

# Prototipe Sistem Kelistrikan DC dan AC untuk Rumah Bersumber Energi Mandiri

Steve Darmadi<sup>1)</sup>, Aji Setyawan<sup>1)</sup>, Eko Mursito Budi<sup>1,a)</sup>, Estiyanti Ekawati<sup>1,2,b)</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Fisika, Kelompok Keilmuan Teknik Fisika,  
Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung,  
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

<sup>2</sup>Pusat Teknologi Instrumentasi dan Otomasi, Institut Teknologi Bandung,  
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

<sup>a)</sup> mursito@tf.itb.ac.id (*corresponding author*)

<sup>b)</sup> esti@instrument.itb.ac.id

## Abstrak

*Dalam rumah yang bersumber energi mandiri dan tidak terhubung dengan jaringan listrik negara, media penyimpanan energi yang digunakan adalah baterai yang merupakan pemasok arus listrik searah (Direct Current, DC). Namun, perangkat sistem kelistrikan yang umum tersedia di Indonesia adalah sistem kelistrikan bolak-balik (Alternating Current, AC). Penggunaan perangkat kelistrikan AC pada sumber daya DC ini akan menimbulkan persoalan rugi daya yang tinggi akibat konversi mode listrik berulang melalui inverter (DC-AC) maupun adaptor (AC-DC). Untuk mengatasi masalah itu, dibangun prototipe sistem kelistrikan DC skala rumah tangga. Kinerja prototipe ini dibandingkan dengan sistem kelistrikan AC, dalam hal konsumsi daya, durasi nyala, serta biaya investasi. Pembangunan prototipe didahului dengan studi beban listrik yang sesuai dengan sistem kelistrikan DC. Perancangan prototipe sistem yang dilaporkan pada makalah ini meliputi pemilihan tegangan jaringan, perancangan kelistrikan, perancangan kabel listrik, dan modifikasi beban listrik. Hasil pengujian prototipe ini menunjukkan bahwa rata-rata konsumsi daya sistem kelistrikan DC lebih rendah 40,52% hingga 85,37% dari sistem kelistrikan AC. Hasil simulasi pemakaian beban listrik terjadwal dengan kapasitas baterai 50 Ah, 24 V untuk sistem kelistrikan DC menunjukkan durasi nyala dua kali lebih lama dibandingkan sistem kelistrikan AC. Dari segi investasi jaringan listrik, sistem kelistrikan DC memiliki biaya investasi yang lebih rendah sebesar 26,12% dari sistem kelistrikan AC.*

*Kata-kata kunci: Sistem Kelistrikan, DC, AC, Efisiensi*

## PENDAHULUAN

Sampai dengan tahun 2014, Indonesia merupakan salah satu negara dengan rasio elektrifikasi yang rendah, yaitu sekitar 75,8% [2]. Fakta tersebut menunjukkan bahwa masih banyak daerah-daerah tertinggal yang belum mendapatkan pasokan listrik dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Karena itu, pembangkitan listrik mandiri menjadi alternatif solusi untuk mengatasi masalah pasokan listrik ini.

Rumah dengan pembangkitan energi mandiri dan tidak terhubung jaringan listrik utama yang dipasok oleh PLN memerlukan sistem kelistrikan yang efisien agar dapat mencukupi kebutuhan listrik rumah tangga. Pada rumah ini, arus listrik searah (*Direct Current*, DC) yang dibangkitkan akan disimpan dalam baterai. Namun, sistem kelistrikan yang umum tersedia di pasar serta digunakan di Indonesia adalah sistem kelistrikan bolak-balik (*Alternating Current*, AC). Karena itu, praktek yang umum dilakukan adalah mengkonversi arus listrik DC dari baterai menjadi arus AC menggunakan *inverter* untuk disalurkan ke jalur utama (*bus*) kelistrikan rumah tangga. Sebaliknya, mayoritas beban listrik dalam rumah beroperasi dengan arus DC. Karena itu, diperlukan

konversi AC-DC menggunakan *adaptor* [1]. Secara keseluruhan, konversi mode listrik berulang oleh *inverter* dan *adaptor* ini menghasilkan rugi daya sebesar 40% [5, 8].

