

Gelombang listrik amplitudo tinggi dan variasi frekwensi ripple untuk untuk mempercepat pemuatan charger aki basah

Ari Murtono, Edi Sulistio Budi, Herman Hariyadi
Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 24 Maret 2020
Direvisi 24 April 2020
Diterbitkan 28 April 2020

Kata kunci:

Riak
Frekwensi
Aki
Beban
Ekstrim

Keywords:

Ripple
Frequency
Batter
Load
Extreme

ABSTRAK

Ripel pada tegangan dan arus DC dihindari pada kebanyakan beban-beban DC, karena dapat menambah energi yang tidak perlu. Baterai adalah beban DC, saat aki dalam kondisi diisi oleh charger. Pengisian muatan listrik pada aki memerlukan waktu sampai penuh, kami meneliti sejauh mana pengaruh amplitudo ripel terhadap kecepatan pengisian penuh pada aki pada frekwensi ripel 100 Hz. Tanda bahwa aki sudah bermuatan penuh, ketika arus beban (I_2) sangat kecil atau bahkan mendekati nol. Pada ripel rendah, memerlukan waktu yang lebih panjang, menurut yang ada di penelitian ini pada detik ke 3000, arus I_2 masih belum mencapai angka nol. Pada ripel sangat tinggi, pada detik ke ke 160 arus I_2 sdh mencapai mencapai Nol dengan lembah negatif. Dapat disimpulkan bahwa riak sangat berpengaruh untuk mengurangi waktu pengisian. Metode penelitian ini, mendesain: rangkaian konverter dc-dc, amplitudo ripple, rangkaian ekuivalen baterai, mensimulasi dengan software PSIM, analisis, dan simpulan.

ABSTRACT

Ripple on DC voltage and current is avoided at most DC loads, because it can add unnecessary energy. The battery is a DC load, when the battery is charged by the charger. Charging an electric charge on the battery takes time to full. we investigated the effect of ripel amplitude on the speed of full charge on the battery at 100 Hz ripple frequency. Sign that the battery is fully charged, when the load current (I_2) is very small or even close to zero. At low ripel, requires a longer time, according to what is in this study at 3000 seconds, the current I_2 still has not reached zero. At a very high ripel, at 160 seconds the current I_2 reaches zero with the negative valley. It can be concluded that the ripple is very influential to reduce the charging time. This research method, design: dc-dc converter circuit, ripple amplitude, battery equivalent circuit, simulates with PSIM software, analysis, and conclusions.

Penulis Korespondensi:

Nama Penulis Ir. Ari Murtono, M.T.
Jurusan Teknik Elektro,
Politeknik Negeri Malang,
Jl. Sukarno Hatta No. 9, Malang, Jawa Timur, Indonesia.
Email: ari.murtono@polinema.ac.id

1. PENDAHULUAN

Beragam bentuk gelombang listrik yakni: gelombang AC murni simetris/tidak semetris, gelombang AC mengandung DC atau sebaliknya, gelombang DC murni Smoot, gelombang DC Murni berripple, gelombang listrik dalam kondisi steadystate, rata-rata tegangan/arus, efektif tegangan /arus. Di sini akan dilaporkan hasil pengamatan dan penelitian jika ripel tinggi dari gelombang DC digunakan untuk mengisi muatan pada sebuah aki. Apakah amplitudo tinggi dapat membuat efek yang signifikan, efek apa, dan bagaimana membangkitkan ripel yang tinggi.

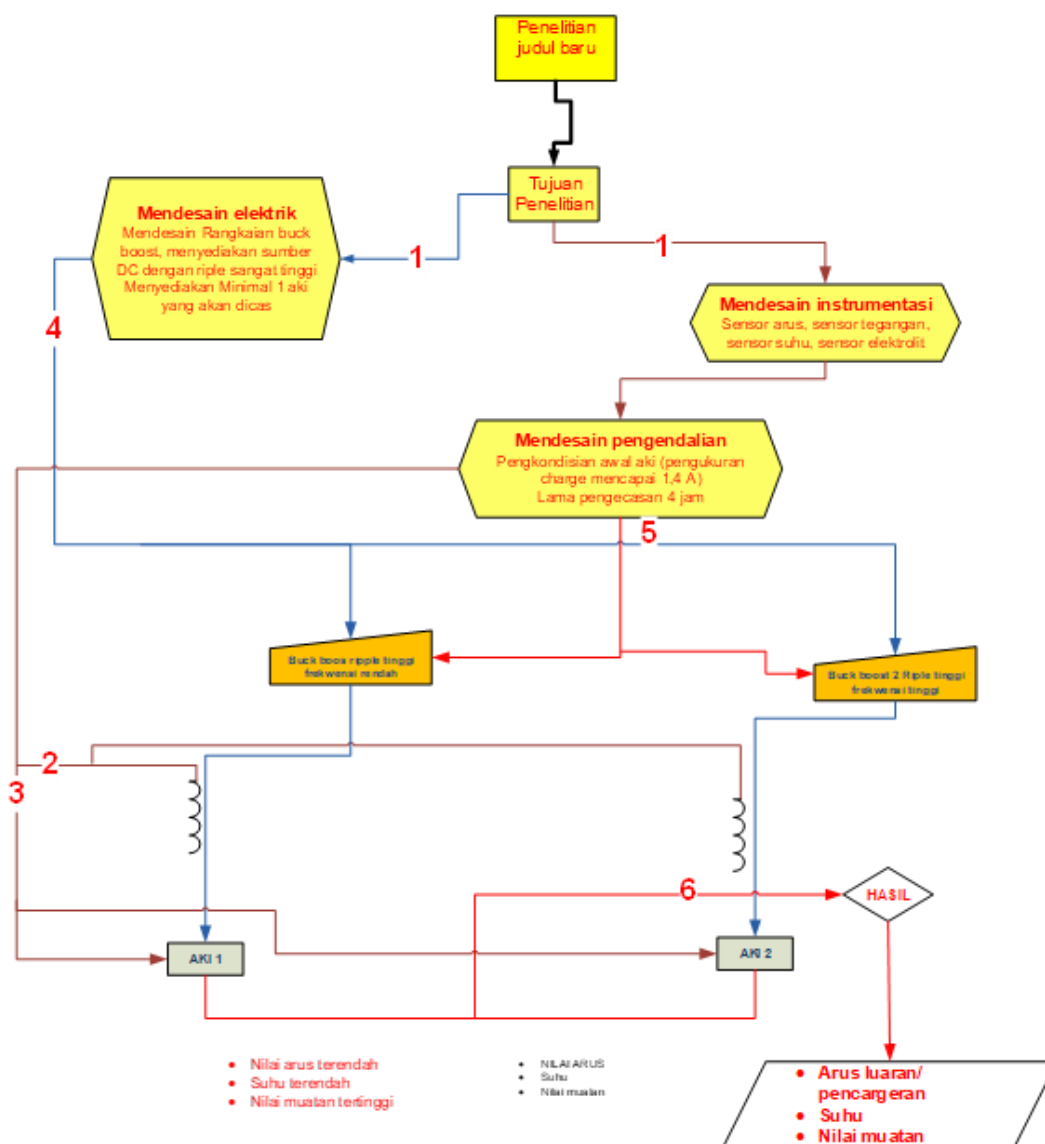
Pada artikel oleh Mahmoud Nassary, dkk menyatakan dalam abstraknya, Dalam tulisan ini, konverter CUK dengan kapasitor kurang diusulkan yang memanfaatkan konsep pengisian arus riak tinggi yang meningkatkan masa pakai dan keandalan pengisi daya sambil mempertahankan kinerja bate-rai yang ditingkatkan. Selain itu, pengisi daya yang diusulkan sesuai dengan IEC61000 3-2 untuk standar dis-torsi harmonik [1].

