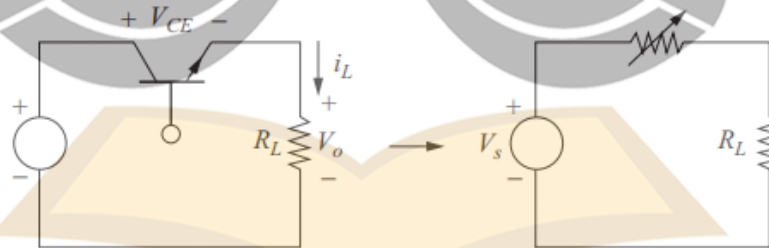


www.itk.ac.id  
**BAB II**  
**TINJAUAN PUSTAKA**

## 2.1 DC-DC Converter

DC-DC *converter* adalah rangkaian elektronika daya yang berfungsi untuk mengubah nilai tegangan DC ke nilai tegangan DC yang berbeda. Pada DC-DC *converter* dapat mengatur *output* yang diinginkan. Dari definisi tersebut terdapat dua pengoprasian DC-DC *converter* ialah sebagai penaik tegangan (*step up*) dan penurun tagangan (*step down*). Pada penaik tegangan (*step up*), nilai tegangan keluaran lebih besar dari tegangan masukan yang diberikan. Sedangkan pada penurun tegangan (*step down*), nilai keluaran lebih kecil dari tegangan masukan yang diberikan.

Terdapat dua cara yang digunakan untuk mengubah nilai tegangan keluaran dari DC-DC *converter* ialah dengan tipe linear dan tipe *switching* (penyaklaran). Pada tipe linear, nilai tegangan *output* diatur dengan cara mengatur nilai arus pada basis transistor. Nilai arus yang mengalir ke beban berubah sesuai dengan perubahan arus pada basis transistor (Hart, 2011).

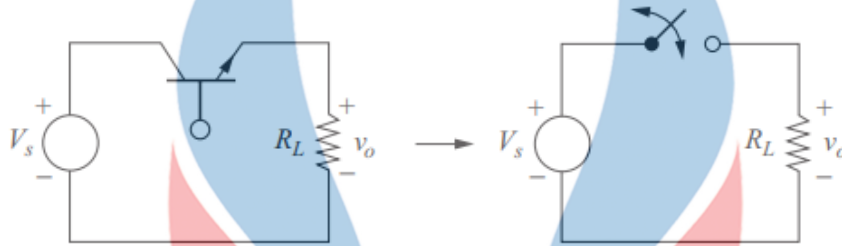


Gambar 2. 1 DC-DC converter tipe linear (Hart, 2011)

Pada Gambar 2.1 nilai tegangan keluaran DC-DC *converter* didapatkan dari perkalian antara arus pada beban dengan resistansi pada beban yang dapat ditulis pada persamaan 2.1.

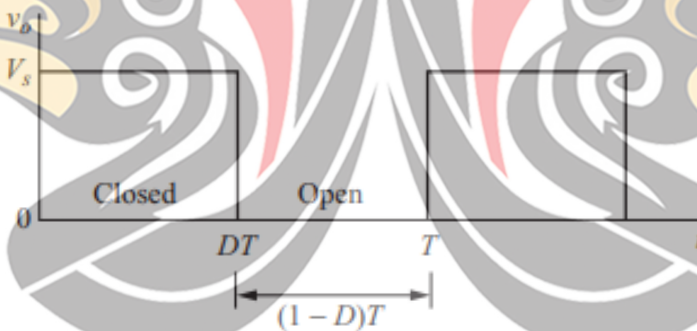
$$V_o = I_L R_L \quad (2.1)$$

Regulator tegangan alternatif selain tipe linear adalah tipe *switching* (penyaklaran) yang disebut *DC chopper*. Pada tipe penyaklaran, transistor beroperasi sebagai saklar (*on* dan *off*). Pada saat saklar *on* yaitu kondisi saturasi, sedangkan pada saat saklar *off* yaitu kondisi *cut off*. Dengan asumsi saklar ideal seperti Gambar 2.2, *output* sama dengan *input* ketika saklar ditutup, dan *output* nol ketika saklar terbuka (Hart, 2011).



Gambar 2. 2 DC-DC *converter* tipe *switching* (penyaklaran) (Hart, 2011)

Pembukaan dan penutupan saklar secara berkala menghasilkan *output* pulsa tegangan keluaran yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 (Hart, 2011).



Gambar 2. 3 Nilai tegangan keluaran (Hart, 2011)

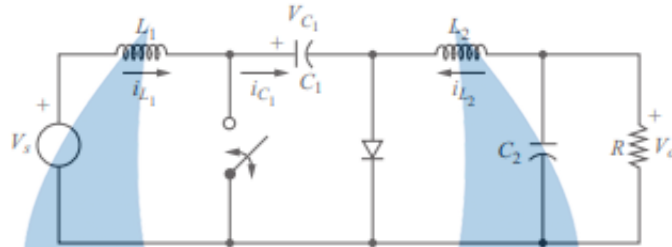
Besarnya tegangan keluaran bergantung dari nilai *duty cycle* yaitu perbandingan waktu saklar aktif dan periode penyaklaran.

$$D = \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}} = \frac{t_{on}}{T} = t_{on}f \quad (2.2)$$

