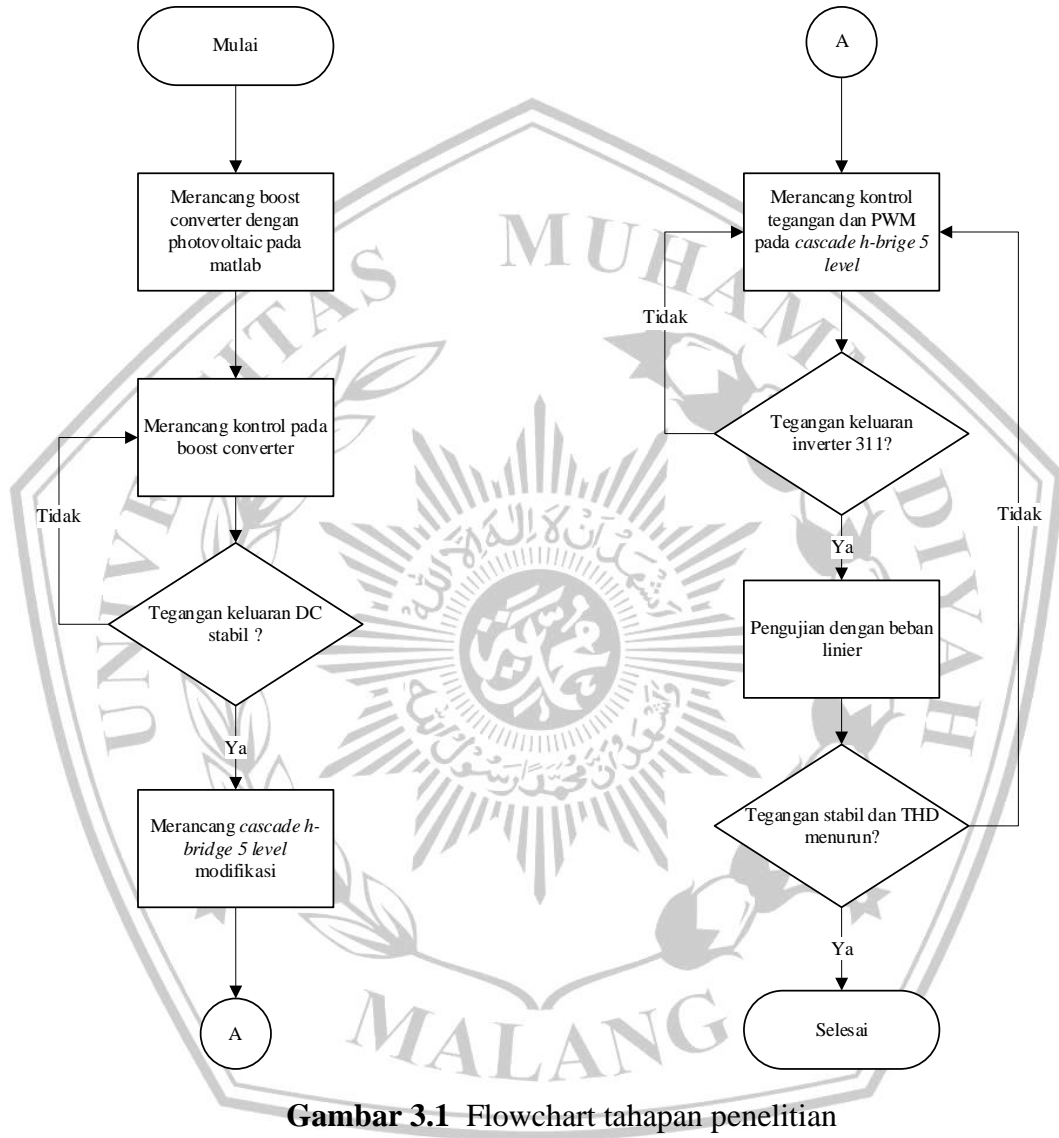


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Flowchart yang digunakan pada studi ini adalah sebagai berikut :