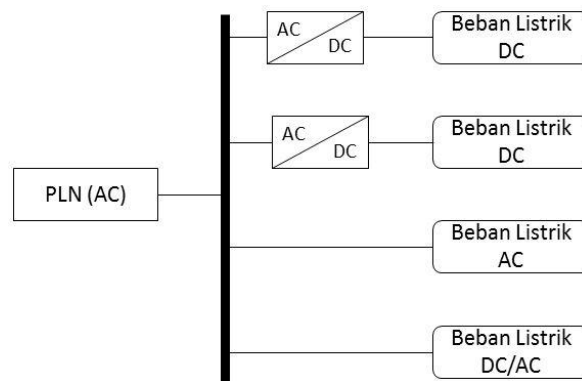
Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan sistem kelistrikan DC tanpa konversi mode listrik berulang. Sistem kelistrikan DC ini harus layak diterapkan untuk memasok kategori beban listrik yang berlaku di masyarakat. Selain itu, efisiensi penggunaan daya perlu dibuktikan melalui perbandingan sistem kelistrikan DC dan AC. Sistem kelistrikan DC ini harus memiliki keunggulan dari segi konsumsi daya, durasi nyala, serta biaya investasi dibandingkan dengan sistem kelistrikan AC.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, pada penelitian ini dirancang dan dibangun prototipe sistem kelistrikan DC yang memiliki efisiensi penggunaan daya lebih tinggi dari sistem kelistrikan AC pada rumah bersumber energi mandiri. Prototipe sistem kelistrikan DC ini dirancang berdasarkan hasil survei terhadap kategori dan jumlah beban listrik di rumah masyarakat Desa Karyawangi, Kecamatan Parongpong, Bandung, Jawa Barat. Kinerja prototipe ini selanjutnya dibandingkan dengan sistem kelistrikan AC.

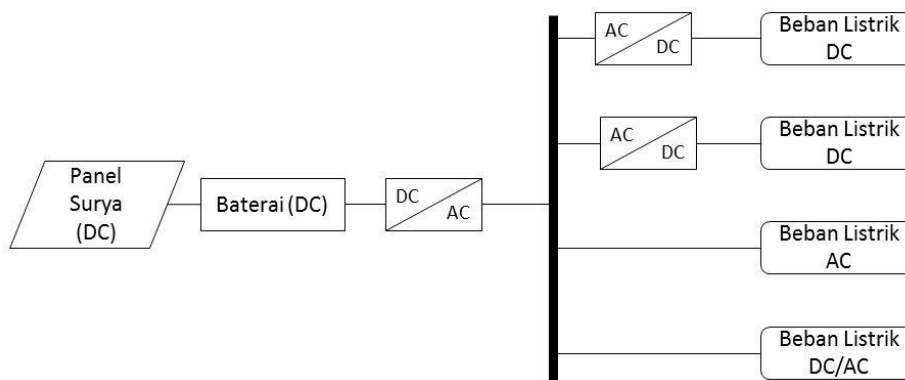
## SKEMA SISTEM KELISTRIKAN SKALA RUMAH TANGGA

### Sistem Kelistrikan AC

Istilah sistem kelistrikan AC digunakan ketika pada *bus* utama dialiri listrik AC. Sistem ini dapat dibedakan atas dua jenis. Sistem pertama adalah sistem kelistrikan AC dengan sumber AC, misalnya dari jaringan PLN. Listrik AC yang dipasok, langsung digunakan untuk mengoperasikan beban listrik. Akan tetapi, untuk beban listrik yang secara internal beroperasi pada listrik DC, diperlukan antarmuka berupa konverter AC-DC (*adaptor*) [1]. Skema sistem ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Sistem Kelistrikan AC dengan Sumber AC



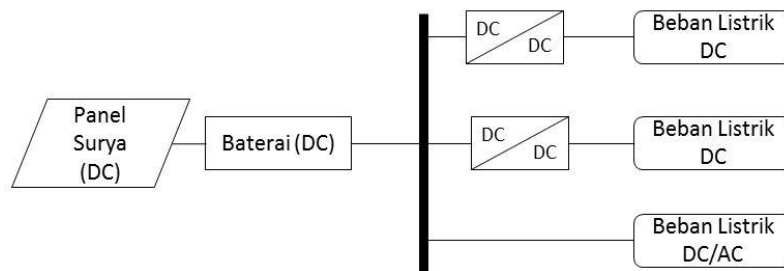
Gambar 2. Skema Sistem Kelistrikan AC dengan Sumber DC