## 2.2 *Ćuk Converter*

*Ćuk converter* ialah salah satu jenis DC-DC *converter* yang dapat digunakan untuk menghasilkan tegangan *output* yang lebih besar, samadengan, dan lebih

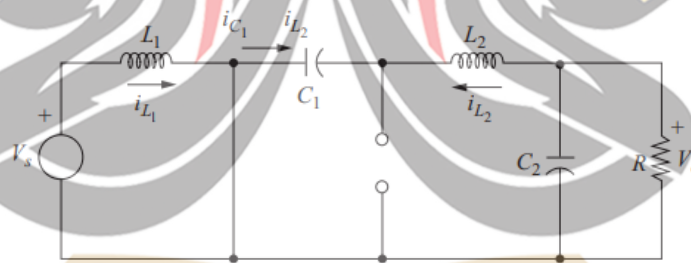
rendah dari tegangan *input* dengan polaritas terbalik pada tegangan *output*. Ini berasal dari kombinasi dua topologi DC-DC *converter* dasar yaitu *buck* dan *boost converter* (Mokal, 2017).



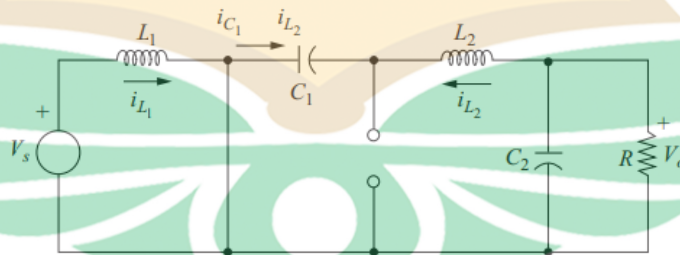
Gambar 2. 4 Rangkaian Ćuk Converter (Hart, 2011).

Induktor pada *input* ( $L_1$ ) berfungsi sebagai filter dari sumber DC untuk mengurangi besarnya harmonisa pada *input*. Berbeda dengan *converter* lainnya dimana aliran energi terjadi pada induktor, pada *converter* jenis ini, transfer energi bergantung pada kapasitor ( $C_1$ ). Tegangan rata-rata di  $C_1$  pada saat *steady state* (tegangan rata-rata di induktor adalah nol) (Hart, 2011).

$$V_{C_1} = V_s - V_o \quad (2.3)$$



(a)



(b)

Gambar 2. 5 Kondisi ketika saklar off (a) dan kondisi ketika saklar on (b) (Hart, 2011).

Pada Gambar 2.5 didapatkan nilai arus pada  $C_1$  Ketika saklar nonaktif dan saklar aktif yang dapat dituliskan dengan persamaan 2.4 dan 2.5.

$$(i_{C1})_{closed} = -I_{L2} \quad (2.4)$$

$$(i_{C1})_{open} = I_{L1} \quad (2.5)$$

Dalam satu periode operasi, arus rata-rata kapasitor  $C_1$  adalah nol. Ketika saklar *on* untuk waktu  $DT$  dan ketika saklar *off* untuk  $(1-D)T$  yang dapat dilihat pada persamaan 2.6

$$\begin{aligned} [(i_{C1})_{closed}]DT + [(i_{C1})_{open}](1-D)T &= 0 \\ -I_{L2}DT + I_{L1}(1-D)T &= 0 \\ \frac{I_{L1}}{I_{L2}} &= \frac{D}{1-D} \end{aligned} \quad (2.6)$$

Dalam kondisi ideal, daya yang disuplai sumber (masukan) samadengan daya yang diserap beban (keluaran) yang dapat ditulis dengan persamaan 2.7.

$$\begin{aligned} P_S &= P_O \\ V_S I_{L1} &= -V_O I_{L2} \\ \frac{I_{L1}}{I_{L2}} &= \frac{V_O}{V_S} \end{aligned} \quad (2.7)$$

Dari persamaan 2.7 dan 2.6 dapat disubtitusikan untuk mendapatkan persamaan tegangankeluaran dari rangkaian *Ćuk converter* yang dapat dituliskan dengan persamaan 2.8 (Hart, 2011). Untuk mendapatkan tegangan keluaran yang diinginkan dapat dilakukan dengan cara menghitung nilai *duty cycle* atau buka tutupnya saklar seperti pada persamaan 2.9 (Dwivedi, 2007).

$$V_o = -V_s \left( \frac{D}{1-D} \right) \quad (2.8)$$

$$D = -\frac{V_o}{V_s - V_o} \quad (2.9)$$

Tegangan pada keluaran *Ćuk converter* memiliki riak tegangan. Nilai riak tegangan pada keluaran dinamakan *ripple factor*. Nilai *ripple factor* untuk rangkaian *Ćuk converter* seperti pada persamaan 2.10.

$$\frac{\Delta V_o}{V_o} = \frac{1-D}{8L_2C_2 f^2} \quad (2.10)$$

Berdasarkan persamaan 2.10, nilai riak tegangan keluaran dalam satuan Volt bisa didapatkan. Nilai riak pada tegangan keluaran ditunjukkan pada persamaan 2.11.

$$\Delta V_o = \frac{V_o(1-D)}{8L_2C_2 f^2} \quad (2.11)$$

Sedangkan untuk riak atau perubahan nilai tegangan kapasitor 1. Nilai riak tegangan pada kapasitor 1 dapat ditulis dengan persamaan 2.12.

