC digunakan untuk mengontrol dan mempertahankan frekuensi yang ditunjukkan pada gambar 1. Dan dibutuhkan sistem *var control* yang digunakan untuk mengontrol *power factor* yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2.1 Ide Diagram Sistem ELC



Gambar 2.2 Ide Diagram Sistem *Var Control*

Secara singkat, sistem perbaikan daya pada PLTMH menggunakan IMPOSTER ini menggunakan energi listrik yang dibangkitkan generator sebagai *input* sistem. Kemudian akan dikontrol pada ELC dan *var control* untuk menghasilkan frekuensi dan *power factor* yang lebih stabil agar kualitas energi listrik dapat sesuai standarisasi Indonesia.

Sistem IMPOSTER tersebut akan menjadi produk dimana dipakai dalam kebutuhan PLTMH yang mempunyai masalah dengan kestabilan frekuensi dan *power factor*, sehingga diharapkan dapat membantu menstabilkan energi listrik untuk memenuhi kebutuhan listrik ke beban secara standarisasi kualitas energi listrik Indonesia.

2.3.1 Spesifikasi Fungsi dan Performansi

Klasifikasi interaksi pengguna dengan produk yang dibuat dibedakan menjadi tiga jenis interaksi dengan tujuan pengguna mengerti produk yang akan dipakai oleh konsumen:

1. Instalasi dan pengaturan produk

Instalasi produk yang perlu dilakukan sebagai berikut.

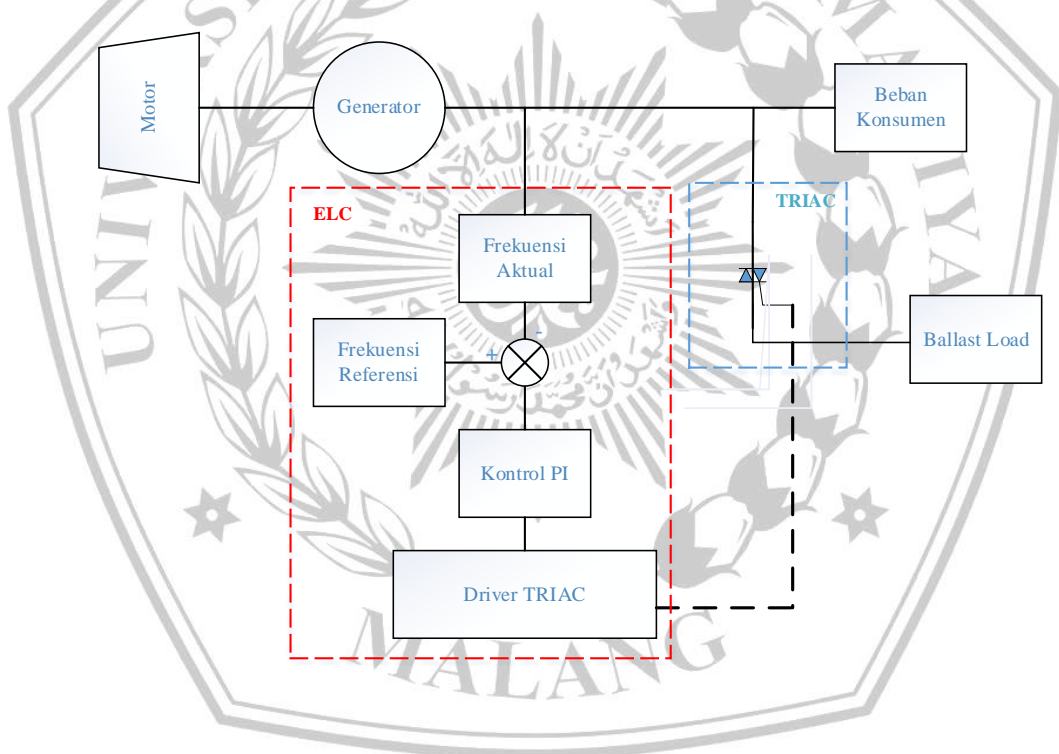
- a. Instalasi produk ini membutuhkan Generator yang menghasilkan energi listrik dan akan di kontrol dengan alat IMPOSTER yang membutuhkan komponen lainnya.
- b. Instalasi Produk menggunakan komponen yang tertulis pada tabel 2.

