

# Rancangan Pengisian Akumulator DC Menggunakan Akumulator Cadangan Berbasis Perangkat Inverter dan Konverter

<sup>1)</sup>Parlindungan P. Marpaung

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Mesin D3 Otomotif , Institut Teknologi Indonesia

Jl. Raya Puspiptek Muncul , Serpong Tangerang Selatan- Banten

<sup>1)</sup> parlindungan.reni@gmail.com

## Abstrak

Pengisian level tegangan listrik akumulator dc yang mengalami kondisi kekurangan energi muatan listrik, umumnya memanfaatkan sumber listrik ac input berasal dari jaringan PLN. Latar belakang penelitian adalah ketika sumber listrik ac input dari jaringan PLN tidak terjangkau atau tidak tersedia saat dibutuhkan, maka dimanfaatkan sumber listrik dc berasal dari akumulator dc cadangan sebagai penggantinya. Tujuan penelitian merancang peralatan pengisi akumulator dc internal menggunakan peralatan akumulator dc cadangan berbasis peralatan inverter dan konverter dengan memanfaatkan sumber listrik input dari akumulator dc cadangan tersebut untuk menggantikan sumber listrik ac input berasal dari jaringan PLN. Adapun tegangan listrik akumulator dc internal yang di isi (*charge*) adalah kondisi awal  $V_{dc(Acu.Int.)} = 8,76$  volt dc hingga mencapai kondisi normal sebesar 12,05 dengan kapasitas lama arus pengisi (*charge*) 5 Ah (amper.jam) menyerap lama energi listrik sebesar  $W_{(Acu.Int.)} = 16,45$  Wh (Watt.jam). Hasil rancang bangun peralatan penelitian suplai pengisi listrik dc sebesar 13,0 volt dc dan daya listrik  $P_{dc(suplai)} = 21,32$  watt mengalirkan arus listrik ke akumulator dc internal. Hasil perbandingan energi  $W_{(Acu.Int.)}$  terhadap daya  $P_{dc(suplai)}$  yang menghasilkan lama arus listrik pengisian sebesar  $t_{(pengisian)} = 46,29$  menit.

Kata Kunci : akumulator dc cadangan ; inverter dc ; konverter ac ; energi pengisian dan akumulator dc internal.

## 1. PENDAHULUAN

Kendaraan listrik menggunakan energi listrik dipilih sebagai tenaga penggerak poros utama mesin kendaraan otomotif menawarkan kenyamanan yang lebih baik serta pengoperasian yang lebih mudah dari pada kendaraan berbahan bakar bensin. Penggunaan sumber energi listrik sebagai tenaga penggerak poros utama mesin kendaraan otomotif mulai digantikan dengan menggunakan sumber listrik dc dari aki/akumulator. Dimana sumber listrik dari akumulator dc internal terbebani oleh motor listrik penggerak energi mekanik putaran poros utama mesin dan beban listrik lampu. Energi listrik dc akumulator akan terbebani dengan motor listrik untuk penggerak energi mekanik putaran poros utama mesin menjadi berkurang lebih cepat, sehingga perlu dilakukan pengisian ulang kembali energi akumulator. Hal ini dimungkinkan sumber listrik dc yang tersimpan dalam akumulator dc internal menjadi berkurang. Untuk itu perlu dilakukan pengisian kembali energi akumulator dc internal tersebut, ketika mengalami kekurangan energi listrik dc yang tersimpan. Umumnya pengisian ulang akumulator dc internal memanfaatkan energi listrik ac berasal dari jaringan pembangkit energi listrik ac PLN. Latar belakang penelitian adalah apabila ketersediaan sumber jaringan energi listrik ac PLN saat dibutuhkan posisinya jauh dari jangkauan, maka dibuatlah rancang bangun peralatan

sumber listrik pengisian kembali akumulator dc internal menggantikan ketersediaan sumber energi listrik dari PLN. Hal ini akumulator dc cadangan digunakan sebagai pengganti sumber energi listrik ac dari PLN yang tidak terjangkau untuk melakukan pengisian kembali/ulang akumulator dc internal yang mengalami kekurangan energi listrik yang tersimpan. Manfaatnya penggunaan sumber energi akumulator dc pengganti pengisi akumulator dc internal adalah apabila ketersediaan sumber jaringan energi listrik ac PLN dibutuhkan saat itu posisinya jauh dari jangkauan. Untuk itu dibuatlah rancangan akumulator dc cadangan beserta peralatan pendukung untuk digunakan pengisi ulang suatu akumulator dc internal yang mengalami kekurangan energi listrik dc. [1], [2].

