

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian yang dilaksanakan bertempat di Kampus Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2018 sampai dengan Desember 2018.

3.2 Perangkat Penelitian

Penelitian awal dilakukan dengan membuat model rangkaian *boost converter* dan disimulasikan. Simulasi ini dilakukan menggunakan perangkat lunak Power Simulator (PSIM) dan MATLAB . Penggunaan PSIM dilakukan untuk membuat model rangkaian sistem (*boost converter*) dan perhitungan dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak MATLAB mengingat perhitungan yang dilakukan bisa terbilang rumit dan membutuhkan banyak waktu apabila dilakukan secara manual.

Setelah dilakukan simulasi sistem, penelitian dilanjutkan dengan membuat rancangan perangkat keras dari *boost converter*. Adapun alat dan bahan yang menunjang perancangan perangkat kerastersebut sebagai diperlihatkan pada **Tabel 3.1**.

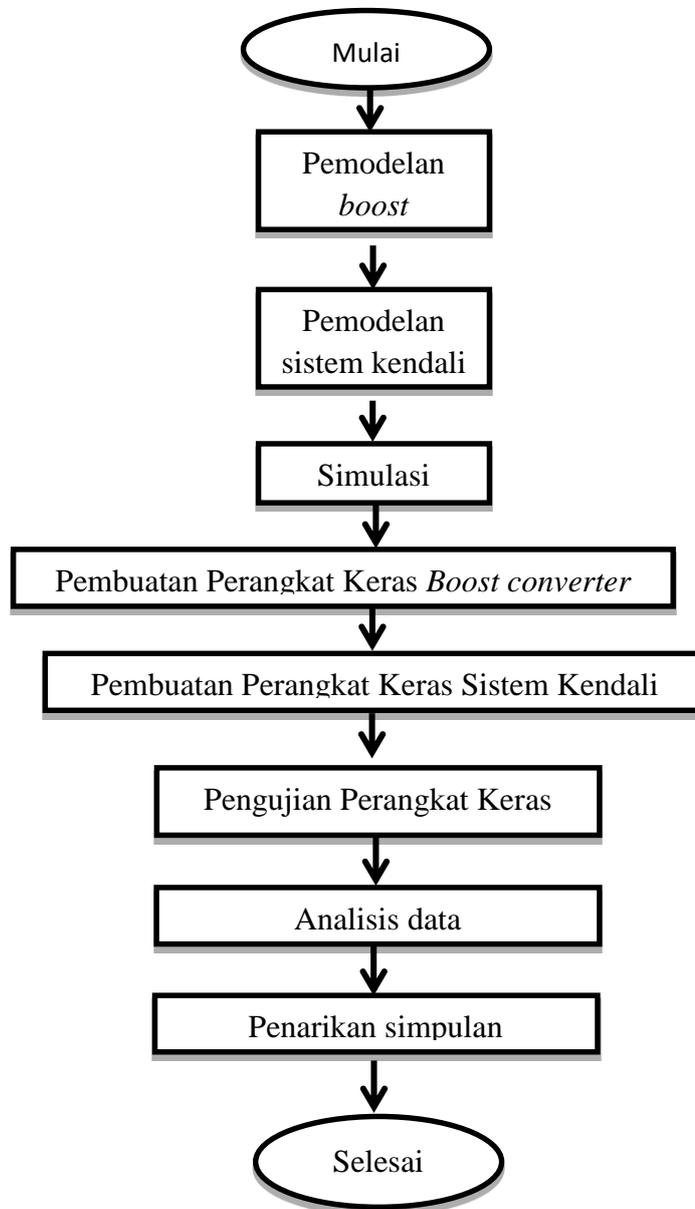
Tabel 3.1 Alat dan Bahan Penunjang Penelitian

No	Nama Alat/Bahan	Harga/Karakteristik	Keterangan/
1	Solder Listrik	-	1
2	Multimeter	-	1
3	Osiloskop		1
4	Power Supply DC	30 volt/3 ampere	1
5	Kapasitor	100uF	1
6	Induktor	4,3 mH	1
7	Resistor	200 ohm	1
8	Saklar/Mosfet	IRFP460	1
9	Dioda	IN540	1
10	Arduino	Uno	1
11	Sensor Arus dan Tegangan	INA219	1

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian dimulai dengan melakukan pemodelan sistem *boost converter*. Pemodelan ini bertujuan membuat rangkaian sistem dan menentukan komponen sistem. Selanjutnya dilakukan pemodelan kendali dan menentukan parameter model kendali dari *boost converter* agar menghasilkan keluaran yang stabil. Untuk mendapatkan nilai parameter pada pemodelan kendali, perhitungan dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak MATLAB mengingat perhitungan yang dilakukan bisa terbilang rumit dan membutuhkan banyak waktu apabila dilakukan secara manual. Perhitungan yang dimaksud yaitu perhitungan untuk menentukan nilai *pole* dan penggambaran pada *root locus* sehingga diperoleh nilai K yang valid. Setelah itu, model sistem dan model kendali dihubungkan lalu disimulasikan. Setelah rangkaian simulasi dibuat dan nilai parameternya didapatkan, maka hal selanjutnya yang dilakukan yaitu simulasi rangkaian dengan

menggunakan bantuan perangkat lunak Power Simulator (PSIM). Apabila keluaran sistem pada proses simulasi telah sesuai dengan keluaran yang diinginkan dan stabil, maka selanjutnya dilakukan pembuatan perangkat keras *boost converter*. Pembuatan perangkat keras dilakukan dengan menyusun komponen sesuai kebutuhan. Perangkat keras yang dibuat ada dua, yaitu perangkat keras sisten utama dan sistem kendali. Perangkat keras yang telah dirancang diprogram menggunakan perangkat mikrokontroler Arduino untuk mengatur kinerja sistem. Setelah itu perangkat keras *boost converter* dan kendali dihubungkan dan akan diuji. Pengujian perangkat keras meliputi keluaran tegangan dan arus dari *boost converter*. Apabila keluaran yang dihasilkan telah memenuhi harga yang diinginkan, maka selanjutnya dilakukan analisis data hasil simulasi dan pengujian perangkat keras. Adapun diagram alir penelitian diperlihatkan pada **Gambar 3.1**