2. METODE PENELITIAN

2.1. Blok Diagram alur penelitian

Langkah-langkah penelitian ini sebagai berikut, diagram bloknya ditunjukkan di Gambar 1.

1. Menyediakan sumber DC konverter dc-dc buck-boost . Mendesain instrumentasi yang akan digunakan (sensor yang diperlukan). Desain, Pengendalian, pengkondisian
2. Pengkondisian sebuah aki pada posisi awal yang sama level muatannya
3. Pengkondisian sebuah aki pada posisi awal sama muatannya
4. Memulai pemuatan muatan ke aki dengan memberi daya dari sumber DC
5. Menyetingkan lama pemuatan jam
6. Mencatat hasil penelitian dan membahas dan membuat kesimpulan



Gambar 1. Diagram alir penelitian

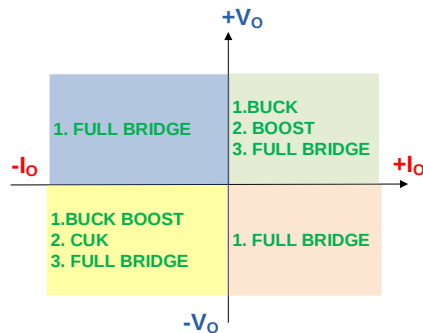
2.2. Polaritas masukan dan luaran konverter DC-DC

Gelombang listrik amplitudo tinggi dan variasi frekwensi ripple untuk untuk mempercepat pemuatan charger aki basah (Ari Murtono)

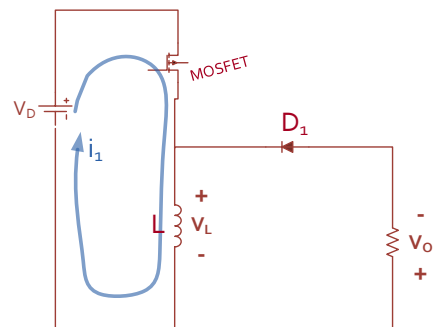
Semua masukan konverter DC-DC selalu positif dan netral. Tegangan DC berpolaritas +, dan boleh beripol. Sedang keluarannya bisa polaritas negatif. Pada Gambar 2 diperlihatkan polaritas tegangan dan arus pada luaran konverter DC-DC. Penelitian ini menggunakan konverter DC-DC buck boost untuk charger, dan sinyal luarannya berada pada quadran kiri bawah.

2.3. Rangkaian konverter DC-DC

Gambar 3, adalah rangkaian saat Switch ON, arus i_1 mengalir dan menyimpan muatan di induktor L. Arus i_1 menanjak, sebab arus ini mengisi dan tersimpan di dalam induktor, Gambar 3. Gambar sinyal di Gambar 4. Arus i_2 baru mengalir saat switch MOSFET off, lihat Gambar 5. Sinyal i_2 menurun karena ini adalah arus yang lepas, melalui R dan Diode D_1 . Perhatikan polaritas V_L pada Gambar 3 dan Gambar 5.



Gambar 2. Quadran luaran konverter DC-DC



Gambar 3. Rangkaian konverter DC-DC buck-boost saat switch ON

2.4. Hubungan antara Tegangan masukan dan luaran pada konverter DC-DC buck-boost

Pada Gambar 4, pada sumbu V_L , luasan positif dan negatif harus sama. Sehingga,

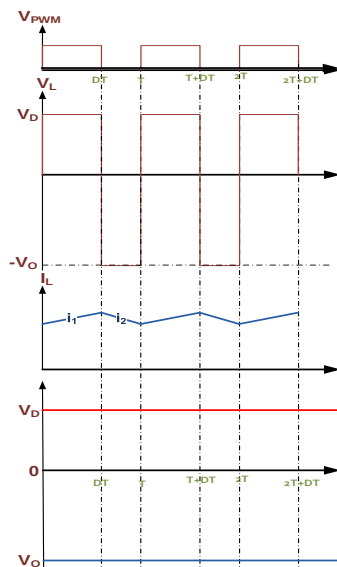
$$V_D DT + (T - DT)(-V_O) = 0 \quad (1)$$

$$V_D D = V_O(1 - D) \quad (2)$$

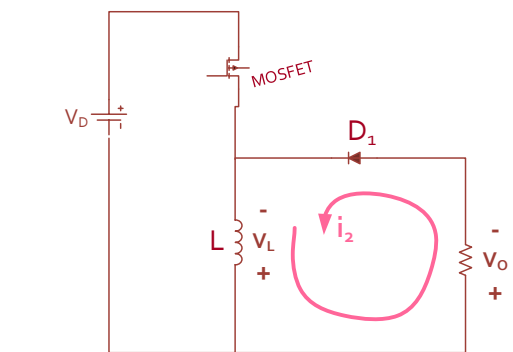
$$D = \frac{V_O}{V_D + V_O} \quad (3)$$

$$\frac{V_D}{V_O} = \frac{1-D}{D} \quad (4)$$

$$\frac{I_O}{I_D} = \frac{1-D}{D} \quad (5)$$



Gambar 4. Sinyal listrik pada konverter dc-dc buck boost

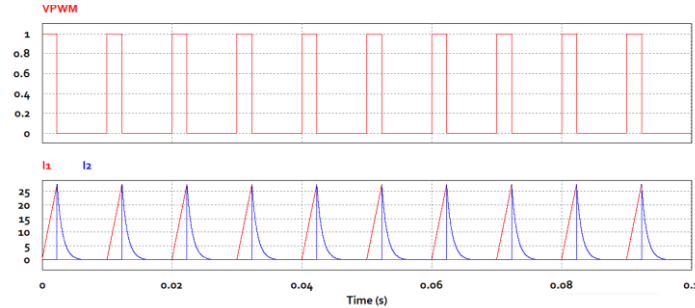


Gambar 5. Rangkaian konverter DC-DC buck-boost saat switch OFF

Persamaan 1, 2, 3, 4, dan 5 dengan semikonduktor yang bagus menghasilkan arus dan tegangan yang ideal. Tegangan dan arus yang ideal juga ditentukan oleh nilai L dan atau desain konstruksi, yang terkait dengan

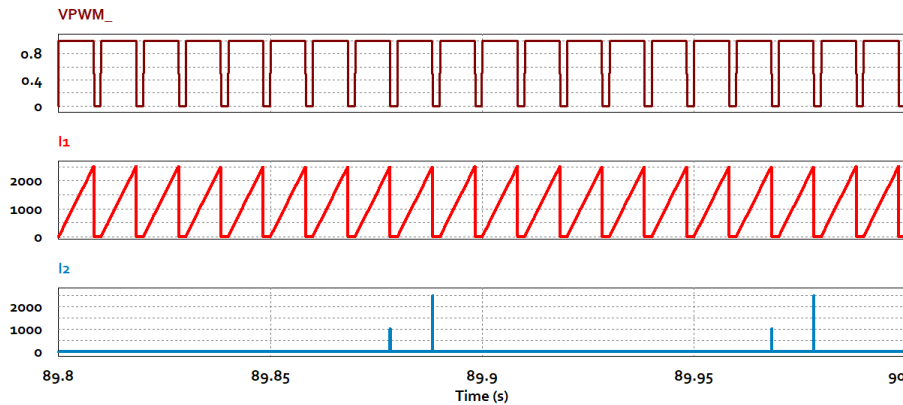
dimensi, bentuk, jenis konduktor, jumlah lilitan, sehingga ketika diukur bisa menghasilkan Nilai L (induktansi sendiri), dan Mutual Induktansi. Bentuk Gelombang yang ideal dapat dilihat di Gambar 4.