Pada penelitian berhubungan sumber energi listrik ac jaringan pembangkit listrik PLN jauh dari lokasi yang dibutuhkan digantikan dengan peralatan inverter yang merubah sumber energi listrik akumulator dc cadangan menjadi energi listrik ac/bolak-balik. Hal ini peralatan inverter dc diharapkan dapat menjadi salah satu solusi untuk menanggulangi masalah tidak adanya ketersediaan sumber energi listrik ac 220 volt ac sebagai pengganti jaringan listrik PLN yang dibutuhkan saat itu. Dimana input sumber listrik inverter dc berasal dari akumulator dc cadangan sebagai konsumsi energi listrik dc ke input peralatan inverter dc untuk menghasilkan out put tegangan listrik 220 volt ac. Selanjutnya out put tegangan listrik 220 volt ac ini terhubung ke input peralatan converter ac untuk dikonversikan menjadi tegangan listrik dc out put pengisi energi listrik ke akumulator dc internal yang mengalami kekurangan energi muatan listrik. Akumulator dc internal mengalami kekurangan energi muatan listrik dc perlu di isi menggunakan rancang bangun peralatan hasil penelitian dengan memanfaatkan input sumber energi listrik dari akumulator dc cadangan di dukung peralatan inverter dc dan konverter ac yang menghasilkan out put suplai tegangan listrik dc pengisi akumulator dc internal. Out put tegangan listrik dc berasal dari konverter sebagai suplai listrik dc pengisi akumulator dc internal. Hal ini hasil level suplai tegangan listrik out put dari konverter memiliki spesifikasi lebih besar satuan volt dc dan lama arus pengisian satuan amper.jam (Ah) dari pada spesifikasi tegangan listrik akumulator dc internal yang di isikan, sehingga arus listrik pengisian akumulator dapat berlangsung. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan rancang bangun peralatan pengisi akumulator dc internal yang mengalami kekurangan energi muatan listrik dengan memanfaatkan suplai sumber listrik berasal dari akumulator dc cadangan beserta peralatan pendukungnya. Tujuan penelitian melakukan pengisian akumulator dc internal memanfaatkan input sumber listrik berasal dari akumulator dc cadangan, ketika input sumber listrik dari jaringan listrik ac PLN tidak tersedia atau kondisi diluar jangkauan.

## 2. METODA PENELITIAN

Baterai/akumulator dc kondisi baik, tetapi mengalami kekurangan energi listrik dapat dilakukan pengisian ulang atau charging dengan cara dialirkan arus listrik dc. Proses arus listrik dc pengisian baterai kutub positif dihubungkan dengan arus listrik positif dan kutub negatif dihubungkan arus listrik negatif. Akumulator dc mengalami kekurangan kapasitas muatan listriknya lebih kecil dari kondisi normal, yaitu level tegangan listrik lebih kecil dari 12 volt dc sekitar 10,0 volt dc s/d 11,0 volt dc. Pengisian level tegangan akumulator disuplai oleh level tegangan listrik dc yang lebih besar 12 volt dc, yaitu sekitar sebesar [12 volt dc + (10% x 12 volt dc)] = 13,2 volt dc. Dengan demikian suplai tegangan listrik pengisi akumulator dc dapat mengalirkan arus listrik ke beban listrik akumulator dc. Adapun spesifikasi parameter kapasitas arus beban listrik akumulator dc dalam satuan amper.jam (Ah). Lama waktu arus listrik mengisi ulang mencapai kapasitas listrik akumulator dc satuan Ah (amper.jam) ada proses pengisian ulang akumulator dc dirumuskan seperti persamaan (1).[3]

$$t = \frac{C}{I} \quad (1)$$

Dimana:

t = Lamanya pengisian arus (jam)

C = Kapasitas lama arus listrik pengisi, (Ah)

I = Suplai arus listrik, amper (A).

Lama energi listrik pengisian berbanding lurus terhadap suplai tegangan listrik dan kapasitas lama arus listrik pengisi dirumuskan seperti pada persamaan (2). [3], [7]

$$W = V \cdot I \cdot t \quad (2)$$

Dimana:

W = Lama energi listrik pengisi (*charge*),  
watt.jam (W.h)

V = Suplai tegangan tegangan listrik, volt.

I = Arus listrik pengisi, amper.

t = Lama waktu, jam atau hours (h).

Kapasitas daya listrik berbanding lurus terhadap sumber tegangan listrik dan arus listrik yang dibangkitkan di rumuskan seperti persamaan (3). [3]

$$P = V \cdot I \quad (3)$$

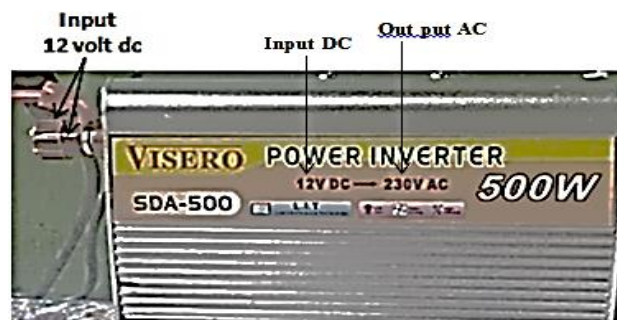
Dimana:

P = Kapasitas daya listrik, watt

V = Sumber tegangan listrik dc, volt dan I = Suplai arus listrik, amper.