Sistem kedua adalah sistem kelistrikan AC dengan sumber DC, misalnya dari panel surya, seperti yang tunjukkan pada Gambar 2 [10]. Sistem ini banyak ditemukan pada rumah bersumber energi mandiri dan pada rumah yang menerapkan hibrida listrik PLN dengan listrik dari sumber energi terbarukan. Hasil pembangkitan energi yang pada umumnya berupa listrik DC disimpan menggunakan baterai (DC). Listrik DC dari baterai

akan dikonversi menjadi listrik AC dan disamakan fasanya dengan pasokan listrik AC dari PLN menggunakan *konverter* DC-AC (*inverter*). Listrik AC tersebut dapat digunakan langsung untuk mencatu beban listrik AC. Untuk mencatu beban listrik DC diperlukan *konverter* AC-DC (*adaptor*). Terjadinya konversi berulang melalui *inverter* (DC - AC) dan *adaptor* (AC - DC) pada mekanisme distribusi listrik ini mengakibatkan rugi-rugi daya sekitar 40% [5, 8].

### Konsep Sistem Kelistrikan DC

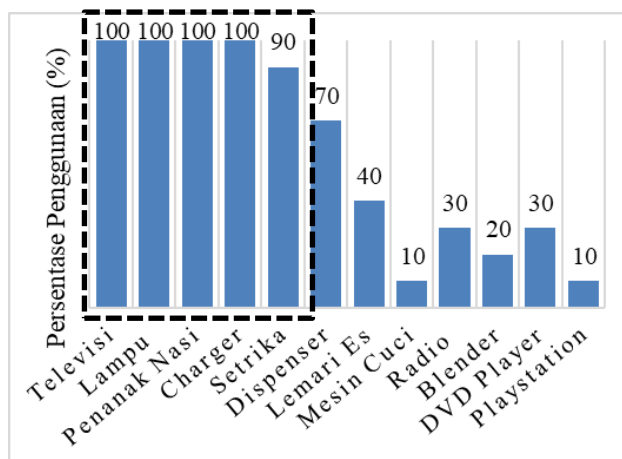
Untuk mengatasi rugi-rugi daya akibat konversi berulang, maka penelitian ini mengadopsi konsep dan sistem kelistrikan DC [10]. Pada sistem ini, seluruh komponen dari baterai hingga beban listrik beroperasi pada tegangan DC. Karena itu, sistem ini relevan digunakan dengan pembangkitan energi listrik DC, seperti panel surya. Listrik DC yang dihasilkan panel surya ditampung dalam baterai, dan dialirkan ke *bus* utama. Untuk mencatu beban listrik DC, hanya diperlukan *konverter* daya DC-DC yang menghasilkan nilai tegangan atau arus luaran sesuai kebutuhan tiap beban listrik. Skema sistem kelistrikan DC yang dikembangkan ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema Sistem Kelistrikan DC dengan Sumber DC

Konsekuensi dari penggunaan sistem kelistrikan DC ini adalah tidak dapat digunakan untuk mencatu beban listrik AC, seperti lemari es dan pendingin udara. Selain itu, beberapa jenis beban listrik juga perlu dimodifikasi agar dapat menangani daya listrik DC yang tersedia. Jenis beban listrik yang perlu dimodifikasi ini ditentukan berdasarkan survei kebutuhan listrik masyarakat.

### SURVEI DAN KATEGORI BEBAN LISTRIK RUMAH TANGGA



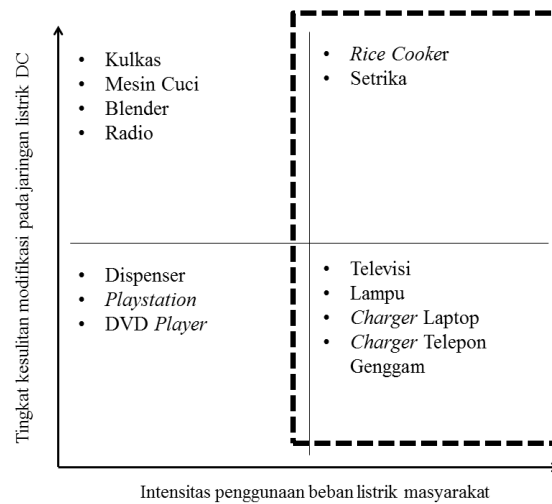
Gambar 4. Jenis Beban Listrik Masyarakat Desa Karyawangi