Oleh karena bisa terjadi bentuk arus tidak seideal seperti di Gambar 4. Pada Gambar 6 ditunjukkan bentuk arus i_1 dan arus i_2 . Bentuk arus i_1 ideal, namun bentuk arus i_2 tidak ideal. Arus i_2 terlalu cepat turun menuju nol. Ini dikarenakan induktor tidak bisa menyimpan magnet dalam jumlah yang cukup.



Gambar 6. PWM dan gelombang arus pada detik $0 \leq t \leq 0,1$

Di Gambar 7, menunjukan gelombang listrik yang terjadi pada menit ke 90, sinyal i_2 mulai jarang, bukti bahwa kondisi baterai mulai penuh.



Gambar 7. Karakter gelombang arus dan pulsa PWM

2.5. Mendesain kapasitor dan induktor.

2.5.1. Arus dengan konduksi antara kontinyu diskontinyu

Untuk konduksi arus pada batas antara kontinyu dan diskontinyu dapat dilihat di Gambar 8. Luasan daerah berwarna pink harus sama dengan luasan daerah berwarna biru.

Pada Gambar 8, 3 buah luasan riak adalah ΔQ_1 , ΔQ_2 , ΔQ_3 . $\Delta Q_1 + \Delta Q_2 = \Delta Q_3$. Tampak juga bahwa luasan $\Delta Q_1 + \Delta Q_2$ lebih mudah dihitung dari pada ΔQ_3 . Oleh karena itu penulis akan menghitung luasan $\Delta Q_1 + \Delta Q_2$. Luasan ΔQ_1 panjang DT_s dan tinggi $\bar{I}_2$. Luasan ΔQ_2 panjang λ dan tinggi $\bar{I}_2$. Untuk menentukan panjang λ , penulis harus menentukan koordinat titik potong arus kurva i_2 dan $\bar{I}_2$ yakni titik Z. Jika nilai i_2 persamaan 6 harus sama dengan nilai $\bar{I}_2$ persamaan 7, maka t diganti dengan t_z . Persamaan 8 menunjukkan nilai I_2 saat t_z . Waktu t_z adalah waktu tempuh yang diperlukan untuk mencapai titik Z.

$$i_2 = \frac{(t - T_s)V_D D}{(D - 1)L} \quad (6)$$

Dari persamaan 6. Diperlukan arus i_2 rata-rata, $\bar{I}_2$,

$$\bar{I}_2 = \frac{1}{T_s} \int_{DT_s}^{T_s} \frac{(t - T_s)V_D D}{(D - 1)L} dt$$

$$\bar{i}_2 = -\frac{1}{2} \frac{V_D D T_S (D-1)}{L} \quad (7)$$

Persamaan 6 menjadi

$$i_2 = \frac{(t_z - T_S) V_D D}{(D-1)L} \quad (8)$$

Persamaan $\bar{i}_2 = -\frac{1}{2} \frac{V_D D T_S (D-1)}{L}$ atau pers 7 harus sama dengan pers i_2 pers 8.

Jika nilai persamaan 7 harus sama dengan nilai persamaan 8 maka,

$$\begin{aligned} t_z &= -\frac{1}{2} T_S (-1 + D^2 - 2D) \\ \lambda &= T_S - t_z \\ \lambda &= \frac{1}{2} T_S (D-1)^2 \end{aligned} \quad (9)$$

Dari persamaan 9 luasan ΔQ_2 dapat dihitung,

$$\begin{aligned} \Delta Q_2 &= \frac{1}{2} \lambda \bar{i}_2 \\ \Delta Q_2 &= \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} T_S (D-1)^2 \right) \left(-\frac{1}{2} \frac{V_D D T_S (D-1)}{L} \right) \\ \Delta Q_2 &= -\frac{1}{8} \frac{T_S^2}{L} \\ \Delta Q_2 &= -\frac{1}{8} \frac{T_S^2 (D-1)^3 V_D D}{L} \end{aligned} \quad (10)$$

Persamaan 10 dapat dibandingkan dengan persamaan untuk konverter DC-DC Boost. Selanjutnya kita menghitung luasan ΔQ_1 dengan memakai persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Delta Q_1 &= D T_S \bar{i}_2 \\ \Delta Q_1 &= D T_S \left(-\frac{1}{2} \frac{V_D D T_S (D-1)}{L} \right) \\ \Delta Q_1 &= -\frac{1}{2} \frac{D^2 T_S^2 V_D (D-1)}{L} \end{aligned} \quad (11)$$

Persamaan 11 dapat dibandingkan dengan persamaan untuk konverter DC-DC yang dibahas sebelumnya. Luasan $\Delta Q_1 + \Delta Q_2$ merupakan nilai acuan untuk menentukan besarnya riak tegangan, kapasitansi, dan induktansi. Luasan total dapat dilihat di persamaan 12.

$$\begin{aligned} \Delta Q &= \Delta Q_1 + \Delta Q_2 \\ \Delta Q &= \left(-\frac{1}{2} \frac{D^2 T_S^2 V_D (D-1)}{L} \right) + \left(-\frac{1}{8} \frac{T_S^2 (D-1)^3 V_D D}{L} \right) \\ \Delta Q &= -\frac{1}{8} \frac{D T_S^2 V_D (D-1)(D+1)^2}{L} \end{aligned} \quad (12)$$

Sedang amplitudo riak tegangan dari puncak ke lembah diberikan dengan persamaan,

$$\Delta V_O = \frac{\Delta Q}{C} \quad (13)$$

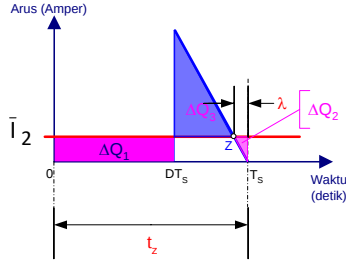
Peneliti menyimpulkan bahwa persamaan-persamaan di atas untuk gelombang yang ideal.