## 2.1 Spesifikasi perangkat Inverter dc

Inverter dc adalah peralatan rangkaian elektronika mengkonversi atau mengubah input tegangan listrik searah/dc (*direct current*) menjadi out put tegangan bolak-balik ac (*alternating current*). Salah satu tipe perangkat inverter adalah mengkonversikan tegangan listrik akumulator 12 volt dc menjadi out put tegangan listrik ac dengan frekuensi sinyal 50 Hz s/d 60 dengan kapasitas energi listrik ac satuan watt. [4],[5]. Spesifikasi parameter peralatan inverter berfungsi merubah input tegangan listrik dc menjadi tegangan listrik ac pada gambar 1, sbb.:  
Input tegangan listrik 12 Volt DC menghasilkan output tegangan listrik 220-230 volt AC.  
Daya output : Kapasitas 500 Watt (Efisiensi daya output maximum sekitar 70-75%), [5].



Gambar 1. Inverter dc mengkonversikan input listrik dc ke listrik ac

## 2.2 Spesifikasi perangkat Konverter ac

Konverter ac berfungsi mengkonversikan energi listrik ac menjadi energi listrik dc disebut konverter ac. Hal ini peralatan/perangkat konverter ac berfungsi mengkonversikan arus listrik ac (*alternating current*) menjadi arus listrik dc (*direct current*). Pada gambar 2 bentuk fisik peralatan inverter dengan spesifikasi sebesar 200 volt ac s/d 240 volt ac menghasilkan out put tegangan listrik 12 volt dc dengan kapasitas arus listrik dc sebesar 5 A (ampere). [6].



Gambar 2. Konverter ac mengkonversikan input listrik ac ke listrik dc

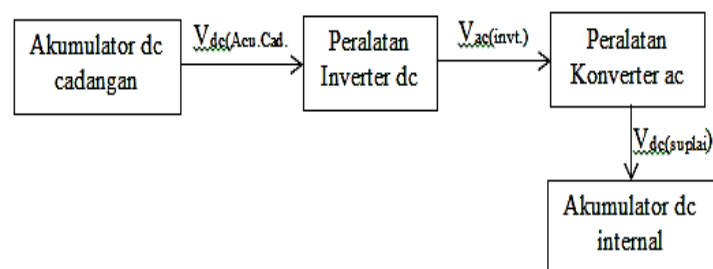
Adapun spesifikasi parameter peralatan konverter ac mengkonversikan input tegangan listrik ac menjadi out put tegangan listrik dc, sbb.: [5],[6]

Input: Tegangan listrik 200 volt AC - 240 volt AC; 0,33 ampere (A).

Output: Tegangan listrik 12 s/d 13 Volt DC; 5 A

Daya out put: 12 volt dc; 5A ; 60 watt.