$$\Delta V_{C1} = \frac{V_o D}{C_1 R F} \quad (2.12)$$

Nilai riak arus pada induktor 1 dan induktor 2 bergantung pada besarnya nilai induktor yang digunakan. Besarnya nilai riak arus pada induktor 1 dan induktor 2 ditunjukkan dengan persamaan 2.13 dan 2.14.

$$\Delta i_{L1} = \frac{V_s D}{L_1 f} \quad (2.13)$$

$$\Delta i_{L2} = \frac{V_s D}{L_2 f} \quad (2.14)$$

### 2.3 *Pulse Width Modulation*

*Pulse Width Modulation* (PWM) merupakan sinyal dengan bentuk gelombang kotak. PWM memiliki periode waktu aktif (*on*) dan nonaktif (*off*). Perbandingan lebar gelombang aktif dengan periode satu gelombang dikenal dengan istilah *duty cycle*. Frekuensi dan *duty cycle* pada PWM inilah yang dimanfaatkan untuk penyaklaran (Peddapelli, 2014).

Pada prinsipnya semua skema modulasi bertujuan untuk membentuk gelombang pulsa penyaklaran. Kesulitan utama dengan gelombang pulsa yang

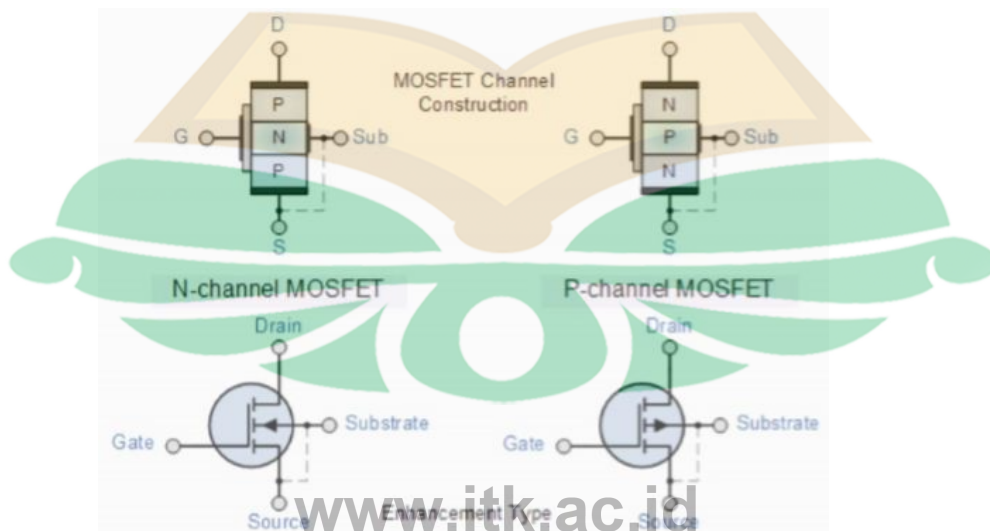


diaktifkan adalah bahwa mereka juga mengandung komponen harmonik yang tidak diinginkan yang harus diminimalkan. Karenanya untuk skema PWM apapun, tujuan utama dapat diidentifikasi yaitu menghitung waktu sakelar *on* yang menghasilkan tegangan atau arus *output* yang diinginkan. Setelah memenuhi tujuan utama ini, tujuan sekunder untuk strategi PWM adalah untuk menentukan cara paling efektif untuk mengatur *switching* untuk meminimalkan distorsi harmonik yang tidak diinginkan, kerugian *switching*, atau kriteria kinerja tertentu lainnya (Holmes, 2003).

## 2.4 MOSFET (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*)

MOSFET merupakan singkatan dari *Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*. MOSFET diperuntukkan untuk melakukan pensaklaran dengan kapasitas arus yang besar. Umumnya, MOSFET terdiri dari *gate*, *drain*, dan *source* sebagai tempat yang sesuai dengan tiga terminal kolektor, emitor, dan basis untuk BJT. BJT beroperasi dengan mengatur arus sedangkan MOSFET daya adalah perangkat yang beroperasi mengatur tegangan (Bimbhra, 2004).

Mosfet P-Channel memiliki panah keluar, hal ini menunjukkan bahwa konduktansi yang terjadi disebabkan oleh *holes*, sedangkan Mosfet N-Channel memiliki panah masuk, yang menunjukkan bahwa konduktansi yang terjadi dikarenakan oleh elektron (Lingarjati, 2012).



Gambar 2. 6 N dan P channel MOSFET (Lingarjati, 2012)

## 2.5 Kendali PID (*Proportional Integral Derivative*)

*Proportional Integral Derivative* (PID) merupakan salah satu metode dalam sistem kontrol. PID terdiri dari 3 kontroler yaitu kontroler proporsional, kontroler integral, dan kontroler turunan. Masing-masing aksi kontrol mempunyai keunggulan-keunggulan tertentu, dimana aksi kontrol proporsional mempunyai keunggulan *rise time* yang cepat, aksi kontrol integral mempunyai keunggulan untuk memperkecil *error* dan aksi kontrol turunan mempunyai keunggulan untuk meredam *overshot* atau *undershot*. Untuk itu agar kita dapat menghasilkan keluaran dengan *rise time* yang cepat dan *error* yang kecil didapat dengan menggabungkan ketiga aksi kontrol ini menjadi aksi kontrol PID. Kontroler proporsional pada dasarnya merupakan penguatan dengan penguatan yang dapat diatur. Hubungan antara keluaran kontroler  $y(t)$  dan sinyal kesalahan penggerak  $e(t)$ .