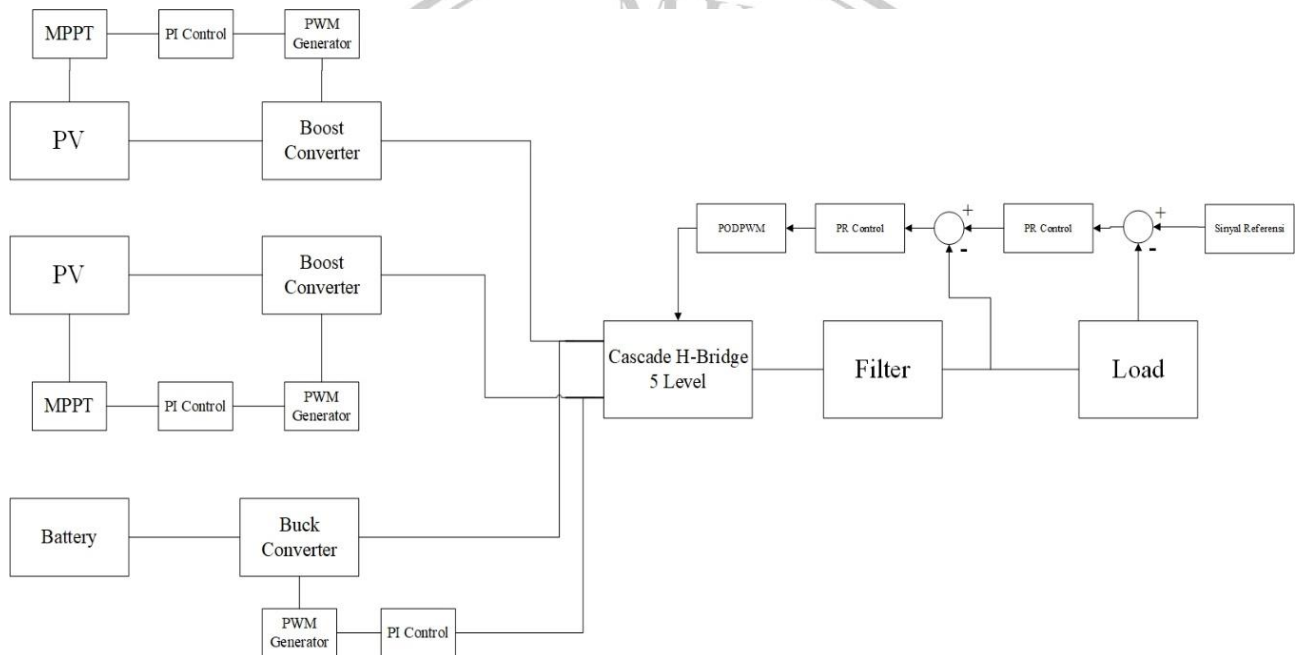
Gambar 3.1 Flowchart tahapan penelitian

Pada studi ini inverter yang dipakai ialah *cascade h-bridge 5 level* dengan menggunakan pengontrolan PID sebagai kendali tegangan output AC. Inverter yang digunakan adalah inverter *cascade h-bridge 5 level* yang telah didesain ulang dengan mengurangi jumlah saklar semikonduktor yang semula berjumlah 8 saklar dikurangi menjadi 6 saklar, karena saklar semi konduktor menghasilkan

electromagnetic intefence (EMI). EMI yang tinggi mengakibatkan meningkatnya THD pada keluaran output AC. Pada penelitian kontrol PR dipilih sebagai kontrol pada inverter cascade H-Bridge yang telah dimodifikasi sebagai kontrol tegangan keluaran dan juga mengurangi THD akibat EMI dari saklar semikonduktor pada beban yang berubah-ubah, sehingga saat simulasi dilakukan dapat menjaga tegangan dan juga THD.

3.2 Permodelan Blok Diagram dan Sistem Kontrol

3.2.1 Model Sistem Blok Diagram



Gambar 3.2 Blok Diagram Inverter terhubung PV

3.2.2 Photovoltaic

Photovoltaic yang digunakan pada penelitian kali ini mempunyai jumlah sebanyak 6 buah dan dihubungkan secara paralel. Parameter – parameter yang dipakai pada *photovoltaic* terdapat pada **tabel 3.1**.

Tabel 3.1 Parameter Sel Surya

Parameter	Nilai
Pmax	150,05 W
Isc	9.08 A

Voc	21,8 V
Imp	8,43 A
Vmp	17,8 V
Temperatur	25°C
Radiasi	1000W/m ²
Pout	900 W

3.2.3 MPPT (*Maximum Power Point Tracking*)

Metode yang dipakai pada MPPT ada berbagai macam salah satunya adalah P&O (*Perturb and Observe*) yang banyak dipakai pada MPPT karena tingkat kesederhanaannya. Metode ini memiliki 2 tahap yaitu perturb berfungsi untuk mengkonversi menjadi tegangan acuan (Vref) dan observe berfungsi untuk mengkalkulasi kondisi transformasi daya yang diakibatkan oleh perturb

Pada metode ini terdapat 3 posisi yaitu $dP/dV > 0$, $dP/dV = 0$ dan $dP/dV < 0$. Pada saat $dP/dV > 0$ tegangan *solar cell* diganggu agar berpindah ke kondisi MPP pada $dP/dV = 0$, dan saat posisi MPP menuju $dP/dV < 0$ algoritma ini akan membalik arah gangguan ke posisi MPP.