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.4 Pemodelan Rangkaian

Penelitian ini diawali dengan membuat model rangkaian *boost converter*. Pemodelan *boost converter* dilakukan menggunakan perangkat lunak Power Simulator (PSIM). Model rangkaian tersebut terdiri dari komponen digital dalam perangkat lunak. Setiap komponen yang digunakan memiliki harga yang

Andra Yovinda, 2019

PEMBUATAN DC - DC CONVERTER TIPE BOOST DENGAN MENGGUNAKAN TEKNIK KENDALI VIRTUAL RESISTANCE

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

disesuaikan dengan keluaran yang diinginkan. Terdapat persamaan yang digunakan untuk mencari harga-harga dari setiap komponen yang digunakan. Berikut merupakan komponen yang digunakan dan fungsinya.

1. Tegangan masukan, Tegangan keluaran, dan arus beban

Tegangan masukan yang digunakan merupakan sumber tegangan DC dengan nominal tertentu yang nilainya dapat bervariasi. Sedangkan tegangan keluaran digunakan referensi yang bervariasi bergantung dari perhitungan yang memungkinkan. Dan untuk arus beban dibatasi bergantung pada rating arus pada induktor yang digunakan.

Tegangan masukan yang digunakan adalah 12VDC. Nilai tegangan keluarannya adalah 50VDC. Dengan asumsi arus pada beban sebesar 1 A.

2. Beban (resistansi) pada sisi keluaran

Untuk melihat bagaimana sistem kendali tersebut bekerja terhadap gangguan, maka harus dibuat gangguan yang konstan agar dibandingkan dengan kendali utama (PI atau integrator). Oleh karena itu beban (resistansi) pada sisi keluaran disetting sebagaimana sehingga dapat menghasilkan gangguan yang konstan. Maka dalam pemasangannya, digunakan dua buah beban (resistansi) dengan susunan paralel dengan perbandingan tertentu yang dapat merepresentasikan gangguan yang cukup untuk kemudian disambungkan dan dipisahkan dengan periode tertentu sehingga dapat menghasilkan gangguan yang konstan dalam periode tertentu. Resistansi pada sisi keluaran sebesar 200 Ohm.

3. Duty cycle

Nilai dari duty cycle didapat dengan memperhitungkan nilai tegangan masukan dan tegangan keluaran dengan persamaan **3.1**.

$$D = 1 - \frac{V_s}{V_o} \dots \dots \dots (3.1)$$

maka untuk menaikkan tegangan dari 12V DC ke 50V DC, duty cycle duty cycle harus bekerja pada nilai 0.76.

4. Frekuensi penyalan

Frekuensi penyalan berpengaruh terhadap ripple tegangan keluaran yang dihasilkan. Dimana ketika frekuensi penyalannya semakin tinggi, maka ripple tegangan keluaran yang dihasilkan akan semakin sedikit, akan tetapi dengan semakin besarnya frekuensi penyalan, maka efisiensi dari rangkaian ini akan semakin rendah. Hal ini dikarenakan adanya switching losses, berupa daya yang hilang dan terdisipasi menjadi panas pada komponen yang digunakan sebagai saklar. Pada penelitian ini digunakan frekuensi penyalan sebesar 4kHz dikarenakan adanya keterbatasan pada rating komponen.

5. Induktor

Induktor berfungsi menyimpan energi saat saklar *off* dan sistem membutuhkan energi induktor akan melepaskan energinya. Dengan asumsi bahwa konverter bekerja pada kondisi Continuous Conduction Mode (CCM), yaitu suatu kondisi dimana arus induktor selalu kontinu setiap waktu atau dapat dikatakan selalu lebih besar dari nol. Nilai arus induktor terdapat pada persamaan 3.2.(Mohan,1995)

$$\Delta i_{L(closed)} = \frac{\overline{V_{in}DT}}{L} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dan syarat nilai CCM terpenuhi seperti persamaan 3.3.

$$I_l = \frac{\Delta i_L}{2} \dots\dots\dots(3.3)$$

Maka didapatkan persamaan nilai induktansi minimum seperti persamaan 3.4.

$$L_{\min} = \frac{\overline{V_S D(1-D)}}{2 f_s I_o} \dots\dots\dots(3.4)$$

Dimana

V_S : Tegangan masukan

D : Duty Cycle

f_s : Frekuensi switching

I_o : Arus keluaran yang diinginkan

Dari persamaan 3.4, untuk mendapatkan nilai induktansi minimum, digunakan parameter dari nilai tegangan masukan dan keluaran maka didapatkan

$V_s : 24 \text{ V}$

$D : 0.75$

$f_s : 4\text{kHz}$

$I_o : 1 \text{ A}$

Maka akan didapatkan nilai $L_{min}=0.000273$ agar sistem dapat berjalan pada mode CCM. Sedangkan induktor yang tersedia yang dapat digunakan adalah induktor 4.3mA dengan rating arus 10A. Dikarenakan nilai induktor yang digunakan lebih besar dari nilai induktor minimum, maka induktor yang digunakan memenuhi syarat agar rangkaian bekerja pada mode CCM.