Tabel 2.2 Spesifikasi Komponen Utama

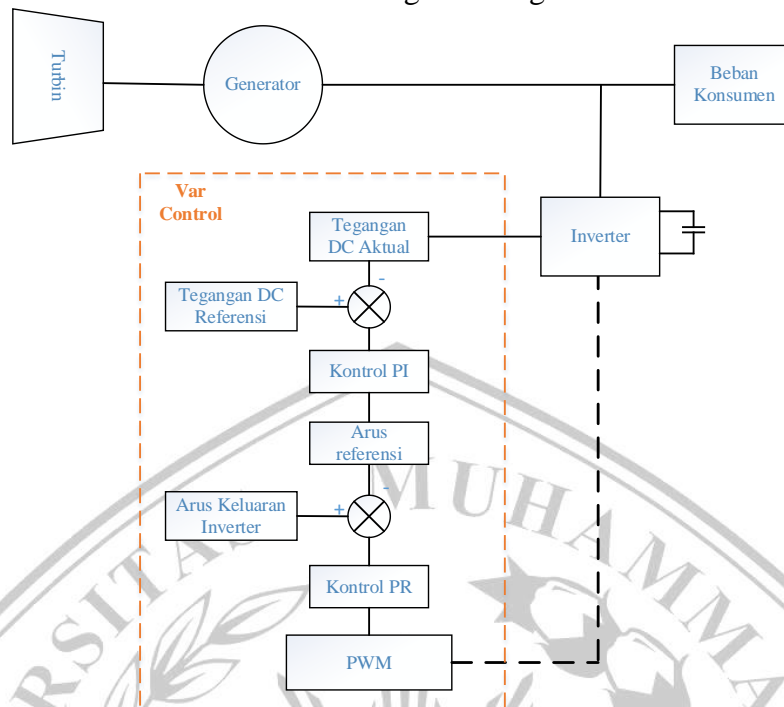
Komponen Utama		
Komponen	Spesifikasi	Jumlah
Motor	Output daya : 22 Kw Frekuensi : 50 Hz Tegangan Ac : 220 V	1
Generator	Output daya : 3 KW Volt : 220 V Frekuensi : 50 Hz Speed : 1500r/min	1
Beban Konsumen	Daya : 2500 Kw	3
<i>Ballast Load</i>	Daya : 5000 Kw	3
Triac/Thyristor	SKKT106/16e	1
4N25	Optocoupler	1
MOC3021	Optocoupler	1
<i>Diode Bridge</i>	KBP208P	1
Mikrokontroler	Arduino Nano	2
Resistor	-	5

Kapasitor	Elco	5
LED	-	3
HiLink	5 volt 2 Ampere	1
Sensor Frekuensi	PZEM 106	1
Sensor Tegangan		
Sensor Arus		
<i>Power Supply</i>	12 volt	1
Lain lain		