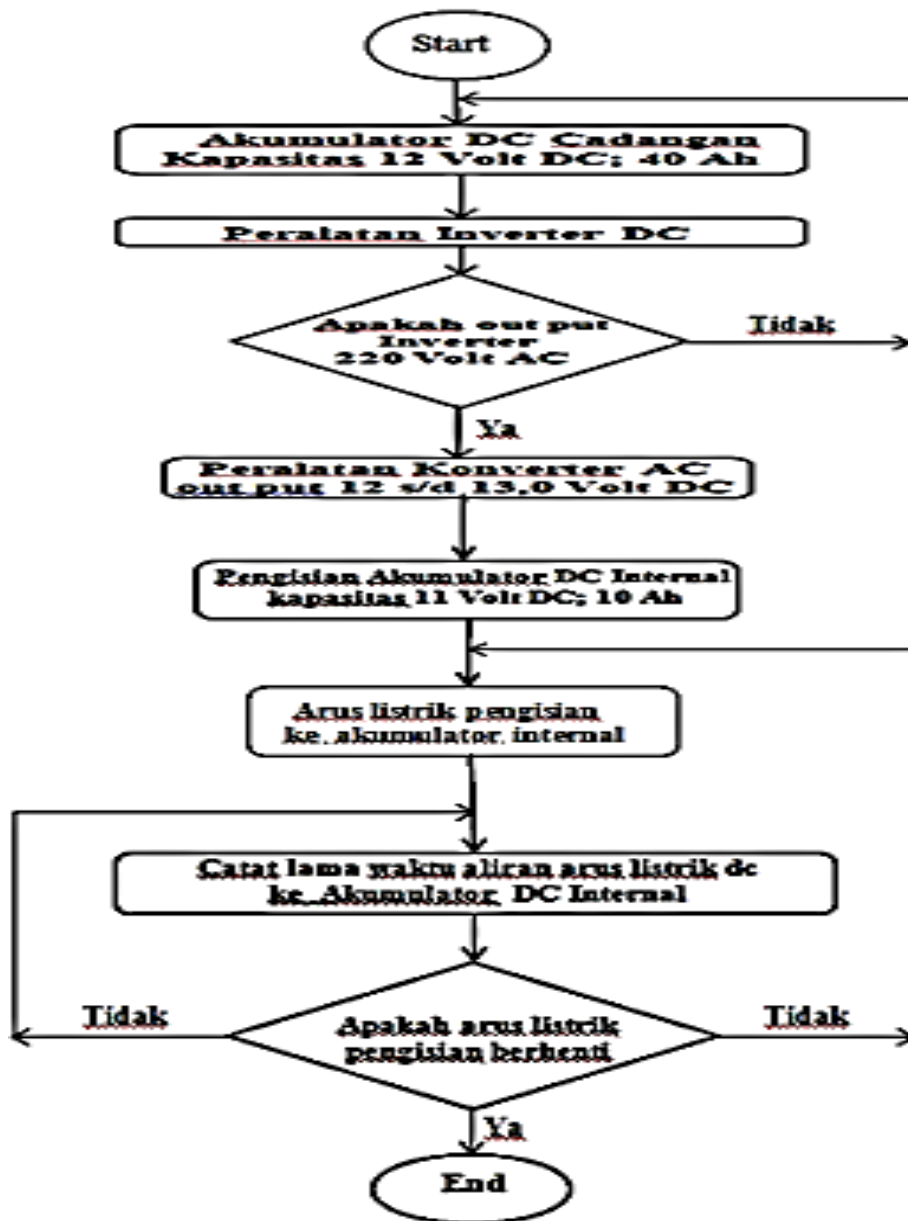
Pada penelitian ini peralatan utama rancang bangun pengisian akumulator dc internal yang mengalami kekurangan energi listrik dc. Metodologi penelitian pembuatan rancangan peralatan pengisi akumulator dc internal kendaraan otomotif sepeda motor yang mengalami kekurangan energi tersimpan. Adapun akumulator dc internal mengalami kekurangan energi muatan listrik tersimpan dari kondisi normal. Hal ini parameter akumulator dc internal yang akan di isi dinyatakan parameter  $V_{dc(Acu.Int.)}$ . Pengisian ulang akumulator dc internal  $V_{dc(Acu.Int.)} = 8,76$  volt dc ini dilakukan menggunakan rancangan peralatan akumulator dc cadangan yang dilengkapi dengan peralatan inverter dc dan converter ac. Pada penelitian ini suplai tegangan listrik keseluruhan peralatan rancang bangun pengisi tegangan listrik akumulator dc internal berasal dari sumber tegangan listrik akumulator dc cadangan. Kemudian hasil akhir tegangan listrik out put dari keseluruhan peralatan rancang bangun pengisian tegangan listrik akumulator dc internal adalah tegangan listrik dc out put dari peralatan koverter pengisi akumulator dc sekitar sebesar  $V_{dc(suplai)}$  sebesar 13 volt dc s/d 13,5 volt dc. Hal ini pengisi akumulator dc internal berasal dari suplai tegangan listrik dc out put dari peralatan konverter dinyatakan parameter  $V_{dc(suplai)}$  satuan volt. Adapun tegangan listrik  $V_{dc(suplai)}$  ini lebih besar dari akumulator dc internal. Dengan demikian suplai tegangan listrik dc out put dari peralatan konverter  $V_{dc(suplai)}$  pengisi akumulator dc internal mengalirkan arus listrik pengisian ke akumulator dc internal. Arus listrik dc pengisi akumulator dc internal mengalir dari tegangan listrik lebih tinggi ke tegangan listrik yang lebih rendah. Hal ini arus listrik pengisi akumulator dc internal dinyatakan parameter  $I_{(suplai)}$  satuan amper mengalir dari parameter  $V_{dc(Suplai)}$  menuju ke  $V_{dc(Acu.Int.)}$ . Berhubung sumber energi listrik ac dari jaringan pembangkit listrik ac PLN jauh dari lokasi dibutuhkan, maka digantikan peralatan inverter dc berfungsi merubah sumber energi listrik akumulator dc cadangan menjadi energi listrik ac. Diagram blok rancang bangun peralatan pengisi energi muatan listrik akumulator dc internal menggunakan input sumber listrik akumulator dc cadangan berbasis inverter dc dan konverter ac seperti gambar 3.