Kontroler integral berfungsi menghasilkan respon sistem yang memiliki kesalahan keadaan mantap nol. Kalau sebuah *plant* tidak memiliki unsur integrator ( $1/s$ ), kontroler proporsional tidak akan mampu menjamin keluaran sistem dengan kesalahan keadaan mantapnya nol. Pada kontroler integral, harga keluaran kontroler  $y(t)$  diubah dengan laju yang sebanding dengan sinyal kesalahan penggerak  $e(t)$ . Modelnya dapat dilihat pada persamaan 3. Konstanta integral  $K_i$  yang besar akan mempercepat hilangnya *offset*. Tetapi semakin besar nilai konstanta  $K_i$  akan mengakibatkan peningkatan osilasi dari sinyal keluaran kontroler (Sutanto, 2017).

Kontroler turunan memiliki sifat seperti halnya suatu operasi differensial. Perubahan yang mendadak pada masukan kontroler mengakibatkan perubahan yang sangat besar dan cepat. Kontroler turunan umumnya dipakai untuk mempercepat respon awal suatu sistem, tetapi tidak memperkecil kesalahan pada keadaan tunaknya. Kerja kontroler turunan hanyalah efektif pada lingkup yang sempit, yaitu pada periode peralihan (Sutanto, 2017).

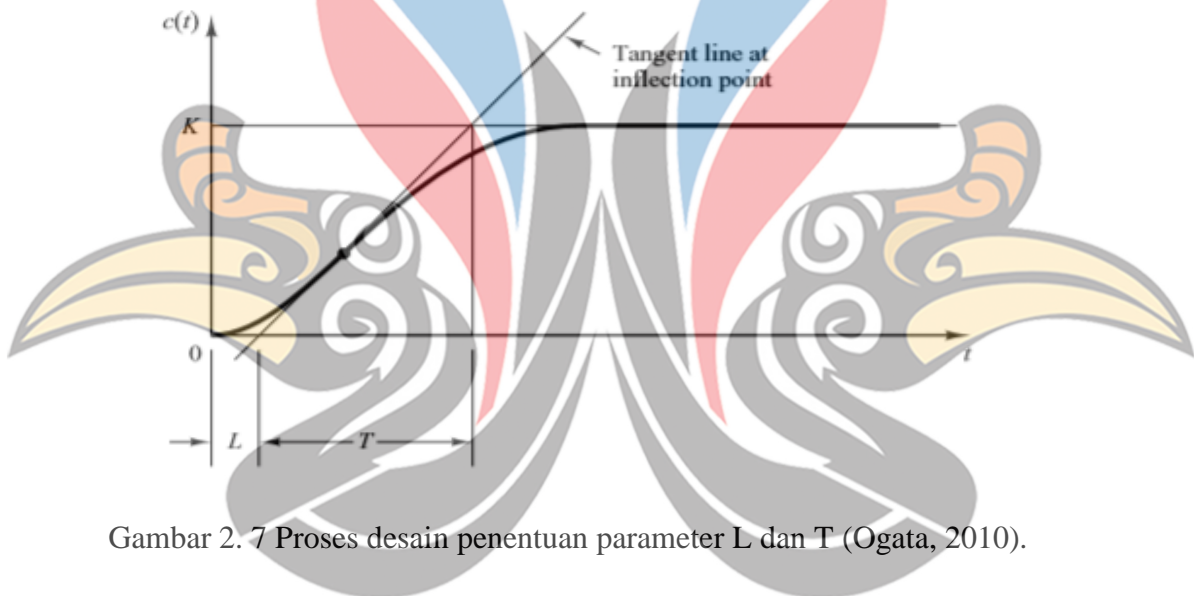
## 2.6 Metode Ziegler-Nichols

Salah satu metode untuk mencari parameter PID yaitu dengan menggunakan metode Ziegler-Nichols. Pada metode ini terdapat 2 tipe, yaitu tipe 1 *open loop* dan

tipe 2 *close loop*. Tipe *close loop* digunakan ketika metode Ziegler-Nichols tipe *open loop* tidak memenuhi. [www.itk.ac.id](http://www.itk.ac.id)

### 2.6.1 Metode Ziegler-Nichols tipe *Open Loop*

Metode ini dilakukan dengan memberikan *input step* sehingga respon *open loop* terbentuk. Dari respon *open loop* yang dihasilkan, parameter-parameter Ziegler-Nichols tipe 1 (L dan T) dapat didapatkan. Proses desain menentukan parameter L dan T ditunjukkan pada Gambar dibawah ini. Setelah parameter L dan T didapatkan, nilai-nilai  $K_p$ ,  $T_i$ , dan  $T_d$  bisa dicari dengan menggunakan rumus-rumus parameter PID untuk metoda Ziegler-Nichols tipe 1 (Ogata, 2010)..



Gambar 2. 7 Proses desain penentuan parameter L dan T (Ogata, 2010).

Tabel berikut menunjukkan Tabel parameter PID untuk Ziegler-Nichols tipe 1(Ogata, 2010).