6. Kapasitor

Kapasitor sebagai *low pass filter* atau komponen yang dapat mengurangi riak pada gelombang tegangan dan arus keluaran. Nilai kapasitansi pada sisi keluaran harus memiliki rating tegangan yang lebih besar dari pada nilai tegangan keluaran yang ingin didapatkan. Pengaturan kapasitansi pada sisi keluaran berpengaruh terhadap nilai ripple tegangan keluaran yang dihasilkan. persamaan nilai kapasitansi pada sisi keluaran seperti persamaan 3.5. (Mohan,1995)

$$C = \frac{I_o D}{\Delta V_{of_s}} \dots \dots \dots (3.5)$$

Dimana

ΔV_o : Ripple Keluaran yang diinginkan

D : Duty Cycle

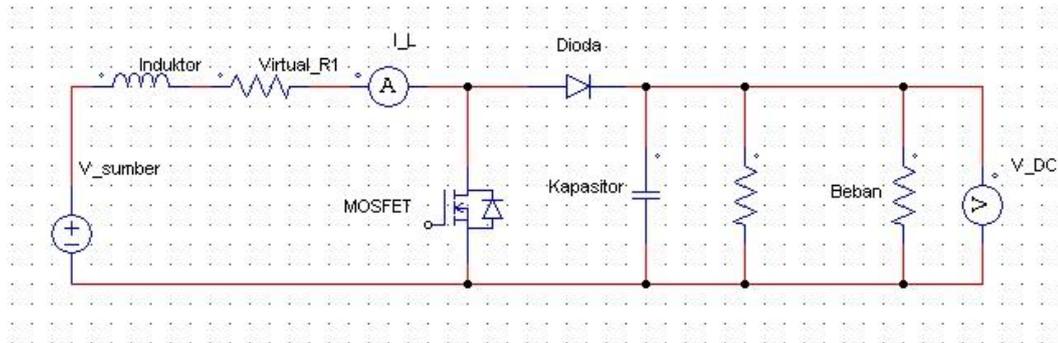
f_s : Frekuensi switching

I_o : Arus keluaran yang diinginkan.

Maka dengan memasukkan nilai nilai yang telah ditentukan , jika dipilih nilai ripple yang diinginkan sebesar 5 V, maka didapatkan nilai kapasitansi $C=38\mu\text{F}$. Oleh karena itu dipilih nilai kapasitansi sebesar 100 μF dengan rating tegangan sebesar 400V. Dengan nilai kapasitansi dan rating tegangan tersebut, maka dapat dikatakan bahwa nilai tersebut memenuhi spesifikasi kapasitansi minimum serta rating tegangan yang dibutuhkan.

7. Dioda, penyerahan gelombang tegangan dan arus.
8. Mosfet, sebagai saklar pada rangkaian.

Adapun model rangkaian *boost converter* diperlihatkan pada **Gambar 3.2**.



Gambar 3.2 Model Rangkaian *Boost Converter* (Penaik Tegangan)

Prinsip kerja dari *boost converter* sebagai berikut :

- a. Bila saklar ditutup

Arus mengalir melalui induktor searah jarum jam dan induktor menyimpan energi. Polaritas dari sisi kiri induktor adalah positif. Ketika saklar di On, saklar ditutup, maka akan mengakibatkan terjadinya peningkatan arus induktor.

- b. Ketika saklar dibuka

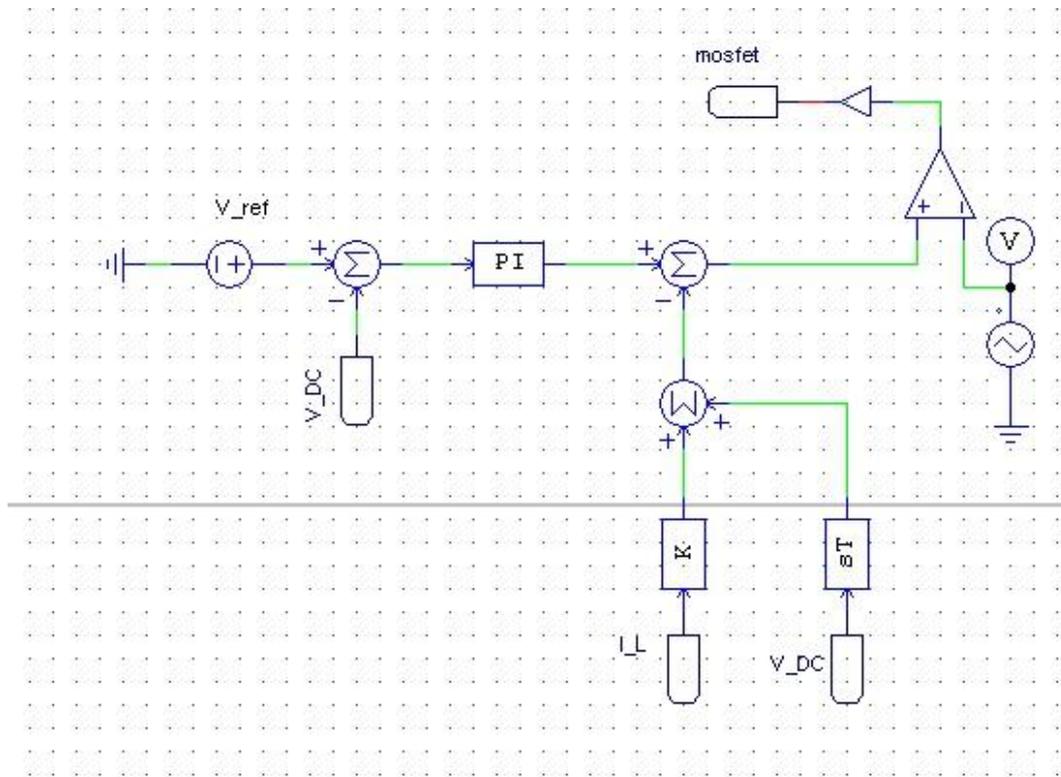
Arus akan berkurang sebagai impedansi lebih tinggi. Oleh karena itu, perubahan atau pengurangan saat ini akan ditahan oleh induktor. Dengan demikian polaritas akan terbalik (berarti sisi kiri induktor akan negatif sekarang). Akibatnya dua sumber akan dalam seri menyebabkan tegangan yang lebih tinggi untuk mengisi kapasitor melalui dioda. Maka ketika saklar terbuka dan satu-satunya jalan yang ditawarkan untuk arus induktor adalah melalui flyback dioda, kapasitor dan beban.