2.5.2. Pemodelan kapasitor C untuk menghasilkan lebar gelombang tipis dengan ripel tinggi

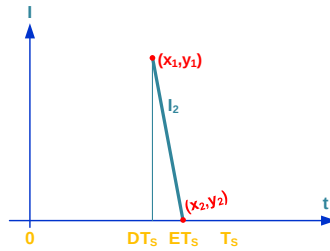
Gambar 9, menunjukkan arus I_2 , adalah arus luaran konverter DC-DC buck boost, Dn juga arus buangan dari induktor. Dari Gambar 9, dapat diperoleh: $x_1, y_1 = \left(DT_s, \frac{V_D}{L} DT_s \right)$, $y_2 = (ET_s, 0)$. Dengan menggunakan rumus matematika, persamaan garis lurus dengan diketahui 2 titik sbb: $(y-y_1)/(y_2-y_1) = (x-x_1)/(x_2-x_1)$

$$\frac{I_2 - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \quad (13)$$

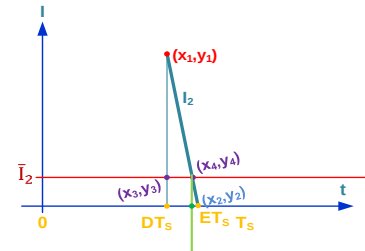
$$I_2 = \frac{(ET_s - t)V_D D}{(D - E)L} \quad (14)$$



Gambar 8 Luasan ripple I_2



Gambar 9. Gelombang luaran konverter DC-DC BUCK BOOST dengan konduksi diskontinyu.



Gambar 10. Mencari titik potong I_2 dan $\bar{I}_2$

Dengan memasukkan nilai-nilai (x_1, y_1) dan (x_2, y_2) , ke dalam persamaan 13, maka,

$$\bar{I}_2 = \frac{1}{T_s} \int_{DT_s}^{ET_s} \frac{(ET_s - t)V_D D}{(D - E)L} dt \quad (15)$$

$$\bar{I}_2 = \frac{1}{2} \frac{V_D D (-D^2 T_s^2 + E^2 T_s^2)}{(D - E)L} - \frac{ET_s V_D D (-DT_s + ET_s)}{(D - E)L} \quad (16)$$

$$x_1, y_1 = \left(DT_s, \frac{V_D}{L} DT_s \right)$$

$$x_3, y_3 = (DT_s, \bar{I}_2)$$

Perhatikan Gambar 10, di gambar itu ditunjukkan letak titik Z, diketemukan di persamaan 19.

Persamaan 14 = persamaan 16, pada t tertentu. Persamaan 14 pada saat ZT_s adalah dengan memasukkan nilai ZT_s pada variabel t pada persamaan 14,

$$I_2(ZT_s) = \frac{(ET_s - ZT_s)V_D D}{(D - E)L} \quad (17)$$

Nilai persamaan 14, sama dengan nilai persamaan 16 pada $t = ZT_s$.

$$\frac{1}{2} \frac{V_D D (-D^2 T_s^2 + E^2 T_s^2)}{(D - E)L} - \frac{ET_s V_D D (-DT_s + ET_s)}{(D - E)L} = \frac{(ET_s - ZT_s)V_D D}{(D - E)L} \quad (18)$$

$$Z = E + \frac{1}{2} D^2 T_s + \frac{1}{2} E^2 T_s - ET_s D \quad (19)$$

$$Z = E + \frac{1}{2} T_s (D - E)^2 \quad (20)$$

Persamaan 20 benar, dengan bukti, jika $E = D$, maka $Z = D$. Koordinat $x_4, y_4 = (Z, \bar{I}_2)$. Koordinat segitiga yang akan peneliti hitung, adalah (x_1, y_1) ; (x_3, y_3) ; (x_4, y_4) . Lihat Tabel berikut ini

$$\Delta Q = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ x_1 & x_3 & x_4 \\ y_1 & y_3 & y_4 \end{bmatrix} \quad (21)$$

Tabel 1. Koordinat segitiga yang dihitung

y1	y2	y3	y4
----	----	----	----

x1	$\left(DT_s, \frac{V_D}{L}DT_s\right)$
x2	
x3	$(DT_s, \bar{I}_2)$
x4	$(Z, \bar{I}_2)$

$$\Delta Q = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ DT_s & DT_s & Z \\ \frac{V_D}{L}DT_s & \bar{I}_2 & \bar{I}_2 \end{bmatrix} \quad (22)$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ DT_s & DT_s & Z \\ \frac{V_D}{L}DT_s & \bar{I}_2 & \bar{I}_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ DT_s & DT_s \\ \frac{V_D}{L}DT_s & \bar{I}_2 \end{bmatrix} \quad (23)$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ DT_s & DT_s & Z \\ \frac{V_D}{L}DT_s & \bar{I}_2 & \bar{I}_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ DT_s & DT_s \\ \frac{V_D}{L}DT_s & \bar{I}_2 \end{bmatrix}$$

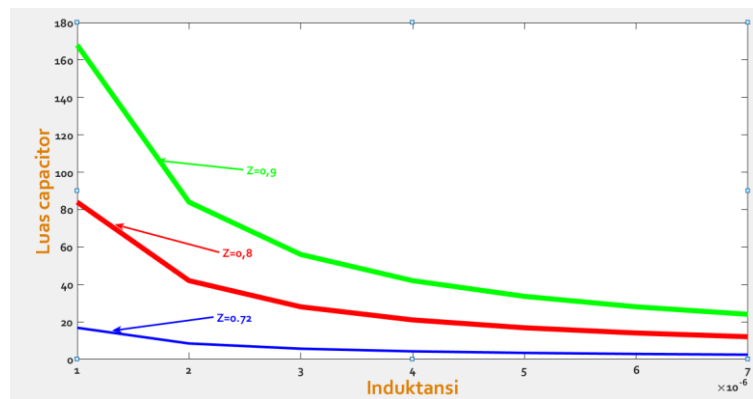
$$1 \times DT_s \times \bar{I}_2 + 1 \times Z \times \frac{V_D}{L}DT_s + 1 \times DT_s \times \bar{I}_2 - 1 \times DT_s \times \frac{V_D}{L}DT_s - 1 \times Z \times \bar{I}_2 - 1 \times DT_s \times \bar{I}_2 = \Delta Q$$

$$\Delta Q = DT_s \bar{I}_2 + \frac{ZV_D DT_s}{L} - \frac{D^2 T_s^2 V_D}{L} - Z \bar{I}_2$$

$$\Delta Q = -\frac{(DT_s - Z)(DT_s V_D - \bar{I}_2 L)}{L} \quad (24)$$

Sedang amplitudo riak tegangan dari puncak ke lembah diberikan dengan persamaan,

$$\Delta V_o = \frac{\Delta Q}{c} \quad (25)$$



Gambar 11. Karakter luas kapasitor terhadap perubahan induktansi

Yang dimaksud dengan Gambar 11, adalah dengan nilai Z makin kecil, artinya makin mendekati nilai DT_s , dibutuhkan kapasitor kecil dan amplitudo puncak arus I_2 yang sama. Koordinat puncak arus I_2 adalah $(x_1, y_1) = (DT_s, \frac{V_D}{L}DT_s)$. Berdasarkan teori konverter DC-DC maka rasio tegangan masukan dan tegangan keluar dengan asumsi gelombang arusnya normal,

$$D = \frac{V_o}{V_D + V_o} \quad (26)$$

Penulis menggambarkan gelombang tegangan Induktor yang tidak normal dan gelombang sinyal listrik yang lain, seperti ditunjukkan di Gambar 13. Dalam Gambar itu memperlihatkan arus I_2 , turun lebih cepat dari titik akhir periode. Ini karena Induktor tidak mampu menyimpan seluruh magnet yang dihasilkan arus I_1 , kualitas konstruksi induktor buruk, frekwensi PWM tidak tepat, dutycycle tidak tepat. Tetapi bisa juga inilah

yang diharapkan. Yakni ripple tinggi dengan arus kecil 2 amper, dan tegangan 15 Volt, lebar pulsa harus sekecil mungkin.