Tabel 2. 1 Parameter PID untuk Ziegler-Nichols tipe *Open Loop* (Ogata, 2010)

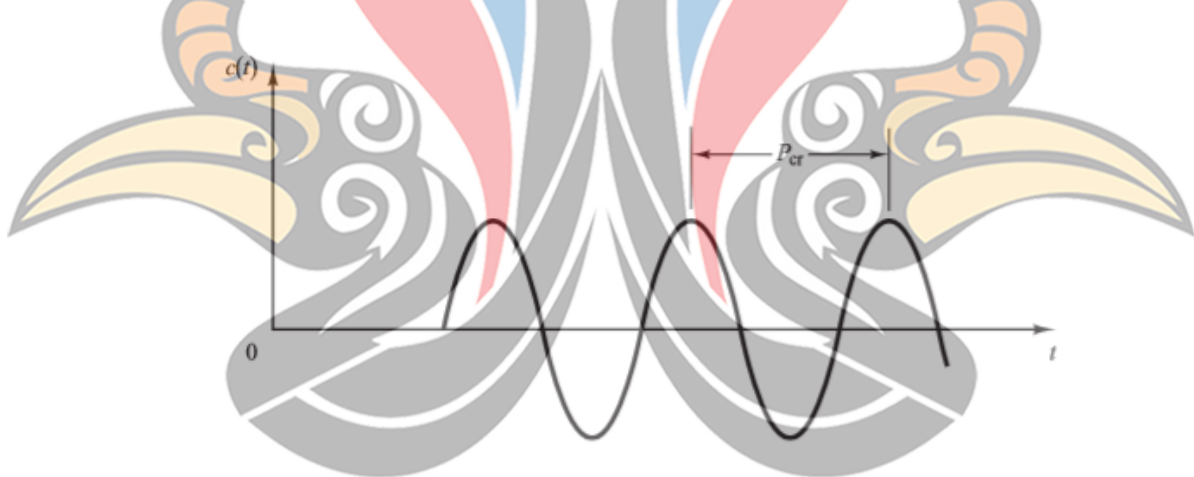
Tipe Kontroler	$K_p$	$T_i$	$T_d$
P	$\frac{T}{L}$	$\infty$	0
PI	$0.9 \frac{T}{L}$	$\frac{L}{0.3}$	0
PID	$1.2 \frac{T}{L}$	$2L$	$0.5L$



## 2.6.2 Metode Ziegler-Nichols tipe *Close Loop*

Metode Ziegler-Nichols tipe 2, digunakan sistem *closed loop*. Namun yang digunakan hanya  $K_p$  saja. Sistem dibuat hingga berosilasi terus menerus dengan mengatur besarnya nilai  $K_p$ . Sistem ini digunakan apabila hasil sistem *open loop* tidak memberikan kurva tangensial (Ogata, 2010). Besarnya nilai  $K_p$  saat respon sistem berosilasi terus menerus merupakan nilai  $K_{cr}$ . Dari respon yang dihasilkan. Parameter lain Ziegler-Nichols tipe 2 selain  $K_{cr}$ , yaitu  $P_{cr}$  dapat dicari, dimana  $P_{cr}$  adalah periode dari 1 siklus gelombang.

Setelah parameter  $K_{cr}$  dan  $P_{cr}$  didapatkan, nilai-nilai  $K_p, T_i$ , dan  $T_d$  bisa dihitung dengan menggunakan rumus-rumus parameter PID untuk ZN tipe 2. Setelah parameter  $K_{cr}$  dan  $P_{cr}$  didapatkan, nilai-nilai  $K_p, T_i$ , dan  $T_d$  bisa dihitung dengan menggunakan rumus-rumus parameter PID untuk ZN tipe 2.



Gambar 2. 8 Osilasi berkelanjutan dengan periode  $P_{cr}$  (Ogata, 2010)

Tabel berikut menunjukkan Tabel parameter PID untuk Ziegler Nichols tipe 2 (*closed loop*) (Ogata, 2010).

Tabel 2. 2 Parameter PID untuk Ziegler-Nichols tipe *Close Loop* (Ogata, 2010)