- c. Jika saklar buka-tutup dengan cukup cepat

Maka induktor tidak akan sepenuhnya kosong ketika masa pengisian dan pengurangan energi. Maka dengan hal ini beban akan melihat tegangan akan selalu lebih besar daripada sumber tegangan input ketika sakelar dibuka. Dan ketika sakelar dibuka kapasitor secara paralel dengan beban, maka kapasitor akan menyuplai energi ke beban dengan kombinasi energi dari input sehingga energi total menjadi berlipat-lipat energi semula. Ketika sakelar ditutup maka akan terjadi korsleting sehingga sisi kanan akan kekurangan energy, namun pada waktu ini energi akan di supply oleh kapasitor. Maka pada waktu tersebut kapasitor itu mampu memberikan tegangan dan energi ke beban. Selama waktu ini, dioda akan mencegah energi dari kapasitor untuk keluar melalui saklar . Saklar tentu saja harus dibuka dengan sangat cepat untuk mencegah energi kapasitor keluar terlalu banyak. Nilai dari virtual R1 berfungsi untuk mempercepat proses peredaman riak pada gelombang.

3.5 Pemodelan Sistem Kendali Rangkaian

Keluaran *boost converter* adakalanya kurang stabil, hal ini dikarenakan tegangan yang masuk ke saklar tidak selamanya optimal atau sesuai dengan tegangan referensi. Sehingga dibutuhkan sistem kendali yang dapat mengatur tegangan yang masuk ke *boost converter*. Oleh karena itu, tahap penelitian selanjutnya dilakukan adalah pemodelan sistem kendali rangkaian. Pemodelan tersebut dilakukan menggunakan perangkat lunak Power Simulator (PSIM) pula. Adapun konstanta atau parameter pada model sistem kendali dihitung dengan menggunakan persamaan dari fungsi transfer *boost converter*. berikut merupakan model sistem kendali rangkaian yang ditunjukkan oleh **Gambar 3. 3**.



Gambar 3.3 Model Sistem Kendali *Boost Converter*

Model sistem kendali terdiri dari beberapa komponen digital, antara lain konstanta *feedback*, tegangan referensi, PWM (), dan pengontrol *propotional integrative*. terdapat nilai dari setiap komponen, di dalamnya juga terdapat konstanta pengontrol yang dihitung berdasarkan fungsi transfer *boost converter*. berikut merupakan persamaan yang memenuhi perhitungan parameter sistem kendali.

1. Konstanta *Feedback*

Dalam menentukan nilai konstanta *feedback* yang sesuai, digunakan metode *pole placement* seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Dalam menggunakan metode *pole placement* ini sistem yang dianalisis harus dalam kondisi linear. Oleh karena itu, digunakanlah analisis sinyal kecil seperti pada penjelasan **sub bab 2.2** untuk melienarisasi persamaan sistem, dalam hal ini rangkaian DC-DC Boost konverter. Persamaan linear yang nantinya akan dianalisis pun secara umum akan berbentuk persamaan 3.6.

$$T(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \dots \dots \dots (3.6)$$

Sehingga dari persamaan 3.6, nantinya akan didapatkan akar-akar yang berupa letak *pole* seperti persamaan 3.7.

$$pole_{1,2} = -\zeta \omega_n \pm j\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2} \dots\dots\dots(3.7)$$

Untuk mencari nilai dari faktor redaman seperti persamaan 3.8.

$$\zeta = \frac{-\ln\left(\frac{\%OS}{100}\right)}{\sqrt{\pi^2 + \ln^2\left(\frac{\%OS}{100}\right)}} \dots\dots\dots(3.8)$$

Sedangkan untuk mencari nilai waktu settling seperti persamaan 3.9.

$$t_{settling} = \frac{4}{\zeta\omega_n} \dots\dots\dots(3.9)$$

Dari diagram blok pada **Gambar 2.1** pada bab 2, didapatkan bahwa terdapat 2 buah konstanta feedback pada sistem kendali virtual resistance ini yaitu K_1 dan K_2 dimana

$$K_1 = \frac{R_1}{V_o} \dots\dots\dots(3.10)$$

$$K_2 = \frac{sL}{R_2 V_o (1-D)} \dots\dots\dots(3.11)$$

Dimana nilai R_1 merupakan nilai resistansi virtual yang seolah-olah dipasang secara seri dengan induktor dan R_2 merupakan nilai resistansi virtual yang terpasang paralel dengan keluaran.