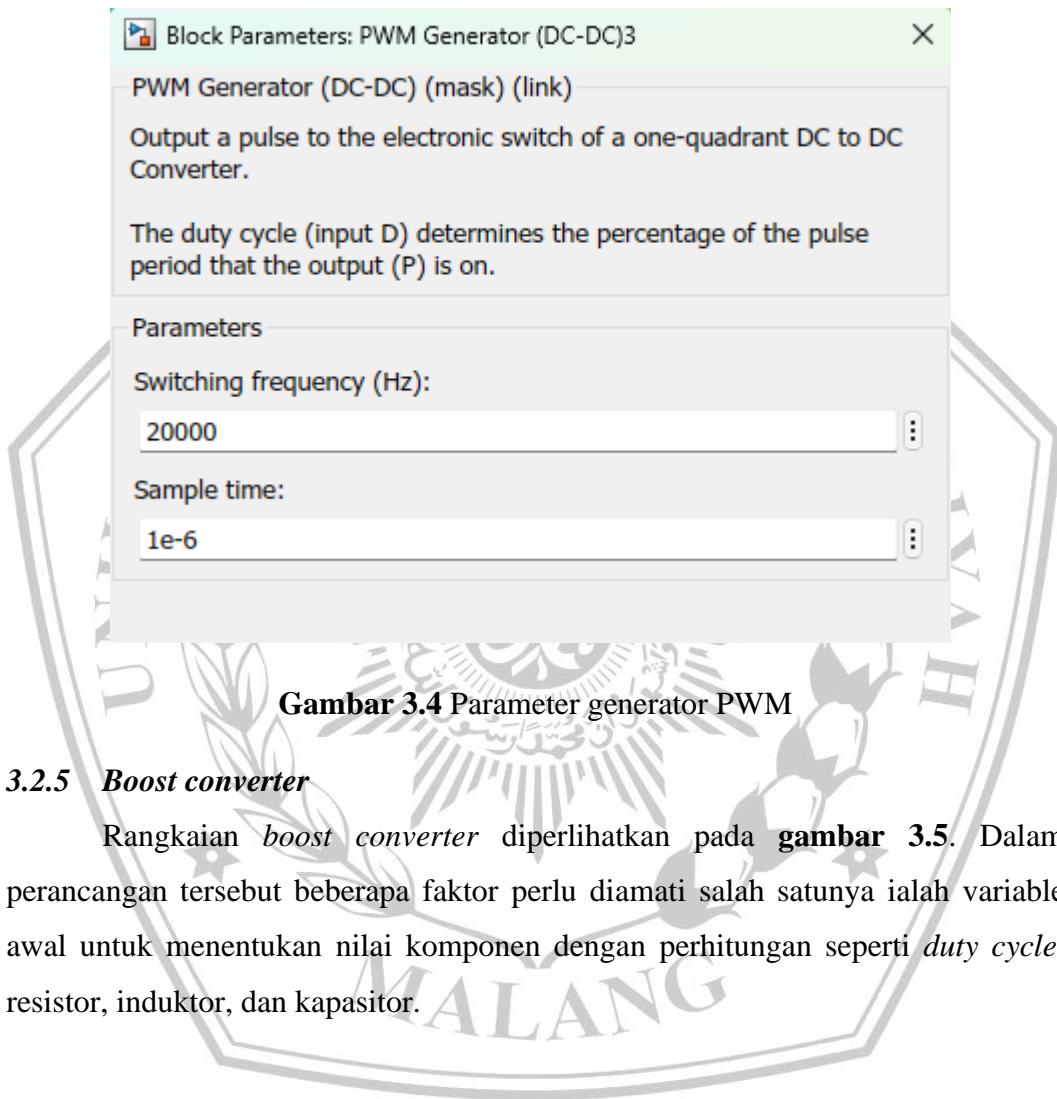
Berikut adalah Script MPPT P&O yang digunakan dalam penelitian :

```
function Vref = MPPT(V, I)
Vrefmax = 129;
Vrefmin = 0;
Vrefinit = 119;
deltaVref = 0.01;
persistent Vold Pold Vrefold;
dataType = 'double';
if isempty(Vold)
Vold = 0;
Pold = 0;
Vrefold = Vrefinit;
end
P = V*I;
dV = V-Vold;
dP = P-Pold;
if dP ~= 0
if dP<0
if dV<0
Vref = Vrefold + deltaVref;
else
Vref = Vrefold - deltaVref;
end
else
if dV<0
Vref = Vrefold - deltaVref;
else
Vref = Vrefold + deltaVref;
end
end
else
Vref = Vrefold;
end
if Vref >= Vrefmax || Vref <= Vrefmin
Vref = Vrefold;
end
Vrefold = Vref;
Vold = V;
Pold = P;
```