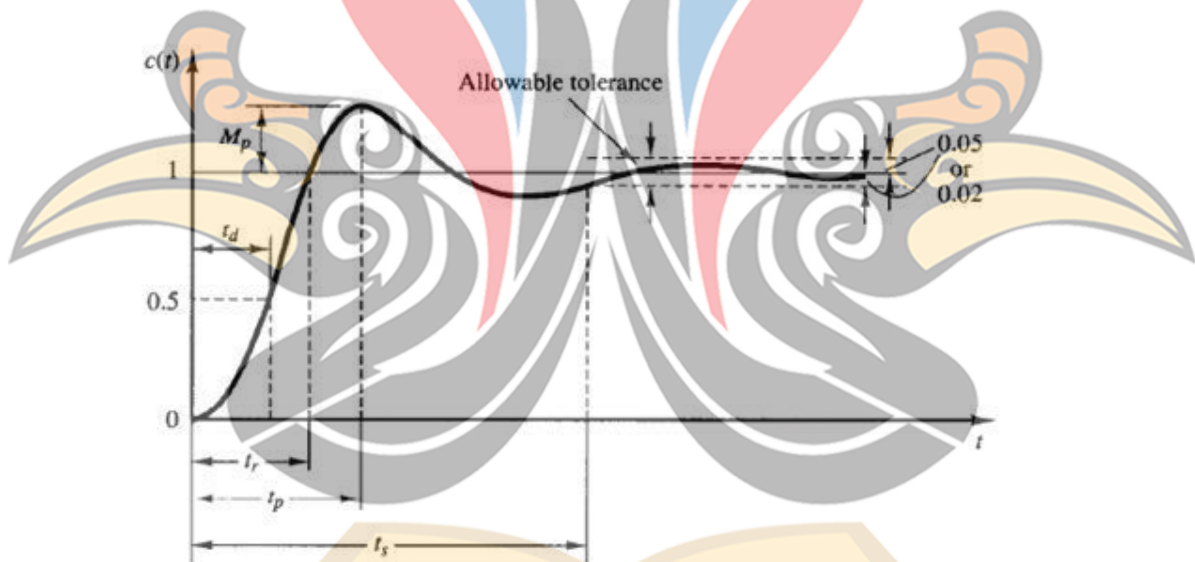
Tipe Kontroler	$K_p$	$T_i$	$T_d$
P	$0.5K_{cr}$	$\infty$	0
PI	$0.45K_{cr}$	$\frac{1}{1.2}P_{cr}$	0
PID	$0.6K_{cr}$	$0.5P_{cr}$	$0.125P_{cr}$

## 2.7 Respon Transien

Respon transien sistem kontrol praktis sering menunjukkan osilasi teredam sebelum mencapai keadaan tunak. Dalam menentukan karakteristik respon sistem kontrol terhadap masukan tangga satuan, biasanya dicari parameter berikut:

1. Waktu tunda (delay time),  $t_d$
2. Waktu naik (rise time),  $t_r$
3. Waktu puncak (peak time),  $t_p$
4. Lewatan maksimum (*maximum overshoot*),  $M_p$
5. Waktu penetapan (*settling time*),  $t_s$

Spesifikasi ini didefinisikan sebagai berikut dan ditunjukkan secara grafis pada Gambar 2.10.



Gambar 2. 9 Kurva Respon Tangga Satuan yang menunjukkan  $t_d, t_r, t_p, M_p, t_s$

1. Waktu tunda adalah waktu yang diperlukan respon untuk mencapai setengah harga akhir yang pertama kali.
2. Waktu naik adalah waktu yang diperlukan respon untuk naik dari 10 sampai 90 %, 5 sampai 95 %, dan 0 sampai 100 % dari harga akhirnya. Untuk sistem orde dua redaman kurang, biasanya digunakan untuk naik 0 sampai 100 %. Untuk sistem redaman lebih, biasanya digunakan waktu naik 10 sampai 90 %.

3. Waktu puncak adalah waktu yang diperlukan respon untuk mencapai puncak lewatan yang pertama kali.

4. Lewatan maksimum adalah harga puncak maksimum dari kurva respon yang diukur dari satu. Jika harga keadaan tunak respon tidak samadengan satu, maka biasa digunakan persen lewatan maksimum. Parameter ini didefinisikan seperti pada persamaan 2.15.

$$\frac{c(t_p) - c(\infty)}{c(\infty)} \times 100\% \quad (2.15)$$

Pada persamaan 2.16 lewatan maksimum ( $M_p$ ) terjadi pada waktu puncak atau pada saat

$$t = t_p = \frac{\pi}{\omega_d} \quad (2.16)$$

Maka nilai lewatan maksimum dapat ditulis seperti pada persamaan 2.17.

$$M_p = e^{-(\xi/\sqrt{1-\xi^2})\pi} \quad (2.17)$$

Untuk mencari nilai persen lewatan maksimum dapat dituliskan seperti persamaan 2.18.

$$M_p = e^{-(\xi/\sqrt{1-\xi^2})\pi} \times 100\% \quad (2.18)$$

Jika sistem linear mempunyai suatu redaman, maka frekuensi alamiah tak teredam tidak dapat diamati secara eksperimental. Frekuensi yang dapat diamati adalah frekuensi alamiah teredam  $\omega_d$  yang dapat ditulis dengan persamaan 2.19.

$$\omega_d = \omega_n \sqrt{1-\xi^2} \quad (2.19)$$

Sehingga, frekuensi alamiah tak teredam ( $\omega_n$ ) dapat ditulis dengan persamaan 2.20.

$$\omega_n = \frac{\omega_d}{\sqrt{1-\xi^2}} \quad (2.20)$$

Setelah mendapatkan beberapa parameter maka didapatkan *transfer function* seperti pada persamaan 2.21.

www.itk.ac.id

$$\frac{C_{(s)}}{R_{(s)}} = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2} \quad (2.21)$$

## 2.8 Kestabilan Routh

Persoalan yang paling penting dalam sistem kontrol linear adalah mengenai kestabilan. Misalnya, pada kondisi yang bagaimana suatu sistem menjadi tidak stabil? Jika tidak stabil, bagaimana menstabilkan sistem tersebut? Disebutkan bahwa sistem dikatakan stabil apabila jika dan hanya semua *pole* dari *transfer function* terletak disebelah kiri sumbu imajiner bidang *s*. kriteria kestabilan routh memberitahukan bahwa ada atau tidak ada akar-akar positif pada persamaan polynomial, tanpa menyelesaikan persamaan tersebut. Kriteria ini hanya dapat diterapkan pada polynomial dengan sejumlah terhingga suku-suku. Jika kriteria ini diterapkan pada suatu sistem kontrol, maka informasi mengenai kestabilan mutlak dapat diperoleh secara langsung dari koefisien-koefisien persamaan karakteristik. Adapun prosedur dalam kriteria kestabilan routh sebagai berikut:

1. Tulislah *polynomial* dalam *s* sesuai dengan bentuk berikut:

$$a_0s^n + a_1s^{n-1} + \dots + a_{n-1}s + a_n \quad (2.22)$$

Dimana koefisien-koefisien tersebut adalah besaran nyata. Kita anggap bahwa  $a_n \neq 0$  sehingga tidak ada akar nol.