Gambar 3. Diagram alur rancangan peralatan penelitian

Perangkat elektronika inverter dc menghasilkan tegangan listrik ac out put yang menggantikan sumber tegangan listrik ac dari PLN sebesar 220 volt. Kemudian peralatan konverter

memanfaatkan tegangan listrik ac dari out put inverter untuk dikonversikan menjadi sumber tegangan listrik dc, yaitu  $V_{dc(suplai)}$  pengisi level tegangan listrik akumulator dc internal. Flow chart alur diagram metodologi penelitian rancang bangun peralatan penelitian pada gambar 4.



Gambar 4. Flow chart metodologi penelitian rancang bangun peralatan

Akumulator cadangan sebagai sumber listrik dc input pada rancangan peralatan penelitian dikoneksikan ke peralatan inverter dengan memasang kabel positif inverter ke kabel positif akumulator dan kabel negatif inverter ke kabel negatif akumulator yang menghasilkan tegangan listrik ac pada out put inverter tersebut. Peralatan inverter merubah input tegangan listrik dc dari sumber listrik akumulator dc cadangan menjadi tegangan listrik ac out put dinyatakan parameter  $V_{ac(invt.)}$ . Tegangan listrik  $V_{ac(invt.)}$  ini mencapai kisaran sebesar 220 volt ac dengan data kapasitas spesifikasi daya listrik dinyatakan parameter  $P_{ac(suplai)}$  mencapai

maksimum 500 watt. Sumber listrik input rancang bangun peralatan penelitian pengisi akumulator dc internal berasal dari tegangan listrik akumulator dc cadangan parameter  $V_{dc(Acu.Cad.)}$  satuan volt. Peragaan tampilan fisik akumulator dc cadangan dan hasil pengukuran level tegangan listrik dc adalah parameter  $V_{dc(Acu.Cad.)} = 12,53$  volt dc dengan data spesifikasi kapasitas arus listrik pengisi (*charge*) sebesar 25 Ah (amper.jam) pada gambar 5. Tegangan listrik akumulator dc cadangan, yaitu parameter  $V_{dc(Acu.Cad.)}$  mensuplai tegangan listrik dc ke input peralatan inverter yang menghasilkan tegangan listrik ac pada out put peralatan inverter dinyatakan parameter  $V_{ac(InvL.)}$  satuan volt ac.



Gambar 5. Akumulator dc cadangan sebagai sumber input peralatan.

Hasil data peragaan pengujian tegangan listrik ac out put peralatan inverter menggunakan alat ukur volt-meter ac digital seperti gambar 6 dan hasil pengukuran  $V_{ac(InvL.)}$  pada tabel 1.



Gambar 6. Pengujian tegangan listrik ac pada out put inverter.

Tabel 1. Hasil pengukuran volt ac pada out put inverter  $V_{ac(InvL.)}$

Input	Out put
$V_{dc(Acu.Cad.)}$	$V_{ac(InvL.)}$
(volt dc)	(volt ac)
12,53	218,5

Out put dari tegangan listrik ac inverter terhubung ke input konverter yang menghasilkan tegangan listrik ac pada bagian out put dinyatakan parameter  $V_{dc(Suplai)}$  satuan volt dc. Peragaan pengujian tegangan listrik dc out put dari peralatan konverter menggunakan alat ukur volt-meter dc digital disajikan seperti gambar 7.

Hasil pengukuran out put konverter dinyatakan parameter  $V_{dc(Suplai)}$  satuan volt dc dengan data spesifikasi suplai daya listrik out put parameter  $P_{dc(suplai)} = 60$  watt untuk mensuplai pengisian tegangan listrik akumulator dc internal pada tabel 2.



Gambar 7 Pengujian tegangan listrik dc out put konverter ac.

Tabel 2. Hasil pengukuran volt dc pada out put konverter  $V_{dc(Suplai)}$

Input	Out put
$V_{ac(Inv.)}$	$V_{dc(Suplai)}$
(volt ac)	(volt dc)
218,5	13,0

Akumulator dc internal akan di isi ulang dinyatakan parameter  $V_{dc(Acu.Int.)}$  terukur volt meter dalam kondisi tegangan listrik sebesar  $V_{dc(Acu.Int.)} = 8,76$  volt dc seperti gambar 8. Akumulator dc internal akan di isi ulang hingga mencapai kondisi normal mencapai spesifikasi  $V_{dc1(Acu.Int.)} = 12,0$  volt dc dengan lama arus listrik pengisi (*charge*) dinyatakan parameter  $C_{(Ah.)} = 5,0$  Ah (amper.jam). Selisih tegangan listrik dc pengisian adalah  $\Delta V_{dc(int.)} = (12 \text{ volt} - 8,76 \text{ volt}) = 3,24$  volt dc. Kapasitas lama energi listrik pengisi ke akumulator dc internal dinyatakan parameter  $W_{(Acu.Int.)}$  satuan watt.jam dihitung menggunakan persamaan (2) adalah:

$$W_{(Acu.Int.)} = \Delta V_{dc(int.)} \cdot C_{(Ah.)} = 3,24 \text{ volt} \times 5,0 \text{ Ah} = 16,2 \text{ Wh (Watt.jam)}$$