Gambar 3.3 Script MPPT algoritma P&O

3.2.4 Pulse Width Modulation (PWM)

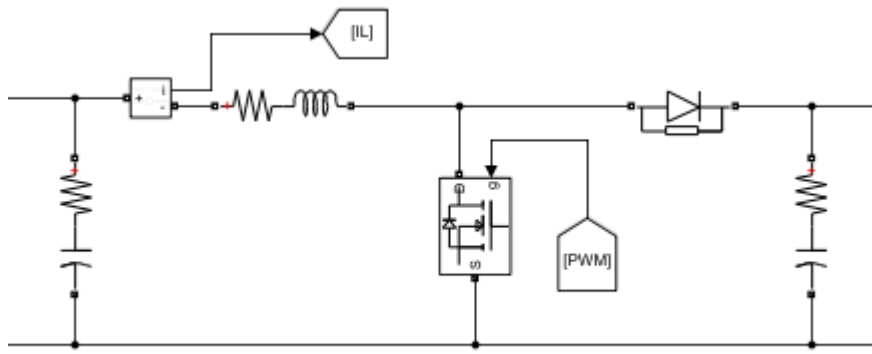
Pulse Width Modulation ialah metode yang dipakai untuk mnegubah ukuran *duty cycle*, parameter *duty cycle* digunakan sebagai pengatur switch ON dan *switch* OFF pada konverter dengan frekuensi tertentu untuk mempengaruhi nilai output tegangan.



Gambar 3.4 Parameter generator PWM

3.2.5 Boost converter

Rangkaian *boost converter* diperlihatkan pada **gambar 3.5**. Dalam perancangan tersebut beberapa faktor perlu diamati salah satunya ialah variable awal untuk menentukan nilai komponen dengan perhitungan seperti *duty cycle*, resistor, induktor, dan kapasitor.



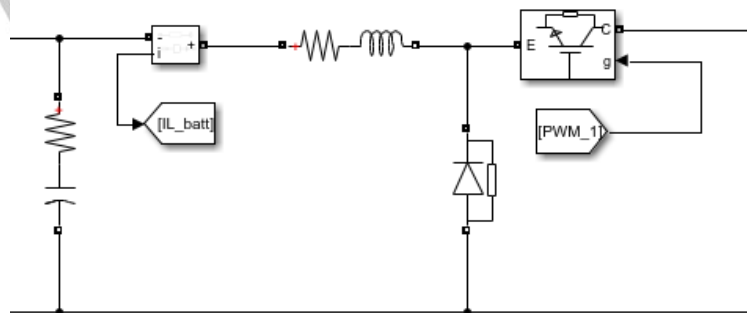
Gambar 3.5 Rangkaian *boost converter* pada simulink

Tabel 3.2 Nilai komponen *boost converter*

Parameter	Nilai
Induktor	29 mH
Kapasitor	52,4 μ F
Frekuensi switching	20.000
Tegangan keluaran	200 V

3.2.6 Buck Konverter

Rangkaian *buck converter* diperlihatkan pada gambar 3.6 dalam perancangan buck converter perlu diperhatikan dalam hal menentukan variable komponen pada rangkaian tersebut. Komponen seperti induktor dan kapasitor harus sesuai dengan perhitungan dengan rumus yang telah ditentukan agar nilai output tegangan sesuai dengan perhitungan awal yang telah ditentukan.



Gambar 3.6 Rangkaian *buck converter* pada simulink

Tabel 3.3 Nilai komponen *buck converter*

Parameter	Nilai
Induktor	144 mH
Kapasitor	260 μ F
Frekuensi switching	20.000
Tegangan keluaran	240 V

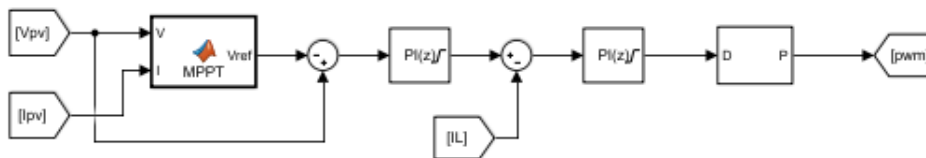
3.2.7 Kontrol PI (Proportional Integral)

Kontrol propotional integral pada penelitian ini dipakai sebagai kontrol *boost converter* dan *buck converter* kedua mempunyai prinsip kerja yang sama dengan membanding nilai tegangan referensi dan tegangan keluaran dan juga membandingkan nilai arus referensi dan arus keluaran lalu dikontrol dengan kontrol proportional integral untuk mendapat sinyal keluaran.