Dari bentuk gelombang tegangan V_L dapat dianalisis sbb:

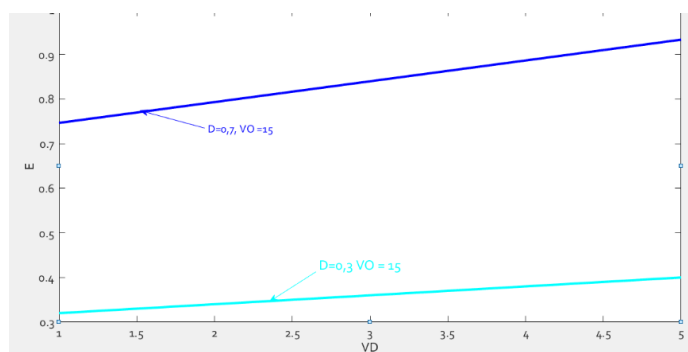
$$DT_S V_D - V_O(ET_S - DT_S) = 0 \quad (27)$$

$$D = \frac{EV_O}{V_D + V_O} \quad (28)$$

$$V_O = -\frac{DV_D}{D-E} \quad (29)$$

$$E = \frac{D(V_D + V_O)}{V_O} \quad (30)$$

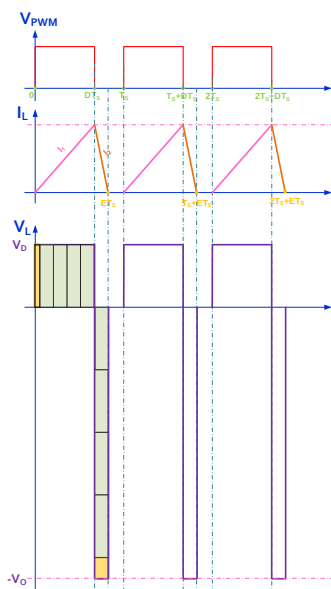
Persamaan 28 jika dibandingkan dengan persamaan 26, hanya terletak pada faktor E nya saja.



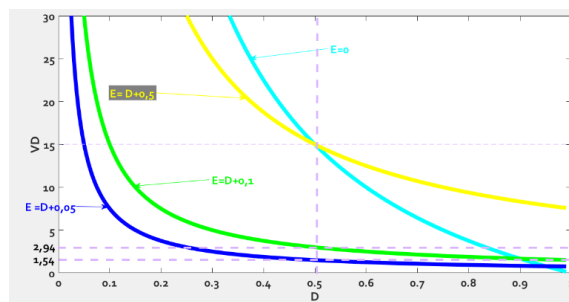
Gambar 12. Pengaruh Tegangan V_D terhadap E pada V_O yang konstan

Gambar 12, adalah efek memperlakukan E pada pada tegangan masukan V_D dan dutycycle D dengan tegangan luaran V_O konstan. Dari Gambar di sini juga, D semakin rendah maka, maka E semakin mendekati D. V_D semakin tinggi, E semakin mendekati akhir periode.

Gambar 14 menunjukkan variabel nilai V_D , E, dan nilai D. Dengan tegangan luaran V_O yang tetap, 15 Volt, muncullah karakter seperti Gambar 14.

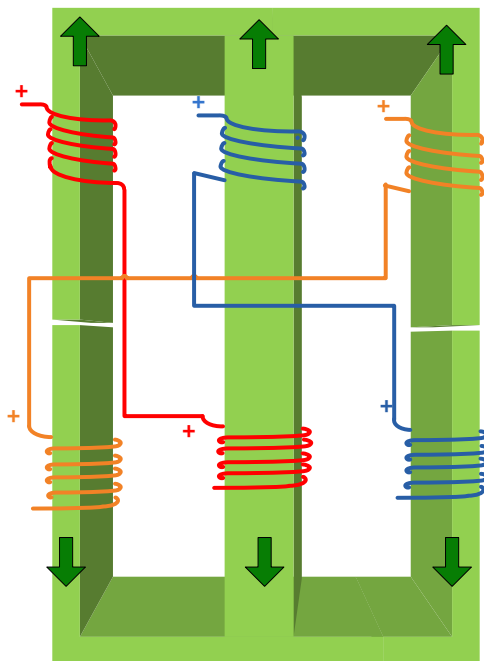


Gambar 13. Sinyal listrik yang terjadi di konverter DC-DC dengan konduksi tidak kontinyu

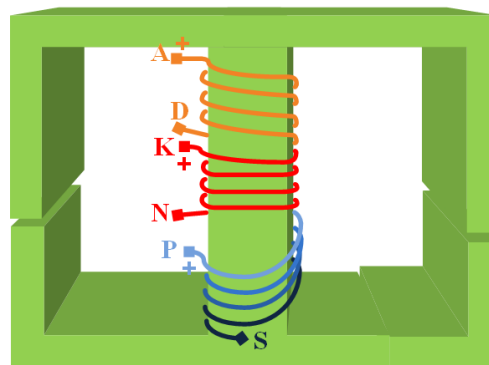


Gambar 14. Efek perubahan E, dan D terhadap V_D dengan V_O tetap

Nilai E bisa saja membatasi nilai D, misal $E = 0,5$, maka ketika D mencapai 0,5, arus telah mencapai konduksi pada batas antara kontinyu dan diskontinyu. Jika D lebih besar dari 0,5 konduksi arus bisa kontinyu. *Ini dapat untuk membuktikan bahwa, bahwa konstruksi induktor bisa membuat konduksi arus menjadi kontinyu*



Gambar 15. Core bentuk EI, 3 lilitan yang arah flux saling melemahkan



Gambar 16. Core bentuk EI, 3 lilitan yang arah flux saling memperkuat

Memperhatikan gambar 15, satu core terdiri dari 6 lilitan, per dua lilitan disambung, menghasilkan arah fluks maknet yang berlawanan. Ini mengakibatkan rasio antara induktansi mutual dan sendiri $\left[K = -\frac{M}{L} \right]$ menghasilkan angka dengan range $-1 \leq K \leq 0$. [12]

Gambar 16, satu core terdiri dari 3 lilitan, dan semua lilitan diletakan di kaki tengah, menghasilkan fluks maknet yang memperkuat. Menghasilkan rasio $\left[K = \frac{M}{L} \right]$ dengan range $0 \leq K \leq 1$. [12]

Gambar 17, satu core terdiri dari 1 lilitan, 1 unit ada 3 core dan 3 lilitan. Karena letaknya berjauhan dan dipisahkan dengan udara dan core terpisah, maka fluks maknet yang terjadi tidak saling interaksi, yang berakibat tidak ada induktansi mutual. Menghasilkan $\left[K = \frac{M}{L} \right]$, $K = 0$. [12]

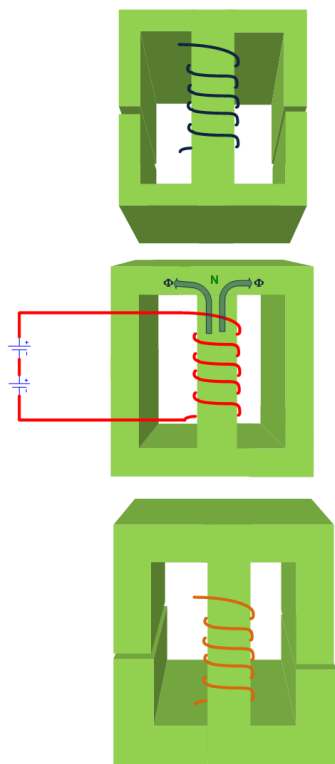
Core berbentuk cincin ditunjukan Gambar 18. Menurut pendapat para ahli [5], core cincin menghasilkan fluks magnet yang lebih banyak dari core bentuk lainnya. maka dapat dihasil $-1 \leq K \leq 1$.