Gambar 8. Level tegangan listrik akumulator dc internal yang di isi ulang.

Rekapitulasi data  $V_{dc(Acu.Int.)}$  sebesar 8,76 volt hingga mencapai normal 12 volt dc pada tabel 3.



Tabel 3. Lama energi listrik mengisi akumulator dc internal.

Lama Energi listrik pengisian Akumulator dc internal		
$\Delta V_{dc(int.)}$	C(Ah)	W(Acu.Int.)
(volt)	(Ah)	W.h
3,24	5,0	16,2

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengisian tegangan listrik dc akumulator dc internal yang mengalami kekurangan muatan listrik dc memanfaatkan sumber energi listrik dari akumulator dc cadangan menggantikan sumber listrik ac dari jaringan listrik PLN. Hasil pengukuran pengujian rancang bangun peralatan penelitian pengisi energi muatan listrik akumulator dc internal secara keseluruhan disajikan seperti pada gambar 9. Tegangan listrik  $V_{dc(Suplai)} = 13,0$  volt dc dan arus listrik  $I_{dc(Suplai)} = 1,64$  amper (A) menghasilkan suplai daya listrik dc dinyatakan parameter  $P_{dc(suplai)}$  pengisi akumulator dc internal.



Gambar 9. Peragaan parameter rancang bangun peralatan penelitian

Daya listrik suplai  $P_{dc(suplai)}$  ditentukan menggunakan persamaan (3) adalah:

$P_{dc(suplai)} = V_{dc(Suplai)} \times I_{dc(Suplai)} = 13,0 \times 1,64 = 21,32$  watt. Rekapitulasi data parameter pengisi akumulator dc seperti tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi data pengukuran parameter

$V_{dc(Suplai)}$	$I_{dc(Suplai)}$	$P_{dc(Suplai)}$
(volt)	(amper)	(watt)
13,0	1,64	21,32

Tegangan listrik  $V_{dc(Suplai)} = 12,8$  volt dc dari out put konverter mengalirkan arus listrik pengisian  $I_{dc(Suplai)} = 1,27$  amper terdistribusi ke akumulator dc internal sebesar 12,41 volt dc seperti pada gambar 10. Pengolahan data parameter pengisian akumulator internal, sbb.:

- (-) Suplai tegangan listrik pengisi adalah:  $V_{dc1(Suplai)} = 12,8$  volt dc kapasitas daya listrik dc pengisi dan suplai  $P_{dc1(Suplai)} = V_{dc(Suplai)} \times I_{dc(Suplai)} = 12,8 \times 1,27 = 16,26$  Watt.
- (-) Tegangan listrik pengisian akumulator dc internal adalah:  $V_{dc1(Acu.int.)} = 12,41$  volt.

(-) Selisih suplai tegangan listrik dc pengisi terhadap yang di isi adalah:

$$\Delta V_{dc1(int.)} = (12,8 \text{ volt} - 12,41 \text{ volt}) = 0,39 \text{ volt.}$$

(-) Lama kapasitas energi listrik pengisian akumulator dc internal satuan Wh (Watt.jam)

$$\text{adalah } W_{1(Acu.Int.)} = \Delta V_{dc(int.)} \times C_{(Ah.)} = 0,39 \text{ volt} \times 5,0 \text{ Ah} = 1,95 \text{ Wh (Watt.jam).}$$



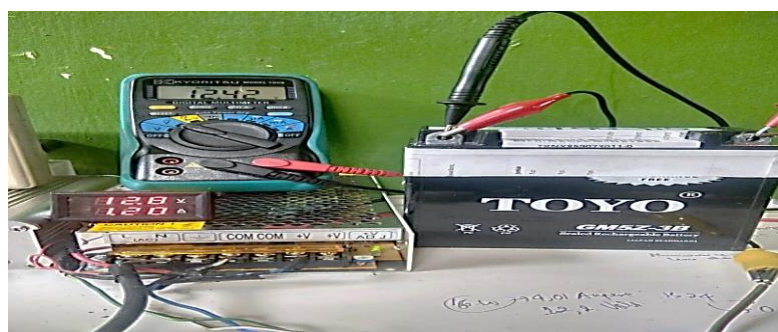
Gambar 10. Suplai tegangan listrik dan arus pengisian ke akumulator dc internal.