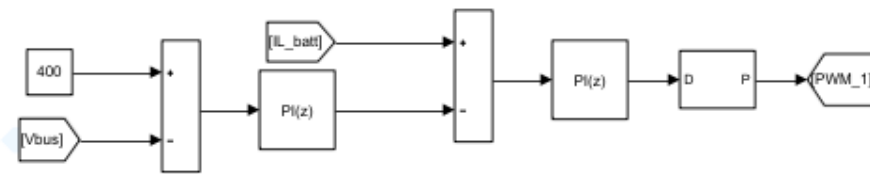
Sinyal keluaran tersebut digunakan sebagai mengendalikan saklar pada kedua converter tersebut. Metode yang diapakai untuk menentukan parameter kontro proportional dan integral adalah trial-error dan parameter yang digunakan terlihat pada tabel berikut :

Tabel 3.2 Besaran variable kontrol *boost converter* dan *buck converter*

Parameter	<i>Boost converter</i>		<i>Buck converter</i>	
	Kontrol Tegangan	Kontrol Arus	Kontrol Tegangan	Kontrol Arus
P	0,712	0,0569	0,3948	0,587
I	25	44,37	0,5	0,0603



Gambar 3.7 Kontrol proportional integral pada *boost converter* pada simulink



Gambar 3.8 Kontrol proportional integral pada *buck converter* pada simulink

3.2.8 Battery

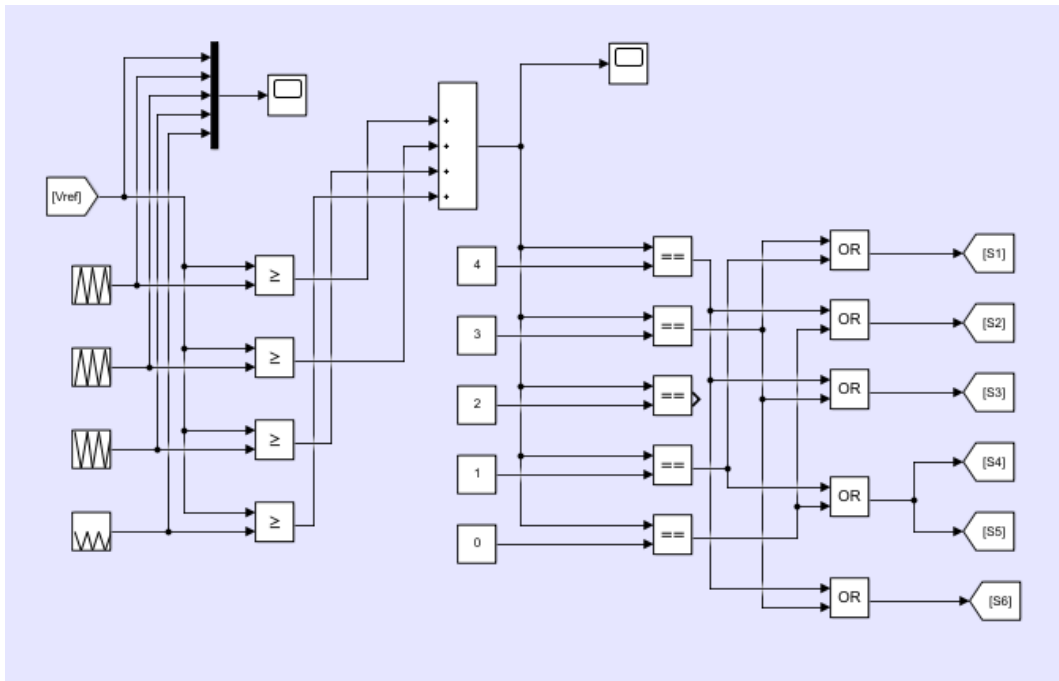
Baterai pada penelitian ini digunakan sebagai penampung tegangan karena kedua converter memproduksi tegangan terlalu banyak sehingga dibutuhkan baterai sebagai media untuk menampung tegangan berlebih yang dihasilkan oleh *photovoltaic*. Berikut adalah parameter baterai yang dipakai terlihat pada **tabel 3.3**