c. Instalasi model Diagram seperti pada gambar 3 dan gambar 4



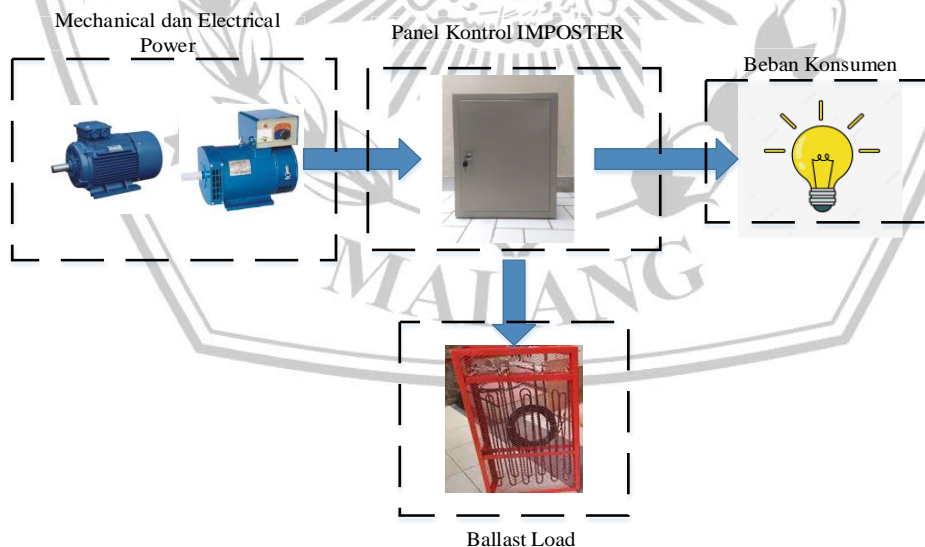
Gambar 2.3 Blok diagram Rangkaian ELC



Gambar 2.4 Blok diagram Rangkaian *Var Control*

Model diagram produk dengan memasang sistem kontrol IMPOSTER yang merupakan alat dari gabungan ELC dan *Var control* untuk mengatur frekuensi dan tegangan antara generator dan Beban.

2.3.2. Spesifikasi Fisik dan Lingkungan



Gambar 2.5 Gambaran Produk

1. Motor Listrik

Motor listrik adalah mesin listrik yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi mekanik. Energi mekanik ini berupa putaran dari

motor yang akan memutar generator.

2. Generator

Generator adalah sebuah mesin yang berfungsi untuk mengubah energi mekanik dari Motor menjadi energi listrik. Komponen utama dari generator adalah rotor dan stator. Rotor merupakan bagian yang berputar, yang dikopel dengan poros dari motor sebagai tenaga putarnya. Stator merupakan bagian generator yang tidak bergerak. Stator akan menghasilkan tegangan apabila rotor diberi penguatan atau magnetisasi.

3. Sistem IMPOSTER

Improvement Power Controls For Generator (IMPOSTER) untuk sistem PLTMH sebagai upaya meningkatkan dan memperbaiki kualitas daya keluaran. IMPOSTER merupakan skema gabungan antara sistem ELC, *Var control* yang terkontrol untuk mempertahankan frekuensi, nilai faktor daya dan tegangan sistem PLTMH.

4. Beban

Beban disini dibagi menjadi 2 yaitu *ballast load* dan beban konsumen. Beban ballast adalah beban penampung ketika ada kelebihan daya akibat berkurangnya beban pada konsumen agar ketika terjadi perubahan beban pasokan energi tetap stabil.

Produk sistem IMPOSTER ini harus mampu memberikan kualitas daya pembangkitan PLTMH yang lebih baik. Dan *prototype*-nya bisa diterapkan pada pembangkit PLTMH yang berpotensi digunakan secara massal pada PLTMH di Indonesia.

2.4. Verifikasi

Pada subab ini menjelaskan proses dan tahapan pengujian, analisa toleransi, pengujian, reliability. Sebagai contoh:

1. Prosedur Pengujian

Proses pengujian yang dilakukan adalah pengujian sistem IMPOSTER ini adalah pembuatan *hardware* sistem ELC dan *Var control*, menggunakan model perancangan dan parameter yang sebelumnya telah disimulasikan pada Simulink/Matlab. Selanjutnya *prototype* yang telah selesai di uji, performanya dalam menstabilkan putaran generator dengan

pembebanan yang bervariasi terhadap waktu dan nilai *power factor* dengan pembebanan tidak linier. Kemudian pada tahap selanjutnya setelah kedua sistem tersebut telah diujikan digabungkan untuk dapat bekerja pada suatu microgrid, sehingga dapat memperbaiki frekuensi keluaran generator dan nilai *power factor* yang rendah pada jaringan microgrid PLTMH.