Gambar 19 menunjukan bentuk gelombang arus dengan bermacam amplitudu puncak, dan tegangan V_D yang berbeda beda. Variabel yang tetap adalah Duty cycle $D = 0,5$ dan tegangan luaran $V_O = 15$ volt. Ini menunjukkan bahwa dengan D yang tetap, tegangan V_D yang berbedabeda, tegangan luaran bisa dibuat konstan dengan desain yang berbeda pada konstruksi Induktor.

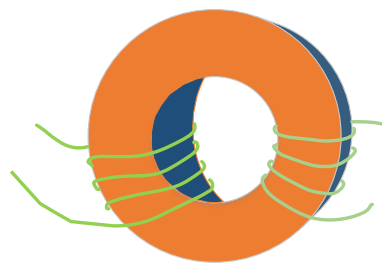
2.6. Perencanaan Amplitudu Ripple

Gambar 19, memperlihatkan ripel arus yang berbeda untuk tegangan luaran yang tetap. Dari model matematika sesuai dengan persamaan yang ada pada Tabel A. Dan koordinat (x_1, y_1) pada Gambar 10. Puncak arus digambarkan dengan ordinat (y_1) . Puncak arus sesuai dengan rumus $I_1 (DT_S) = I_2 (DT_S) = \frac{V_D}{L} DT_S$.

Secara analisis puncak arus tergantung dari tegangan, nilai induktor, D , frekwensi. Namun pada eksperimen, besarnya arus rata-rata, nilai arus puncak sangat kompleks. Dan disinilah perlu penelitian dan simulasi untuk menghasilkan data



Gambar 17. Core bentuk EI, 3 lilitan yang arah fluks tidak saling interaksi



Gambar 18. Core bentuk cincin, 2 lilitan yang arah fluks bisa diatur menambah fluks atau mengurangi fluks.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis dan pengujian

Tabel 2. Hasil simulasi dengan $L = 50 \mu H$

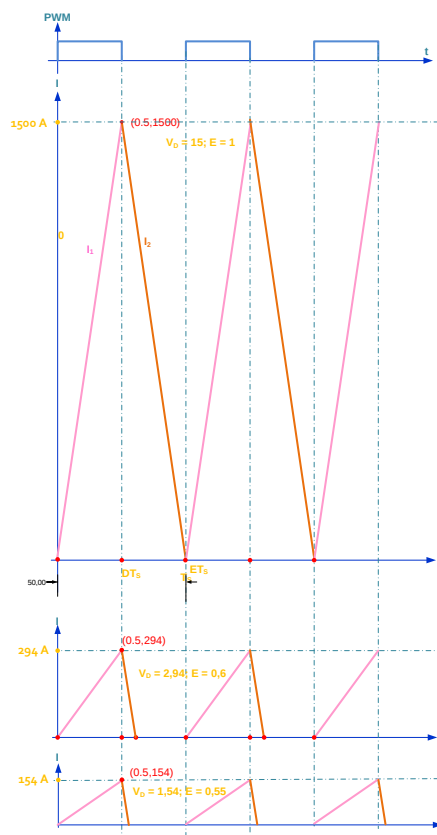
Besaran	0.1 detik	70 detik	160 detik
I_1	Lebar pulsa lebih gemuk, riak 3000 A, bentuk gigi gergaji, nilai rata-rata 317,5 A. Gambar 20	I_1 (rata-rata)= 1045 A, bentuk gigi gergaji, dengan frekwensi 100 Hz, ripple 2500 A. Gambar 22.	I_1 (rata-rata)= 1041.6A, bentuk gigi gergaji, frekwensi 100 Hz, tinggi ripple 2500 A (Gambar 24)
I_2	Riak tinggi, sampai 3500 A, nilai rata-rata = 2,5 A Gambar 20	i_2 (rata-rata) = 3.7 A, tinggi ripple 2500 A, frekwensi = 14.3 Hz. Jadi ada pengurangan frekwensi ripple. Gambar 22.	i_2 (rata-rata) = 0.00027 A, tinggi ripple -0.00029 A (negatif), frekwensi = 50 Hz. (gambar 24).
V_{Aki}	Menanjak sampai 2.2 V. Gambar 21	Menanjak, normal. Riak normal, Gambar 23	Frek 100 Hz, tegangan konstan 33,5 Volt, riak 33,46 – 33.5 Volt. Gambar 25
V_T	Stabil, riak sangat tinggi 9000 volt, rata-rata. Gambar 21	Riak sangat tinggi 8407 V, tipis, frek rendah 14 Hz., Gambar 23	V_T rata-rata = 56.21, riak max = 3000 Volt, frekwensi ripelnya 50 Hz. (gambar 25)
PWM	Normal. Gambar 20. Gambar 21.	Normal. Gambar 22, Gambar 23,	Sinyal PWM normal frekwensi = 100 hz. (Gambar 24, Gambar 25)

Tabel 3. Hasil simulasi dengan $L = 5 \text{ mH}$

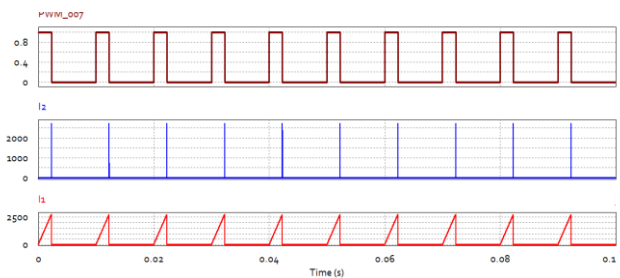
Besaran	0.1 detik	600 detik	3000 detik
I_1	Normal, arus puncak 26 A, dengan rata-rata nya 3.2 A, [Gambar 29]	Amplitudo tegangan berubah turun naik selama 4 periode. Dengan nilai arus rata-rata 3,18 A. Puncak arus 27.45 [gambar 27]	Frekwensi riple meningkat di $\frac{1}{2}$ duty cycle 1, karena saat high sinyal terpecah menjadi beberapa riple. nilai rata-rata 2,6 A [gambar 28],
I_2	Amplitudo sama dengan I_1 , kemudian I_2 menurun sampai nol, sebelum akhir periode, konduksi diskontinyu. Karena	Frekwensi ripel tetap 100 Hz, amplitudo berubah semakin menurun sampai 4 periode, Berdiri tegak lurus pas tepi menurun	Karakteristik amplitudo sama dengan saat 600 detik, frekwensi meningkat karena ripelnya terpecah Nilai rata-rata 1,9 A [gambar 28]

Gelombang listrik amplitudo tinggi dan variasi frekwensi ripple untuk untuk mempercepat pemuatan charger aki basah (Ari Murtono)