Tabel 3.3 Nilai parameter baterai

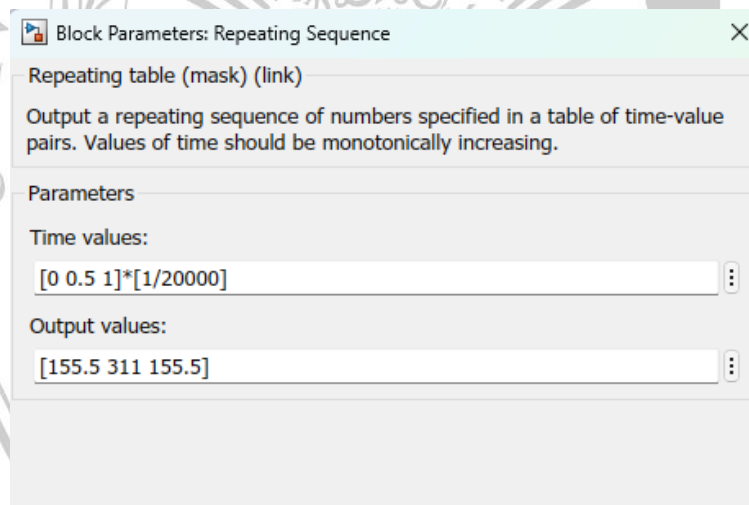
Parameter	Nilai
<i>Rated voltage</i>	24 V
<i>Rated capacity</i>	50 Ah
<i>State of charge</i>	50%

3.2.9 PODPWM (*Phase Opposition Disposition Pulse Width Modulation*)

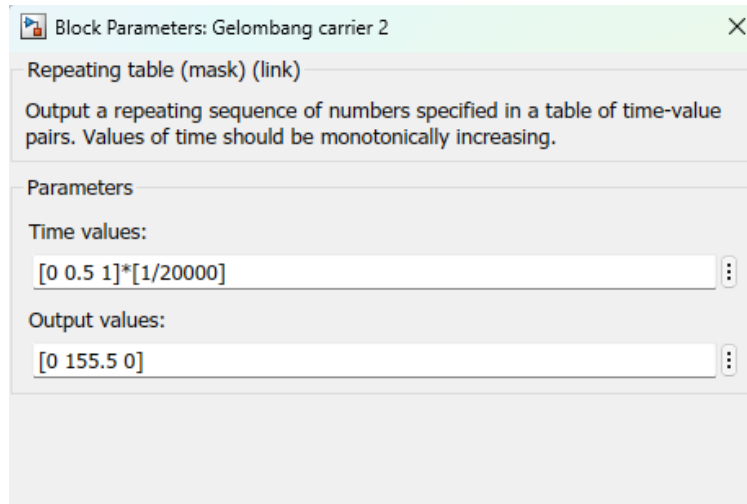
Phase Opposition Disposition (POD) adalah salah satu jenis modulasi multicarrier, dimana gelombang carrier diatas nol berada sefasa yang sama dan dibawah nol berbeda 180° dari fasa. PODPWM digunakan sebagai teknik modulasi yang umum digunakan pada cascade h-bridge karena selain sebagai teknik modulasi juga dapat menurunkan THD dengan membandingkan sinyal pembawa dengan sinyal referensinya.