Tegangan listrik  $V_{dc(Suplai)} = 12,8$  volt mengalirkan arus listrik pengisian  $I_{dc(Suplai)} = 1,20$  amper (A) terdistribusi ke akumulator dc internal sebesar 12,42 volt dc pada gambar 11.

Rekapitulasi saat berlangsungnya pengisian akumulator dc internal seperti pada tabel 5

Tabel 5. Data parameter pengisian akumulator dc internal

<u>Suplai listrik dc pengisian</u>			<u>Pengisian akumulator internal</u>		
<u>Vdc2(Suplai)</u>	<u>Idc2(Suplai)</u>	<u>Pdc2(Suplai)</u>	<u>ΔVdc(Ac.int.)</u>	<u>C(Ah)</u>	<u>W2(Acu.Int.)</u>
12,8 volt	1,27 A	16,26 Watt	0,39 Volt	5,0 A	1,95 Wh



Gambar 11 Tegangan dan daya listrik dc pengisian akumulator dc internal

Pengolahan data parameter mengisi akumulator dc internal, sbb.:

(-) Data parameter hasil pengukuran pada Gambar 4.3 adalah sebagai berikut:

(-) Suplai tegangan listrik pengisi adalah:  $V_{dc2(Suplai)} = 12,8$  volt dc dengan kapasitas daya listrik dc pengisi, yaitu:  $P_{dc2(Suplai)} = V_{dc2(Suplai)} \times I_{dc2(Suplai)} = 12,8 \times 1,27 = 16,26$  Watt.

(-) Tegangan listrik pengisian akumulaor dc internal  $V_{dc2(Acu.(int.))} = 12,42$  volt. Selisih suplai tegangan listrik dc pengisi terhadap tegangan listrik dc pengisian adalah:

$$\Delta V_{dc2(int.)} = (12,8 \text{ volt} - 12,41 \text{ volt}) = 0,39 \text{ volt.}$$

(-) Lama kapasitas energi listrik mengisi akumulator dc internal satuan Wh (Watt.jam) adalah

$$W_{2(Acu.Int.)} = \Delta V_{dc2(int.)} \times C_{(Ah.)} = 0,39 \text{ volt} \times 5,0 \text{ Ah} = 1,95 \text{ Wh (Watt.jam)}.$$

Rekapitulasi data pengukuran saat berlangsung pengisian akumulator dc internal pada tabel 6.

Tabel 6. Data hasil pengisian akumulator dc internal

Suplai listrik dc pengisian			Pengisian akumulator internal		
$V_{dc1(Suplai)}$	$I_{dc(Suplai)}$	$P_{dc1(Suplai)}$	$\Delta V_{dc(Ac.int.)}$	$C(Ah)$	$W1(Acu.Int.)$
12,8 Volt	1,27 A	16,26 Watt	0,39 Volt	5,0 A	1,95 Wh

Pengisian ulang akumulator dc internal pada kondisi awal adalah  $V_{dc(Acu.Int.)} = 8,76$  volt hingga mencapai kondisi akhir tegangan listrik normal kembali disajikan pada gambar 12. Capaian hasil pengisian tegangan listrik akumulator dc internal mencapai normal kembali adalah sebesar  $V_{dc(normal)} = 12,05$  volt dc memiliki kapasitas lama arus listrik pengisian 5 Ah.



Gambar 12. Tegangan listrik dc internal kondisi awal dan kondisi setelah pengisian.

Capaian hasil pengisian tegangan listrik akumulator dc internal dari kondisi awal, yaitu  $V_{dc(Acu.Int.)} = 8,76$  volt volt hingga mencapai normal kembali sebesar  $V_{dc(normal)} = 12,05$  volt diperoleh selisih tegangan listrik dc adalah  $\Delta V_{dc} = [V_{dc(normal)} - V_{dc(Acu.Int.)}] = (12,05 \text{ volt} - 8,76 \text{ volt}) = 3,29 \text{ volt}$ . Hasil lama energi listrik pengisian mencapai normal adalah  $W(normal) = \Delta V_{dc} \times C_{(Ah.)} = 3,29 \text{ volt} \times 5,0 \text{ Ah} = 16,45 \text{ Wh (Watt.jam)}$ . Lama arus listrik pengisian dari kondisi awal hingga mencapai kondisi tegangan listrik normal kembali dengan menggunakan perumusan matematis, sbb:

$$t_{(pengisian)} = \frac{W_{(Ah.)}}{P_{dc(suplai)}}$$

Dimana:

$t_{(pengisian)}$  = Lama waktu pengisian akumulator dc internal, satuan hour (h = jam)

$W_{(Ah)}$  = Lama energi listrik dc pengisian, satuan W.h (Watt.jam)

$P_{dc(suplai)}$  = Suplai daya listrik dc pengisi, satuan Watt (W).