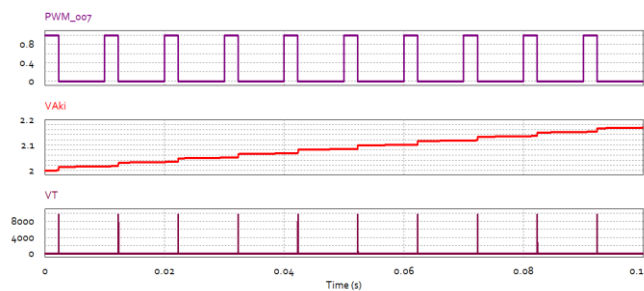
Besaran	0.1 detik	600 detik	3000 detik
	<i>induktor tidak mampu menyimpan muatan besar per periodenya. [Gambar 29]. Nilai rata-rata $I_2 = 2.1$ A</i>	<i>PWMnya. Nilai arus rata-rata 1,6 Amper. [gambar 27]</i>	
V_{Aki}	<i>Menanjak dengan konduksi kontinyu. Gambar 29.</i>	<i>Kondisi ripple masih konstan dan konsisten [Gambar 26]</i>	<i>Ripel nyaris tidak berubah dan frekwensi ripel lebih dari 100 Hz, [Gambar 28]</i>
V_T	<i>Sefasa dng PWM, Naik, lalu segera turun. Seperti I_2 dan sefasa. Induktor tidak mampu menyipin muat-an yang lebih besar. [Gambar 29]</i>	<i>Amplitudo berubah secara periodik [gambar 26]</i>	<i>Amplitudo berubah secara periodik, namun frekwensi riple menurun [gambar 28]</i>
PWM	<i>Normal [gambar 1, Gambar 29]</i>	<i>Normal ada delay sedikit [gambar 26, Gambar 27]</i>	<i>Induktor tidak mampu meyimpan magnit [Gambar 6]. Frekwensi tetap 100 Hz, Bagian T_{ON} nya mulai terpecah pecah (gambar 28)</i>



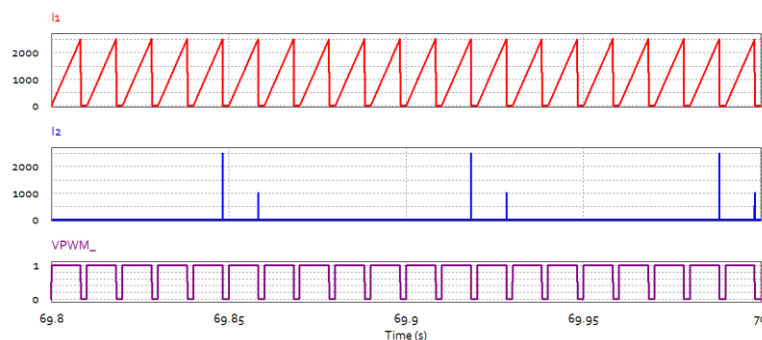
Gambar 19. Arus dengan bermacam macam konduksi diskontinyu



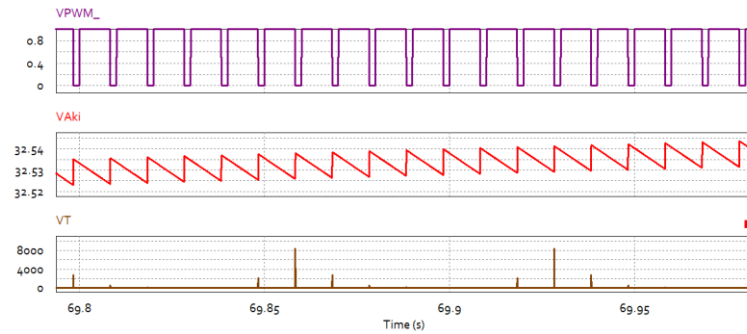
Gambar 20. Bentuk gelombang arus dengan $L = 50 \text{ mH}$



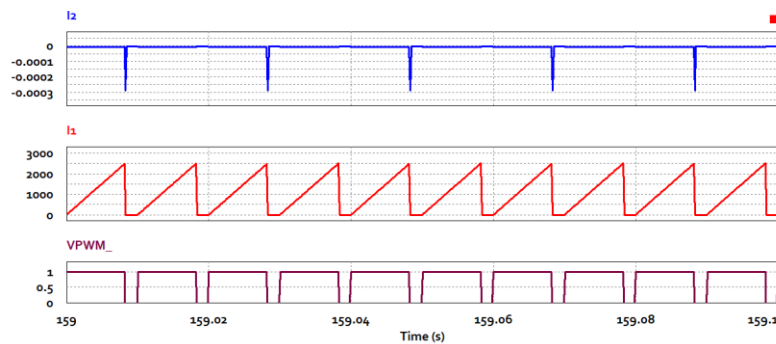
Gambar 21. Bentuk gelombang tegangan dengan $L = 50 \text{ mH}$



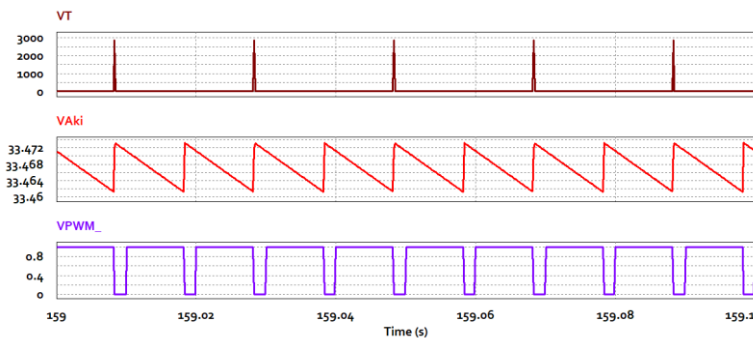
Gambar 22. Bentuk gelombang arus dengan $L = 50 \text{ mH}$

Gambar 23. Bentuk gelombang tegangan dengan $L = 50 \mu\text{H}$

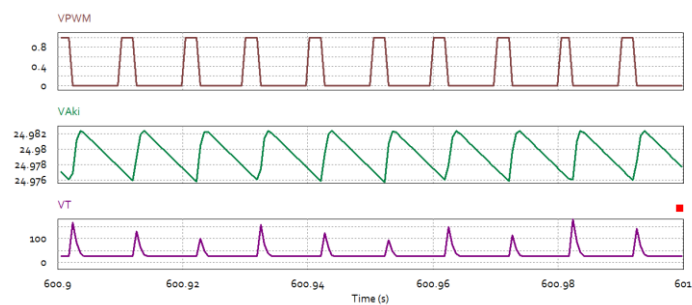
Temuan: I_1 , sangat tinggi. I_2 jauh sangat rendah. Ini membuat perangkat sangat berdimensi besar dan berat. (Gambar 25)



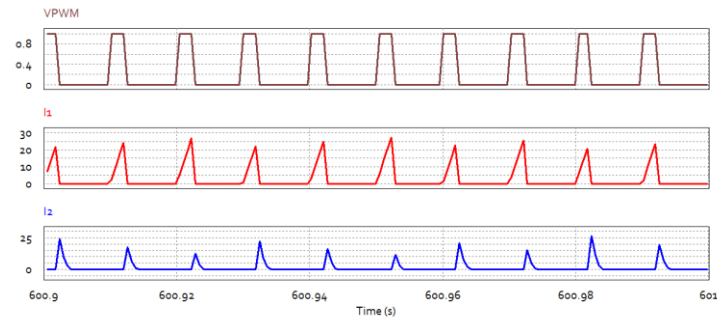
Gambar 24. Bentuk gelombang arus pada detik ke 160