2. Analisis Toleransi

Komponen yang paling menentukan dari keseluruhan sistem adalah pada alat IMPOSTER yang dipakai. Hal ini dikarenakan alat tersebut penggabungan dari system ELC dan *Var control* yang memiliki ketelitian yang berbeda, karena masing masing sistem memiliki komponen dan parameter yang berbeda.

3. Pengujian Keandalan

Pengujian keandalan dilakukan dengan penggabungan kedua sistem yang dapat bekerja pada suatu *microgrid*, sehingga dapat memperbaiki frekuensi keluaran generator dan nilai *power factor* yang rendah pada jaringan microgrid PLTMH.

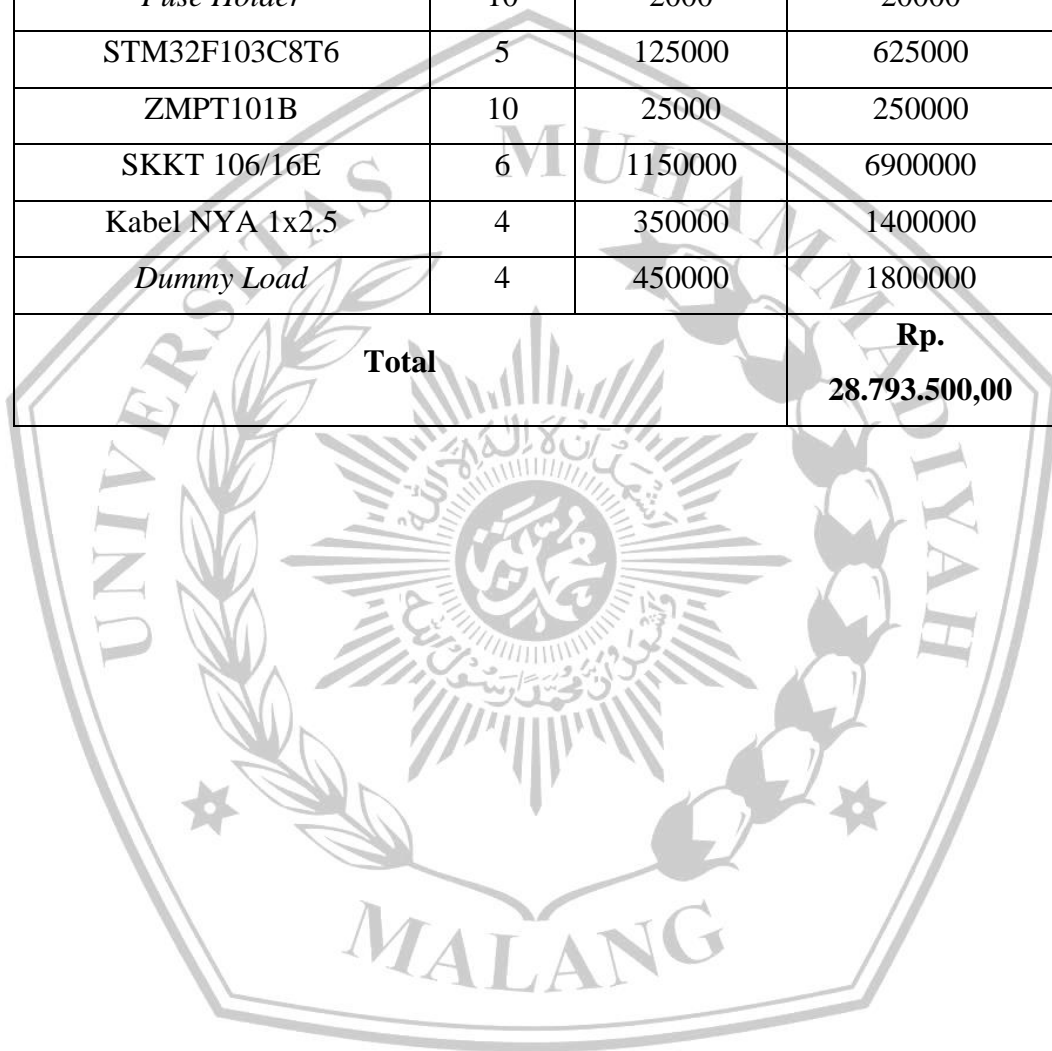
2.5. Biaya dan Jadwal

Dalam proses pengembangan dan pembuatan sistem ini, diperlukan tenaga kerja, hosting dan domain yang digunakan. Sistem yang dibuat membutuhkan biaya pengembangan dan produksi. Berikut tabel analisis biaya untuk pengembangan projek ini.

Tabel 2.3 Estimasi Biaya dan Jadwal

Engginer	4	3000000	12000000
Staff Ahli	1	4000000	4000000
Komponen IMPOSTOR			
Komponen	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
Panel Box	1	200000	200000
<i>Header M 1x40</i>	10	1800	18000
<i>Header F 1x40</i>	10	3000	30000
<i>Multi Layer 100 nf</i>	10	900	9000
HS Tancap + skrup	10	2800	28000
Kabel Solid	10	1150	11500
PCB 5 GL Blok 20x10	5	112000	560000
Elco 1000 uf 16 V	10	1000	10000
Dioda 1 A	30	500	15000
Kapasitor Keramik 100 nf	20	500	10000
LM 358	10	4000	40000
Resistor 0,5 W 100 ohm	30	500	15000
Resistor 0,5 W 330 ohm	40	500	20000
Resistor 0,5 W 220 ohm	40	500	20000