Kemudian jika digunakan analisis non-ideal, ada nilai drop tegangan yang cukup memengaruhi nilai tegangan keluaran. Hal ini disebabkan oleh adanya nilai-nilai ketidak idealan pada komponen yang digunakan, baik itu merupakan resistansi ekivalen, maupun tegangan drop pada komponennya. Maka pada kondisi *steady state* di induktor diperoleh persamaan 3.12.

$$0 = (D)(V_s - I_L(R_L + R_s)) + (1 - D)(V_{in} - V_d - V_{out} - I_L R_L) \dots\dots 3.12$$

Dimana

R_L = resistansi pada induktor

R_s = resistansi pada MOSFET

V_d = tegangan drop pada dioda

Sedangkan persamaan kondisi steady ideal pada kapasitor didapatkan persamaan 3.13.

$$I_L = \frac{V_O}{R_{beban}(1-D)} \dots \dots \dots (3.13)$$

Dari kedua persamaan diatas, apabila persamaan 3.12 disubstitusikan ke persamaan 3.13, akan didapatkan persamaan 3.14.

$$V_O = (V_S - V_d(1 - D)) \left(\frac{R_{beban}(1-D)}{R_{beban}(1-D)^2 + (R_L + R_S D)} \right) \dots \dots \dots (3.14)$$

maka persamaan *state space* akan mengalami perubahan menjadi seperti persamaan 3.15 dan 3.16.

$$\begin{bmatrix} \frac{d\Delta I_L}{dt} \\ \frac{d\Delta V_O}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{(-R_L - R_S D)}{L} & \frac{(D-1)}{L} \\ \frac{(1-D)}{C} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta I_L \\ \Delta V_O \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{\overline{V_O} + V_d - \overline{I_L} R_S}{L} \\ -\frac{\overline{I_L}}{C} \end{bmatrix} \Delta D \dots \dots \dots (3.15)$$

$$\Delta V_O = [0 \quad 1] \begin{bmatrix} \Delta I_L \\ \Delta V_O \end{bmatrix} \dots \dots \dots (3.16)$$

Maka persamaan karakteristik yang dihasilkan setelah digunakan konstanta *feedback* pada tiap tiap *state* didapatkan dari determinan matriks $(sI - (A - BK))$ seperti persamaan 3.17.

$$(sI - (A - BK)) = \begin{bmatrix} s & 0 \\ 0 & s \end{bmatrix} - \left(\begin{bmatrix} \frac{(-R_L - R_S D)}{L} & \frac{(D-1)}{L} \\ \frac{(1-D)}{C} & 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \frac{(\overline{V_O} + V_d - \overline{I_L} R_S) K_1}{L} & \frac{(\overline{V_O} + V_d - \overline{I_L} R_S) K_2}{L} \\ -\frac{\overline{I_L} K_1}{C} & -\frac{\overline{I_L} K_2}{C} \end{bmatrix} \right) \dots \dots \dots (3.17)$$

$$(sI - (A - BK)) = \begin{bmatrix} \left(s + \frac{(\overline{V_O} + V_d - \overline{I_L} R_S) K_1}{L} + \frac{(-R_L - R_S D)}{L} \right) & \left(\frac{(1-D)}{L} + \frac{(\overline{V_O} + V_d - \overline{I_L} R_S) K_2}{L} \right) \\ \left(\frac{(1-D)}{C} - \frac{\overline{I_L} K_1}{C} \right) & \left(s - \frac{\overline{I_L} K_2}{C} \right) \end{bmatrix} \dots \dots \dots (3.18)$$

Maka nilai Determinan dari matriks diatas adalah

$$\det(sI - (A - BK)) = s^2 + \left(\frac{(\overline{V_O} + V_d - \overline{I_L} R_S) K_1}{L} + \frac{(-R_L - R_S D)}{L} - \frac{\overline{I_L} K_2}{C} \right) s + \left(\frac{-(R_L + R_S D) \overline{I_L} K_2}{LC} + \frac{(1-D)^2}{LC} + \frac{(\overline{V_O} + V_d - \overline{I_L} R_S) K_2 (1-D)}{LC} + \frac{\overline{I_L} (1-D) K_1}{LC} \right) \dots \dots \dots (3.19)$$

Dengan mensubstitusi persamaan komponen *feedback* 3.19 dengan persamaan *virtual resistor* 3.10 dan 3.11, maka persamaan karakteristiknya akan menjadi

$$\det(sI - (A - BK)) = \left(\frac{c - \overline{I_L} K_2}{c} \right) s^2 + \left(\frac{(\overline{V_O} + V_d - \overline{I_L} R_S) K_1}{L} + \frac{(-R_L - R_S D)}{L} + \frac{-(R_L + R_S D) \overline{I_L} K_2}{LC} + \frac{(\overline{V_O} + V_d - \overline{I_L} R_S) K_2 (1-D)}{LC} \right) s + \left(\frac{(1-D)^2}{LC} + \frac{\overline{I_L} (1-D) K_1}{LC} \right) \dots \dots \dots (3.20)$$

$$\det(sI - (A - BK)) = (LC - L \overline{I_L} K_2) s^2 + \left(C(\overline{V_O} + V_d - \overline{I_L} R_S) K_1 + C(-R_L - R_S D) + (-R_L + R_S D) \overline{I_L} K_2 + ((\overline{V_O} + V_d - \overline{I_L} R_S) K_2 (1-D)) \right) s + (1-D)^2 + \overline{I_L} (1-D) K_1 \dots \dots \dots (3.21)$$