2. Jika ada koefisien-koefisien yang berharga nol atau negatif dimana paling tidak terdapat satu koefisien yang berharga positif, maka terdapat satu atau lebih akar imajiner atau yang mempunyai bagian nyata positif. Oleh karena itu, pada kasus ini sistem tidak stabil. Jika hanya tertarik pada kestabilan mutlak, maka tidak perlu mengikuti prosedur selanjutnya. Ingat bahwa semua koefisien harus positif. Ini merupakan syarat perlu, seperti dapat dilihat dari argumentasi berikut: suatu polynomial dalam *s* yang mempunyai koefisien-koefisien *real* selalu dapat difaktorkan ke dalam faktor-faktor linear dan kuadratik, seperti  $(s+a)$  dan  $(s^2+bs+c)$ , dimana *a*, *b*, *c* adalah



nyata. Faktor linear menghasilkan akar nyata sedangkan faktor kuadratik menghasilkan akar-akar kompleks dari polynomial tersebut. Faktpr  $(s^2+bs+c)$  menghasilkan akar-akar yang mempunyai bagian nyata negative hanya jika b dan c keduanya positif. Agar semua akar mempunyai mempunyai bagian nyata negative, maka konstanta a, b, c dan seterusnya pada semua faktor harus positif. Hasil perkalian sejumlah faktor linear dan kuadratik yang hanya mengandung koefisien positif selalu menghasilkan polinomial dengan koefisien-koefisien yang positif. Harus diingat bahwa kondisi semua koefisien berharga positif belum cukup untuk menjamin kestabilan.

3. Jika semua koefisien berharga positif, susunlah koefisien polinomial tersebut dalam baris dan kolom sesuai dengan pola berikut:

$$s^n \quad a_0 \quad a_2 \quad a_4 \quad a_6 \dots$$

$$s^{n-1} \quad a_1 \quad a_3 \quad a_5 \quad a_7 \dots$$

$$s^{n-2} \quad b_1 \quad b_2 \quad b_3 \quad b_4 \dots$$

$$s^{n-3} \quad c_1 \quad c_2 \quad c_3 \quad c_4 \dots$$

$$s^{n-4} \quad d_1 \quad d_2 \quad d_3 \quad d_4 \dots$$

$$\dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots$$

$$s^2 \quad e_1 \quad e_2$$

$$s_1 \quad f_1$$

$$s_0 \quad g_1$$

(2.22)

Setelah mendapatkan koefesien-koefesien tersebut kemudian dapat dikerjakan seperti pada persamaan 2.23.

$$s^3 \quad a_0 \quad a_2$$

$$s^2 \quad a_1 \quad a_3$$

$$s^1 \quad \frac{a_1 a_2 - a_0 a_3}{a_1}$$

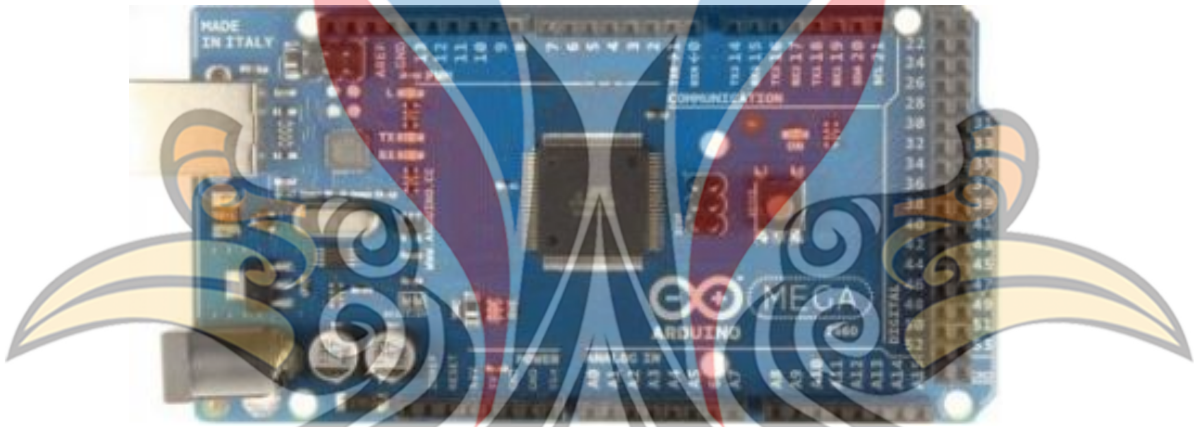
$$s^0 \quad a_3$$

www.itk.ac.id

(2.23)

## 2.9 Arduino Mega 2560

Arduino mega 2560 merupakan papan mikrokontroler berbasis atmega 2560. Arduino mega 2560 memiliki 54 pin *digital input/output*, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 16 pin sebagai *input* analog, dan 14 pin sebagai UART (*Port serial Hardware*), selain itu arduino mega ini juga memiliki 16 MHz kristal osilator, tombol *reset*, *header* ICSP, koneksi USB dan *jack power*. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler dalam berbagai pekerjaan. Selanjutnya untuk memulai mengaktifkan perangkat tersebut cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau power suplay atau baterai.