Timah Solder 200 gram	3	90000	270000
<i>Power Induktor 470 uH</i>	10	2800	28000
Elco 1000 uf 25 V	10	1500	15000
Elco 470 uf	10	1500	15000
<i>Fuse 2A</i>	9	1000	9000
Dioda 2 A	17	1000	17000

IC 7805	6	3000	18000
Hi Link 220 V to 12 V	5	75000	375000
Elco 10 uf	20	750	15000
Elco 470 uf	20	750	15000
Elco 0,1 uf	20	750	15000
<i>Header Female</i>	10	2000	20000
<i>Fuse Holder</i>	10	2000	20000
STM32F103C8T6	5	125000	625000
ZMPT101B	10	25000	250000
SKKT 106/16E	6	1150000	6900000
Kabel NYA 1x2.5	4	350000	1400000
<i>Dummy Load</i>	4	450000	1800000
Total			Rp. 28.793.500,00



Jadwal dan waktu pengembangan produk dalam tabel berikut :

Tabel 2.4 Jadwal dan waktu pengembangan

Proses/Task	<i>Deliverables</i>	Jadwal	Kebutuhan <i>ReSource</i>
Pembentukan konsep dan spesifikasi <i>prototype</i>	C100	Bulan Ke-1	Literatur, dosen pembimbing
Pembuatan Desain <i>Electrical Load Control (ELC)</i>	C200	Bulan Ke-2	Literatur, dosen pembimbing
Pembuatan Desain <i>Var Control</i>	C200	Bulan Ke-2	Literatur, dosen pembimbing
Pembuatan Desain Simulasi IMPOSTER Ver.1	C300	Bulan Ke-3&4	Literatur, dosen pembimbing
Perancangan Desain IMPOSTER Ver.1	C300	Bulan Ke-3&4	Literatur, dosen pembimbing
Persiapan Alat & Bahan Pembuatan <i>Prototype</i>	C400	Bulan Ke-5-6	Suplier alat dan bahan, alat komunikasi

Pengerjaan <i>Prototype</i> ELC	C400	Bulan ke 6-8	supplier, dosen pembimbing, komponen penyusun produk
Pengetesan Produk	C500	Bulan ke 9-10	supplier, dosen pembimbing, komponen penyusun produk