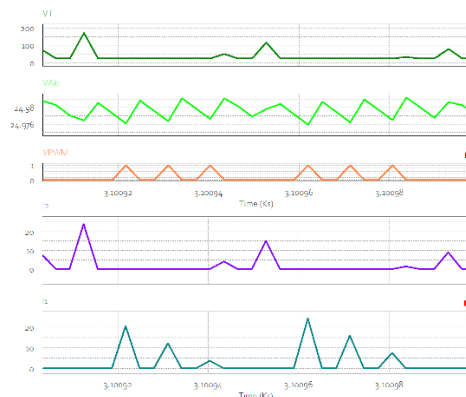
Gambar 25. Bentuk gelombang arus pada detik ke 160



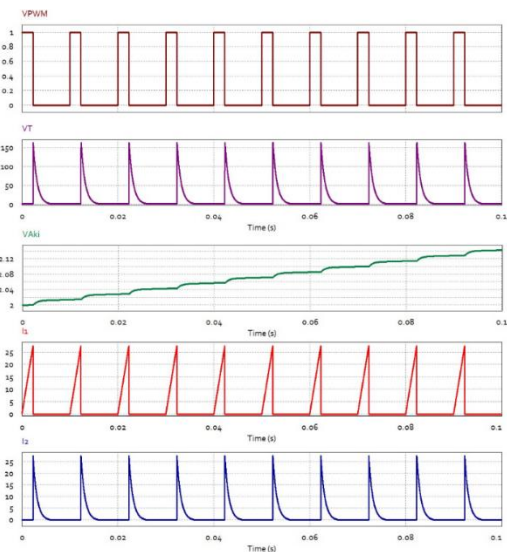
Gambar 26. Bentuk gelombang Tegangan dan PWM pada detik ke 600



Gambar 27. Bentuk PWM dan arus pada detik ke 600



Gambar 28. Sinyal listrik pada detik ke 3000



Gambar 29. Gelombang PWM, arus dan tegangan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil implementasi, pengujian dan analisis pada angkaian, gelombang hasil simulasi, dapat diusulkan sbb:

- Amplitudo ripple lebih signifikan daripada frekwensi tinggi dalam kecepatan pengisian pada baterai.
- Nilai induktansi yang lebih kecil mengakibatkan amplitudo ripple lebih tinggi
- Karakter riple di sisi luaran bisa berubah karena ada efek ketidak-konsistenan. Kecepatan perubahan ripel tidak sama dengan kecepatan frekwensi switching
- Arus charging akan sangat rendah jika muatan telah penuh.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Sampailah kami di sini mengucapkan terimakasih kepada POLINEMA yang membiayai penelitian ini, kepada journal ELTEK yang mempublikasikan penelitian kami, kepada teman-teman yang membantu penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA (11 PT)

- [1] M. Nassary, dkk. "A High Current Ripple EV Battery Charger Utilizing Capacitorless CUK Converter," 2019 IEEE Conference on Power Electronics and Renewable Energy (CPERE).
- [2] H. He, R. Xiong dan J. Fan, "Evaluation of Lithium-Ion Battery Equivalent Circuit Models for State of Charge Estimation by an Experimental Approach," ISSN 1996-1073, www.mdpi.com/journal/energies, publikasi 29 Maret 2011
- [3] E. Katona dan M. Kuczmann, "Transient analysis module from an object o-riented electrical circuit designer application," Przegląd elektrotechniczny (electrical review), ISSN 0033-2097, R. 87 NR 3/2011
- [4] A. Eric dan H.W. Leslie, "Universal powert manager with vari-able buck/boost converter," United states patent.
- [5] E. M. Brock, N.J. Flemington, Hunterdon Transformer Company, Flemington, N.J., New Jersey, "Torodal Inductor," Patented Sept. 2, 1969, USA

- [6] Thomas W. Efford; Gary J. Buczkowski, West Jefferson; Mitchel D. Weaver, Fleet-wood, N.C. High Ripple “Current Capacitor,” Paten USA No. 5,673,168, Sep. 30, 1997
- [7] N. Mohan, T.M. Undeland, dan W.P. Robbins, 1955, “Power Electronics, Converter, Applications, and Design,” Singapore, Second Edition, John Wiley & Sons,.
- [8] M. H. Rashid, 1993, “Power Eletronics, circuits, devices, and applications,” Englewood Cliffs, New Jersey, second edition, Prentice Hall In-ternational Editions.
- [9] A. Murtono, 2017, “Pengaruh Besar Riak Dan Frekwensi Terhadap Kecepatan Pemuatan Pada Aki Basah,” Laporan penelitian Polinema
- [10] A. Murtono, 2013, “Modul Ajar Elektronika Daya,” Malang: Polinema.
- [11] A. Murtono, 2012, “Analisis Pengaruh Induktor Resistor Dan Kapasitor Terhubung Seri Pada Sisi Luaran Inverter Satu Fasa,” laporan penelitian Polinema
- [12] A. Murtono, 1998, “Pengaruh Induktansi Bersama terhadap Riak Arus Keluaran Chopper 3 fasa,” Master Thesis, ITB

7. BIOGRAFI PENULIS

	Ir. Ari Murtono, M.T, • S1 universitas Brawijaya, fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Tamat 1986 • S2 ITB Bandung, Jurusan Teknik Elektro, Tamat 1998 • Pengaruh Besar Riak dan Frekwensi terhadap Kecepatan Pemuatan pada Aki Basah, 2018. Ketua • Murtono Ari, 2017, Pengaruh Besar Riak Dan Frekwensi Terhadap Kecepatan Pemuatan Pada Aki Basah, Laporan penelitian Polinema, Ketua • Pengaruh filter terhadap daya pada penyearah $\frac{1}{2}$ gelombang tanpa kendali, Laporan Penelitian Polinema, 2016. Ketua
	Edi Sulistio Budi, S.T., M.T • S1 universitas Brawijaya, fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Tamat 1997 • S2 ITB Bandung, Jurusan Teknik Instrumentasi, Tamat 2003 • Optimasi filter terhadap daya pada penyearah $\frac{1}{2}$ gelombang tanpa kendali pada kondisi steady state, Laporan Penelitian Polinema, 2016. Anggota Penelitian • Sistem penghemat pemakaian BBM pada motor bensin menggunakan Metode Rekayasa Suplemen Air (H2) (anggota, 2014) • Analisis pengaruh induktor dan kapasitor terhubung seri pada sisi luaran Inverter satu fasa, (anggota 2013)
	Drs. Herman Hariyadi • Optimasi filter terhadap daya pada penyearah $\frac{1}{2}$ gelombang tanpa kendali pada kondisi steady state, Laporan Penelitian Polinema, 2016. Anggota • Analisis beban induktor resistor pada luaran penyearah dengan kendali, 2014. Anggota • Implementasi algoritma fuzzy pada alat ukur kekentalan minyak pelumas, 2013