Gambar 2. 10 Arduino Mega 2560 (Iskandar, 2017)

### 2.9.1 Spesifikasi

Berikut merupakan tabel dari spesifikasi Arduino mega 2560 yang digunakan pada percobaan.

Tabel 2. 3 Spesifikasi arduino mega 2560

Spesifikasi	Jenis / Nilai
Mikrokontroler	Atmega 2560
Tegangan <i>input</i> yang disarankan	7-12 Volt
Batas tegangan <i>input</i>	6-20 Volt
Spesifikasi	Jenis / Nilai
Pin I/O digital	54 Pin (15 pin keluaran PWM)
Pin <i>input</i> analog	16 Pin
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC pin 3,3 V	50 mA
Clock speed	16 MHz

## 2.9.2 Deskripsi Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 dapat disuplai melalui koneksi USB atau dengan sebuah sumber tegangan eksternal. Arduino Mega 2560 memiliki pin-pin daya yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

- A. Vin Tegangan *input* ke *board* Arduino Mega 2560. Ketika *board* sedang menggunakan sumber suplai eksternal (seperti 5 Volt dari koneksi USB atau sumber tenaga lainnya yang diatur).
- B. 5V. Pin output ini merupakan tegangan 5 Volt yang diatur dari regulator pada board. Board dapat disuplai dengan salah satu suplai dari DC power jack (7-12V), USB *connector* (5V), atau pin Vin dari *board* (7-12). Penyuplaian tegangan melalui pin 5V atau 3,3V. *Bypass* regulator yang dapat membahayakan *board*. Hal itu tidak dianjurkan.
- C. 3,3V. Sebuah suplai 3,3 Volt dihasilkan oleh regulator pada *board*. Arus maksimum yang dapat dilalui adalah 50 mA.
- D. GND. Pin *ground*
- E. IOREF. Pin ini menyediakan tegangan referensi yang beroperasi pada mikrokontroler.

## 2.10 Gambaran Umum Penelitian

Pada Tabel 2.4 merupakan Gambaran umum dari penelitian dalam tugas akhir yang akan dilakukan

Tabel 2. 4 Gambaran Umum Posisi Penelitian

Penelitian	Objek	Spesifikasi	Metode	Hasil
Gupta, 2014	Analisis dan desain <i>Ćuk converter</i> menggunakan kontroler PI untuk sistem PV	- $V_{in}$ : 12 Volt - $V_{out}$ : 18 Volt -f: 10 kHz -R: 20 Ohm	Kendali PI ( <i>Proportional Integral</i> )	Waktu kondisi transien berkurang dan didapatkan kondisi <i>steady state</i>
Affandy, 2017	Parameterisasi kendali PID pada <i>converter DC/DC</i> penurun tegangan dengan kriteria domain waktu dan efisiensi daya	- $V_{in}$ : 12 Volt - $V_r$ : 5 Volt - $K_P$ : 8191 - $K_I$ : 63 - $K_D$ : $7 \times 10^{-6}$	-Kendali P ( <i>Proportional</i> ) -Kendali PI ( <i>Proportional Integral</i> ) -Kendali PD ( <i>Proportional Derivative</i> )	-Efisiensi saat menggunakan kendali P = 84,283 -Efisiensi saat menggunakan kendali PI = 84,72 -Efisiensi saat menggunakan kendali PD = 84,616
Lukman, 2016	Kinerja <i>buck boost converter</i> dan <i>Ćuk converter</i>	- $V_{in}$ : 12 Volt - $V_{out}$ : 18 Volt -f: 10 kHz -Switch: MOSFET IRF460 -Beban: lampu pijar (resistif) dan motor DC (induktif)	<i>Pulse Width Modulation</i>	<i>Ćuk converter</i> memiliki kinerja yang lebih baik pada beban resistif, sedangkan <i>buck boost converter</i> pada beban induktif



Penelitian	Objek	Spesifikasi	Metode	Hasil
Faisal, 2019	Perancangan dan implementasi <i> Buck converter</i> menggunakan Arduino mega 2560	-Arduino mega 2560 -Vin: 6 sampai 18 Volt -Vout: -6,320 Volt dan -8 Volt	<i>Pulse Width Modulation</i>	-Efisiensi pada saat simulasi 99,574% -Efisiensi pada saat implementasi 37,840%
Novandhika,2020	Penerapan kendali PID pada <i> Buck converter</i>	-Arduino mega 2560 -Matlab - Vin 8 sampai 16 Volt - Vout 12 Volt	Zigler-Nichols	- Tegangan yang dihasilkan pada saat menggunakan kendali PID lebih baik dibanding tanpa kendali namun memiliki <i>ripple</i> tegangan dan tegangan <i>overshoot</i> yang lebih tinggi