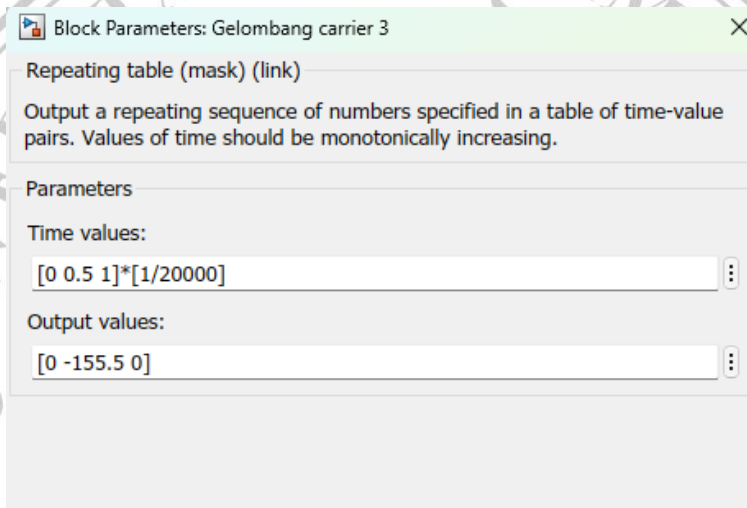
Gambar 3.9 Model Kontrol PODPWM



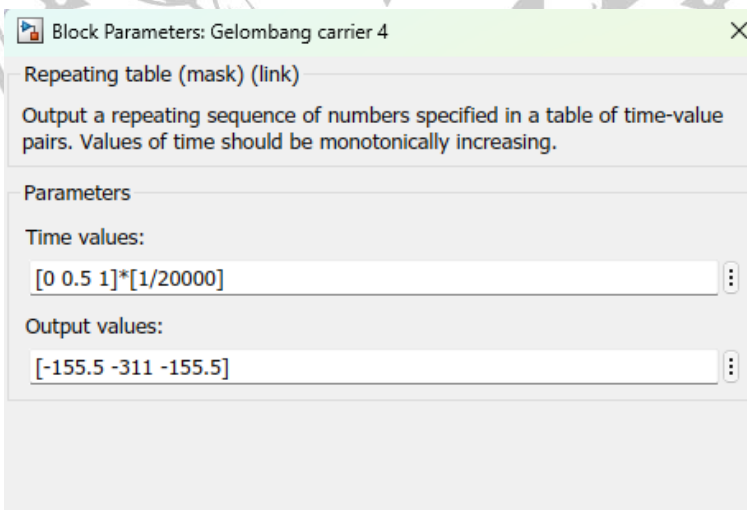
Gambar 3.10 Blok parameter gelombang carrier 1



Gambar 3.11 Blok parameter gelombang carrier 2



Gambar 3.12 Blok parameter gelombang carrier 3

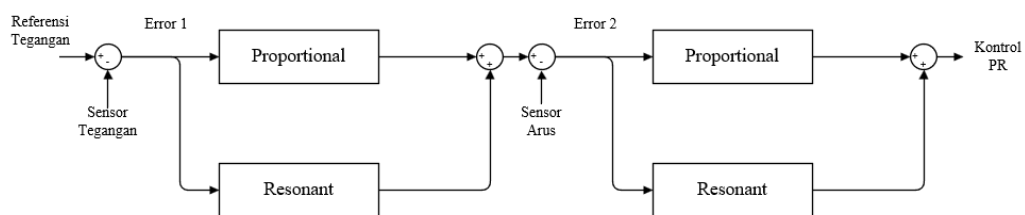


Gambar 3.13 Blok parameter gelombang carrier 4

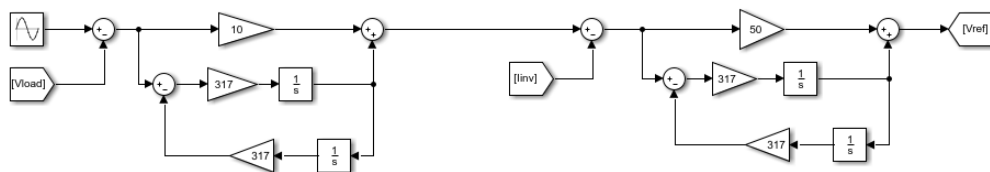
3.2.10 PR kontrol

Pada kontrol proportional resonant ini nilai error yang didapatkan dari pengurangan tegangan referensi dengan tegangan aktual yang diukur dengan sensor tegangan akan mendapatkan nilai error dan kontroler akan menghitung nilai error dan menghasilkan nilai error arus, nilai error arus akan dikurangkan dengan arus aktual sehingga menghasilkan nilai error baru yang akan dikontrol oleh kontroler untuk mendapatkan sinyal kontrol PR.

Untuk mengontrol multilevel inverter ditunjukkan pada diagram blok berikut :



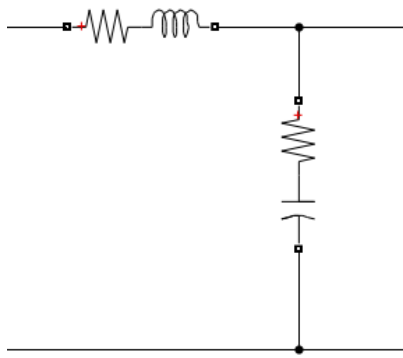
Gambar 3.14 Diagram Blok Kontrol Inverter



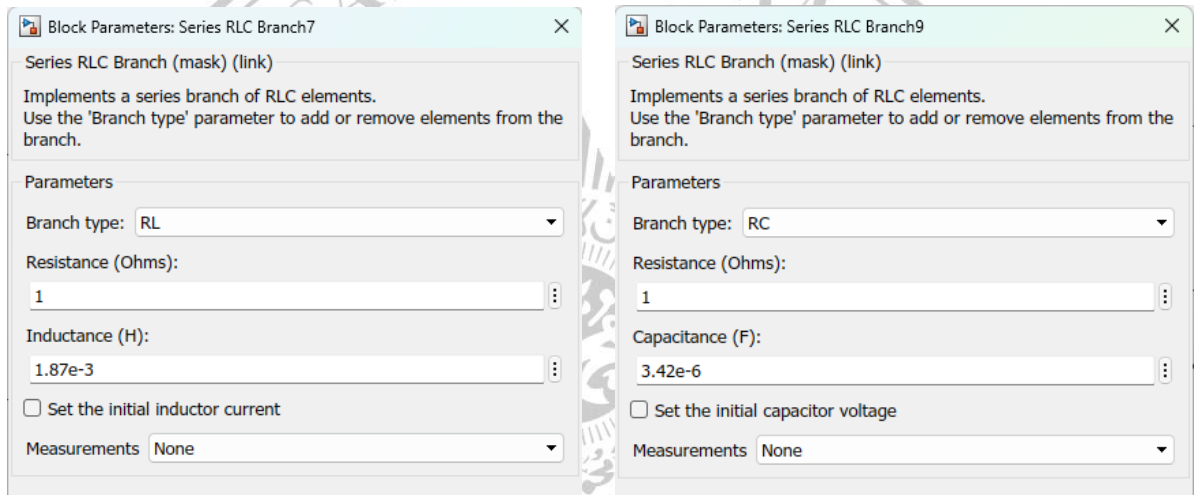
Gambar 3.15 Sistem Kontrol Inverter Pada Simulink