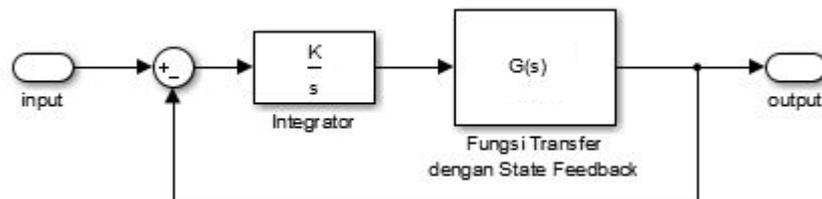
Dari persamaan 3.21 dapat diketahui bahwa fungsi transfer dari sistem kendali adalah

$$Tf = \frac{(1-D)(\bar{V}_o + V_d - \bar{I}_L R_S) - (R_L + R_S D)\bar{I}_L + sL\bar{I}_L}{(LC - L\bar{I}_L K_2)s^2 + (c(\bar{V}_o + V_d - \bar{I}_L R_S)K_1 + c(-R_L - R_S D) + (-R_L + R_S D)\bar{I}_L K_2) + ((\bar{V}_o + V_d - \bar{I}_L R_S)K_2(1-D))s + (1-D)^2 + \bar{I}_L(1-D)K_1} \dots (3.22)$$

Dari persamaan diatas, dapat dilihat bahwa nilai *virtual resistance* yang direpresentasikan dalam lambang K, memengaruhi akar-akar dari persamaan karakteristik yang secara tidak langsung nantinya akan memengaruhi letak pole pada grafik root locus. nilai resistansi virtual dipilih nilai R1, yaitu sebesar 0.3 Ohm. Dan nilai R2, yaitu sebesar 100 ohm.

2. Konstanta Kontroler Tegangan

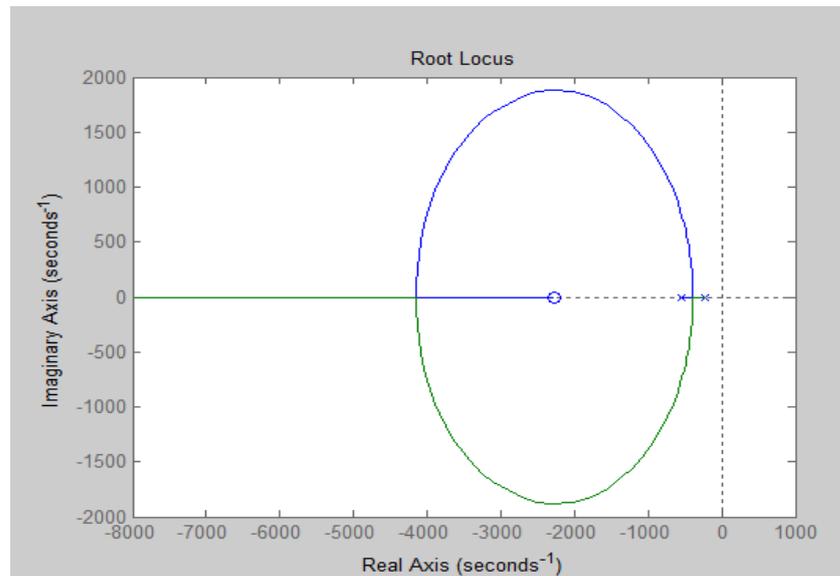
Setelah dipilih nilai resistansi virtualnya, selanjutnya akan ditentukan nilai konstanta controller tegangan berupa integrator yang berfungsi untuk menghilangkan *steady state error*. Skema kontroler tegangan ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Skema Kontroler Tegangan

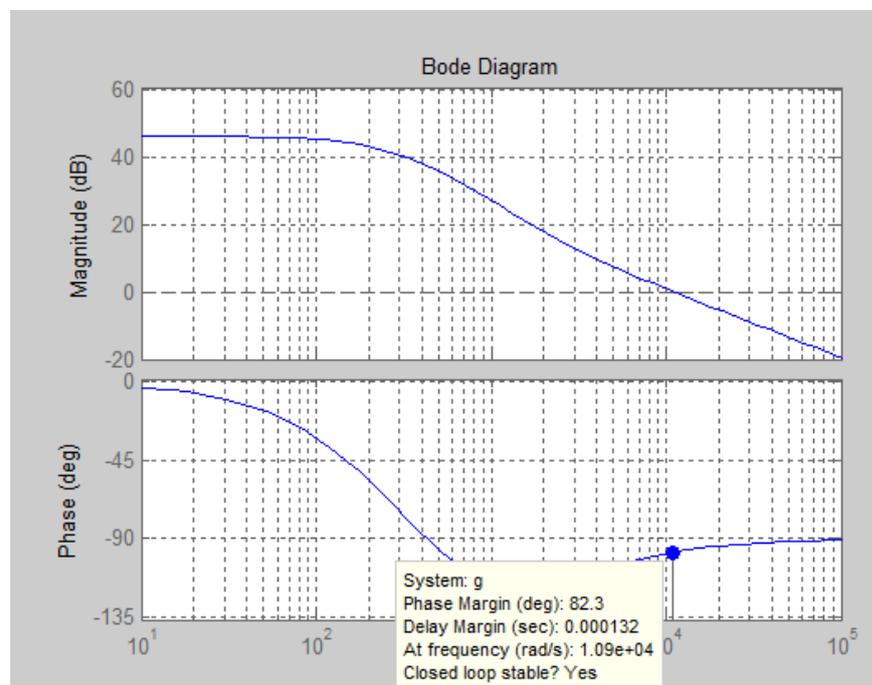
Dalam menentukan nilai gain K pada integrator, digunakan MATLAB untuk mengeluarkan grafik root locus untuk mencari nilai K sehingga sistem yang tetap stabil. Dengan menggunakan metode root locus yang telah dijelaskan pada sub-bab sebelumnya, digunakan controller berupa integrator Ks . Dimana pada penentuan nilai *gain* K, pole yang ada harus bernilai negative pada domain riil.