Hasil pengisian akumulator dc internal mencapai kondisi normal kembali seperti pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil pengisian energi listrik akumulator dc internal

Pengisian tegangan listrik		Energi listrik pengisian		
$V_{dc(Acu.Int)}$	$V_{dc(normal)}$	$\Delta V_{dc}$	$C(Ah.)$	$W(Ah)$
(volt)	(volt)	(volt)	(Ah)	(Wh)
8,76	12,05	3,29	5	16,45

Data suplai daya listrik dc pengisi akumulator dc internal, yaitu parameter  $P_{dc(Suplai)} = 21,32$  Watt (data tabel 4) dan data parameter  $W_{(Ah)} = 16,45$  Wh (data tabel 7) , maka hasil lama pengisian ulang akumulator dc internal adalah:

$$t_{(pengisian)} = \frac{W_{normal(Ah.)}}{P_{dc(suplai)}} = \frac{16,45}{21,32} = 0,772 \text{ (jam)} \times 60 \text{ (menit/jam)} = 46,29 \text{ menit.}$$

$$t_{(pengisian)} = 46,29 \text{ Menit.}$$

Rekapitulasi suplai daya listrik satuan watt (W) dan hasil kapasitas energi muatan listrik yang terisi pada akumulator dc internal saatuan W.h yang dimulai dari kondisi awal sebesar 8,76 volt dc hingga mencapai kondisi tegangan listrik dc normal kembali sebesar 12,05 volt dc (data tabel 7) membutuhkan waktu  $t_{(pengisian)}$  sebesar 46,29 menit disajikan pada tabel 8.

Tabel 8. Pengisian energi listrik akumulator dc internal

Daya listrik pengisi		Energi pengisian	Lama waktu
$V_{dc(Suplai)}$	$P_{dc(Suplai)}$	$W(Acu.Int.)$	$t_{(pengisian)}$
13 Volt	21,32 Watt	16,45 Wh	46,29 Menit

#### 4. KESIMPULAN

1. Ketika input sumber listrik ac dari jaringan PLN yang digunakan pengisi akumulator dc internal tidak terjangkau atau tidak tersedia saat dibutuhkan, maka dapat digunakan peralatan rancang bangun pengisi akumulaor dc internal dengan memanfaatkan input sumber listrik dc berasal dari akumulator dc cadangan.
2. Rancang bangun peralatan peralatan pengisi akumulator dc internal berasal dari sumber listrik dc input dari akumulator dc cadangan menghasilkan suplai tegangan listrik dc out put konverter yang digunakan mensuplai level tegangan listrik dc akumulator dc internal yang mengalami kekurangan energi muatan listrik.
3. Lamanya suplai arus listrik dc mengalir ke akumulator dc internal menghasilkan kapasitas daya listrik dc pengisian energi muatan listrik akumulator dc internal.
4. Tegangan listrik akumulator dc internal yang mengalami kekurangan energi muatan listrik mulai dari kondisi sebesar 8,76 volt dc hingga mencapai tegangan listrik normal sebesar 12,05 volt dc.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Siti Nurhabibah Hutagalung, Melda Panjaitan, Prototype Rangkaian Inverter DC ke AC 900 watt, Jurnal Pelita Informatika, Volume 6, Nomor 1, Juli 2017 ISSN 2301-9425, Media Cetak, Hal: 64-66, di akses Maret 20201.
- [2] Umar Hasan, Dedid Cahya., 2015, Sistem Charging Baterai Pada Perancangan Mobil Hybrid. Surabaya di akses April 2021.
- [3] <https://www.edukasielektronika.com/2015/05/cara-menghitung-lama-waktu-pemakaian.html>, di akses April 2021.
- [4] Shoji Iida, et.al., "Improved Voltage Source Inverter With 18 Step Output Waveforms", IEEE Trans. On Ind. Appl., January/February 1988.
- [5] <http://www.inverterplus.com/2010/04/power-inverter.html>, *Power Inverter*, 2010 di akses 26 Juni 2012.
- [6] <http://gudang-jaya.com/?vwdtl=ya&pid=1086&kid=all.html>, Gudang Jaya Electronic, Produk TV, 2011, di akses Juni 2021.
- [7] <http://zakizi.blogspot.com/2011/01/arusyang-ideal-untuk-harge-pengisian.html>, Arus yang Ideal untuk Charge/Pengisian Aki, 2011, di akses Juni 2021.