3.2.11 Filter LC

Filter LC adalah gabungan dari induktor yang dihubungkan seri dan kapasitor yang di shunt dengan output inverter. Nilai dari parameter komponen filter LC dapat dihitung menggunakan rumus yang ada untuk menentukan besar nilai induktor dan kapasitor. Parameter filter LC yang dipakai terlihat pada **gambar 3.17** dan rangkaian pada simulink dapat dilihat pada **gambar 3.16**.



Gambar 3.16 Filter LC pada simulink



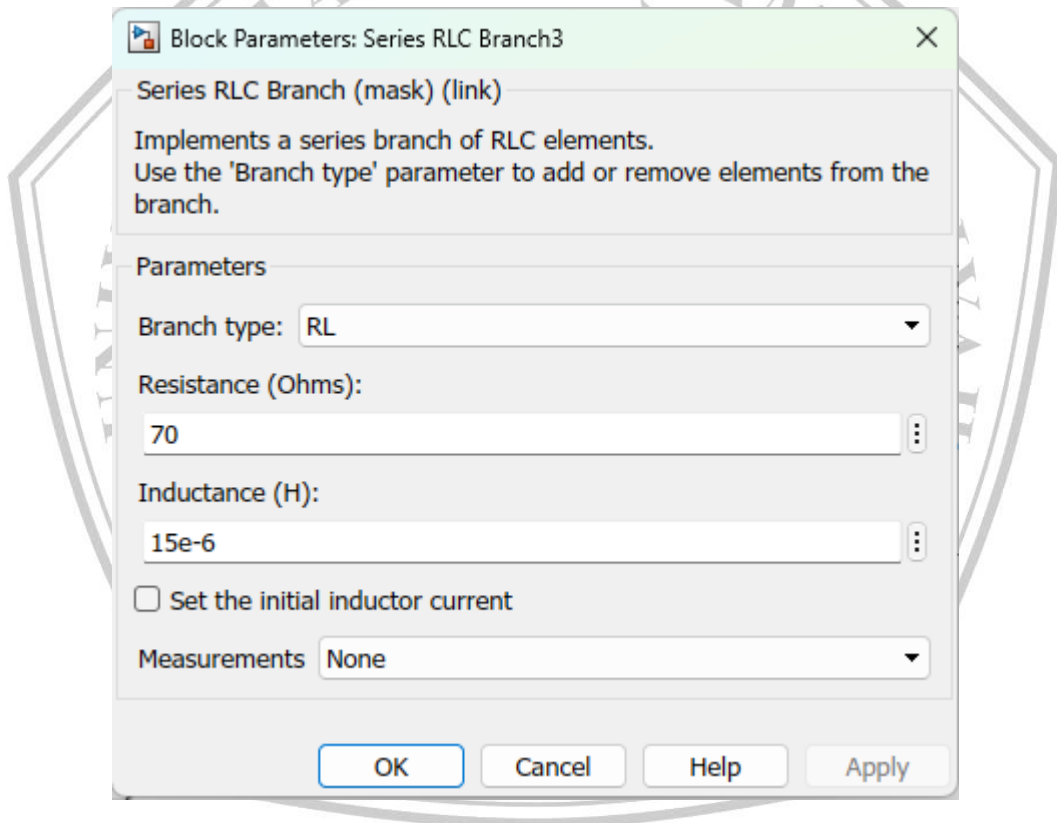
Gambar 3.17 Parameter Induktor dan kapasitor pada filter LC

3.2.12 Beban (Load)

Beban yang dipakai pada studi kali ini ialah beban linier yang mana pada umumnya beban ini dimodelkan dengan resistansi dan induktansi yang dapat dilihat pada **gambar 3.12**.



Gambar 3.18 Beban linier yang dimodelkan dengan R dan L



Gambar 3.19 Parameter beban R dan L