Pada program MATLAB telah dilakukan penghitungan berdasarkan nilai dari fungsi transfer dan dengan metode root locus didapat grafik seperti yang ditunjukkan oleh gambar 3.6 dari gambar dapat disimpulkan bahwa program sudah stabil karena nilai pole berada pada sumbu negatif imajiner.



Gambar 3.6 Grafik *Root Locus*

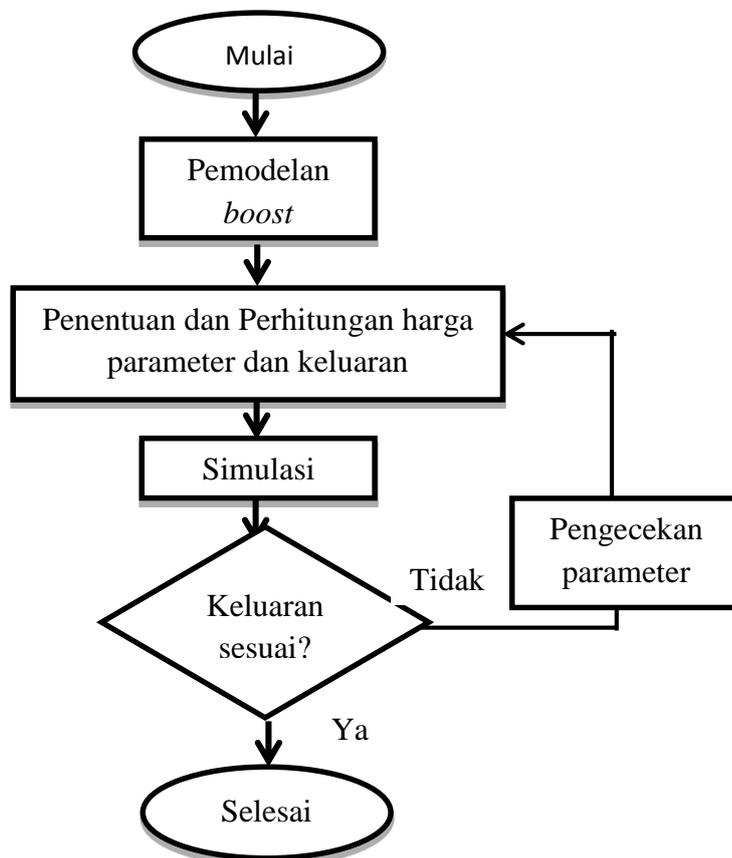
Selain itu, dengan menggunakan grafik *bode plot* pada program MATLAB menunjukkan bahwa sistem dapat digunakan untuk model *close loop*. Hal ini ditunjukkan pada **Gambar 3.7**.



Gambar 3.7 Grafik *Bode Plot*

3.6 Simulasi

Setelah melakukan pemodelan hal selanjutnya yang dilakukan adalah simulasi. Model rangkaian *boost converter* disimulasikan dan dilihat keluaran tegangannya. Model rangkaian *boost converter* dilihat apakah keluaran tegangan naik sesuai ketentuan yang dibuat dari harga tegangan masukan. Apabila hasil keluaran konverter tersebut telah sesuai dengan ketentuan dan lebih stabil gelombangnya penelitian tahap selanjutnya akan dilakukan. Namun apabila keluaran tegangan gelombangnya tidak sesuai dan tidak stabil, maka parameter dan rangkaian diperiksa bilamana ada kesalahan penyambungan. Adapun diagram alir pelaksanaan simulasi model rangkaian diperlihatkan pada **Gambar 3.8**.



Gambar 3.8 Diagram Alir Proses Simulasi Moel Rangkaian

Pemodelan *boost converter* dibuat seperti pada **Gambar 3.2** dilakukan pada perangkat lunak PSIM 9 dengan memasukkan nilai parameter yang terdapat pada **Tabel 3.1**. Simulasi dilakukan dengan mengubah ubah nilai pada Virtual Resistansi 1 dan 2. Sedangkan hasil keluaran yang diharapkan sebersar 50V.

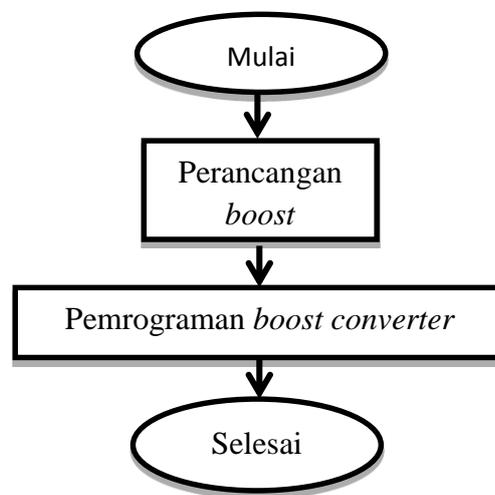
Andra Yovinda, 2019

PEMBUATAN DC - DC CONVERTER TIPE BOOST DENGAN MENGGUNAKAN TEKNIK KENDALI VIRTUAL RESISTANCE

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

3.7 Pembuatan Perangkat Keras

Penelitian dilanjutkan dengan merancang perangkat keras *boost converter*. Adapun komponen dan peralatan yang dibutuhkan dicantumkan pada **Tabel 3.1**. Komponen dirangkai dan disambungkan satu sama lain sehingga membentuk model rangkaian seperti pada **Gambar 3.2**. Sedangkan pada pemrograman dilakukan dengan mikrokontroler Arduino UNO dengan program yang terdapat pada lampiran. Adapun diagram alir pembuatan alat diperlihatkan **Gambar 3.9**.



Gambar 3.9 Diagram Alir Perancangan Perangkat Keras *Boost converter*

Apabila perangkat keras *boost converter* telah dirancang, selanjutnya dilakukan pengujian alat. Pengujian alat menggunakan osiloskop, sedangkan parameter yang diuji adalah tegangan dan arus keluaran. Tegangan yang diharapkan pada pengujian ini sebesar 50 V. Apabila keluaran alat belum dihasilkan secara maksimal dan stabil, maka dilakukan pengecekan ulang dari komponen dan sambungan pada rangkaian bilamana terjadi kesalahan pemasangan.

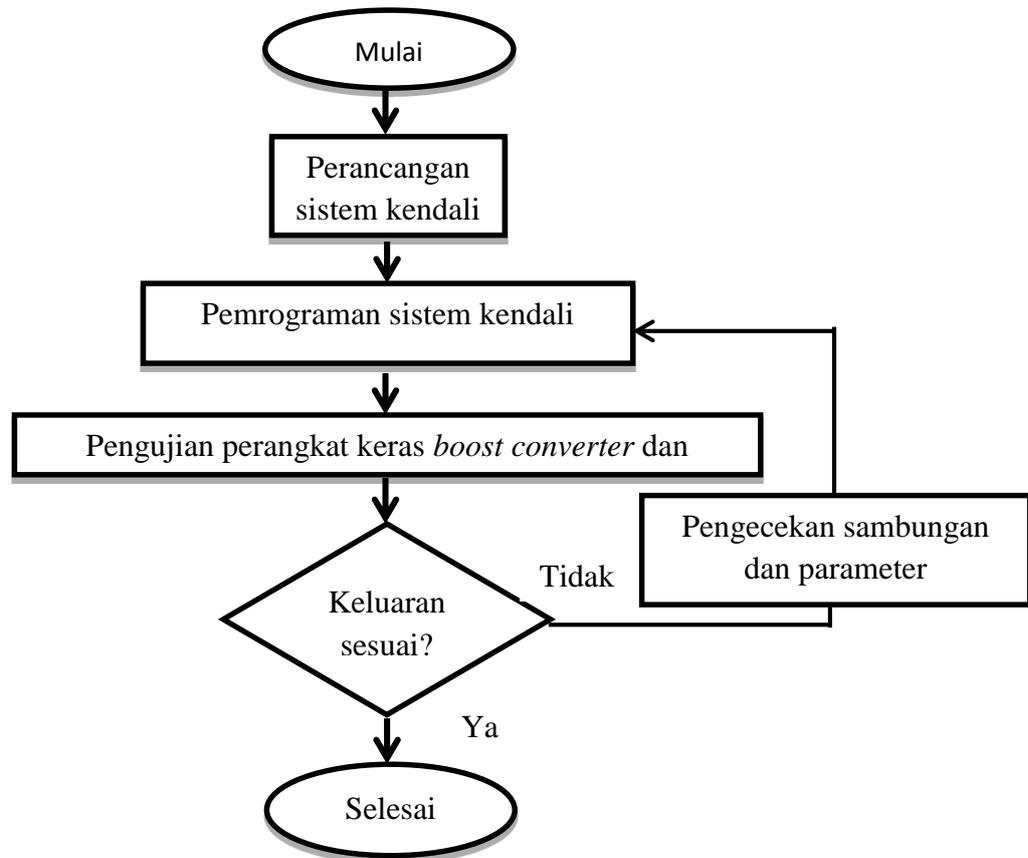
3.8 Perancangan Perangkat Keras Sistem Kendali

Selanjutnya merancang perangkat keras sistem kendali rangkaian. Seperti penjelasan sebelumnya sistem memerlukan pengontrol agar keluaran yang dihasilkan tetap stabil. Pengontrol yang telah selesai dirancang akan diprogram menggunakan perangkat lunak Arduino. Adapun tahapan perancangan perangkat keras sistem kendali diperlihatkan pada **Gambar 3.10**.

Andra Yovinda, 2019

PEMBUATAN DC - DC CONVERTER TIPE BOOST DENGAN MENGGUNAKAN TEKNIK KENDALI VIRTUAL RESISTANCE

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



Gambar 3.10 Diagram Alir Perancangan Perangkat Keras Sistem Kendali *Boost Converter*

Perrancangan perangkat keras sistem kedali dilakukan dengan menggunakan mikrokontroler Arduino UNO. Mikrokontroler ini diprogram sedemikian rupa sehigga dapat digunakan untung mengatur pengluaran dari perangkat keras boost converter sebesar 50 V.

3.9 Analisis Data

Setelah pengujian alat selesai apabila harga keluaran sistem telah sesuai dengan parameter dan stabil, lalu dilakukan analisis data mengenai hasil simulasi dan pengujian alat. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui keluaran alat apakah sesuai dengan parameter dan memenuhi ketentuan secara teori. Hasil analisis data dijelaskan dalam laporan hasil penelitian. Pada penelitian ini didapat hasil pengluaran tegangan sebesar 50 V.

Andra Yovinda, 2019

PEMBUATAN DC - DC CONVERTER TIPE BOOST DENGAN MENGGUNAKAN TEKNIK KENDALI VIRTUAL RESISTANCE

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