Tabel 1. Konsumsi Daya Beban Listrik Utama

Jenis Beban Listrik	Daya
Lampu	5-30W
Charger HP	2.5-5 W
Televisi (CRT)	60-125 W
Charger Laptop	30-65 W
Penanak Nasi	300-450 W
Setrika	300 – 400 W

Sebagai dasar perancangan sistem kelistrikan DC, dilakukan survei kebutuhan beban listrik masyarakat. Lingkungan survei adalah masyarakat Desa Karyawangi, Kecamatan Parongpong, Kota Bandung, Provinsi Jawa Barat. Sebanyak sepuluh rumah tangga dengan daya listrik terpasang 450 VA terlibat dalam survei ini. Hasil survei pada Gambar 4 menunjukkan sepuluh jenis beban listrik yang paling sering digunakan oleh masyarakat ini. Empat beban utama adalah lampu, televisi, *charger* untuk telepon genggam dan komputer laptop, serta penanak nasi (*rice cooker*). Besarnya konsumsi daya masing-masing beban ini ditunjukkan pada

Tabel 1. Beban listrik ini juga dikelompokkan berdasarkan intensitas penggunaan beban dan tingkat kesulitan modifikasi seperti pada Gambar 5.

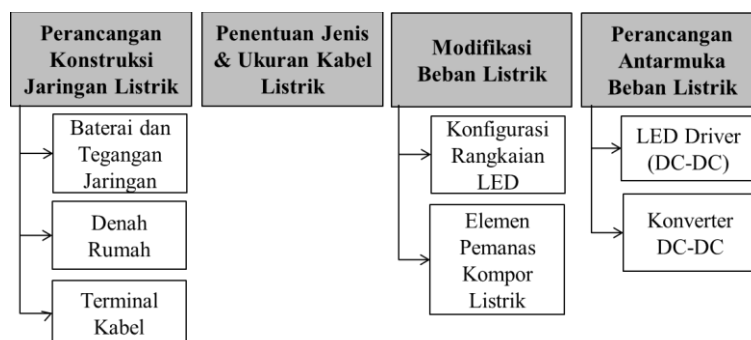


Gambar 5. Kategori Beban Listrik Masyarakat Desa Karyawangi

Gambar 5 menunjukkan bahwa beban listrik yang intensitas penggunaannya tinggi serta mudah dimodifikasi adalah televisi, lampu, dan *charger*. Selanjutnya, penanak nasi, dan setrika masuk ke kelompok penggunaan tinggi, namun sulit dimodifikasi. Mengingat pentingnya kebutuhan memasak bagi masyarakat, maka pada penelitian ini, posisi penanak nasi digantikan oleh kompor listrik. Pertimbangannya adalah karena elemen pemanas pada kompor listrik lebih mudah dimodifikasi. Sebagai insentifnya, penggunaan kompor listrik lebih luas dibandingkan dengan penanak nasi. Keenam perangkat tersebut dipilih sebagai beban listrik untuk dioperasikan pada sistem kelistrikan DC, dan merupakan batasan pada penelitian ini.

## PERANCANGAN SISTEM KELISTRIKAN DC SKALA RUMAH TANGGA

Perancangan sistem kelistrikan ini terdiri dari empat kelompok kegiatan. Kelompok kegiatan pertama adalah perencanaan konstruksi jaringan listrik, yang meliputi penentuan tegangan jaringan, pemilihan baterai, penentuan denah rumah serta peletakan terminal kabel. Kegiatan kedua adalah penentuan jenis dan ukuran kabel listrik. Kegiatan ketiga adalah modifikasi beban listrik. Kegiatan keempat adalah perancangan antarmuka beban listrik. Makalah ini melaporkan tiga kegiatan pertama, sedangkan kegiatan keempat dilaporkan pada makalah terpisah [9].

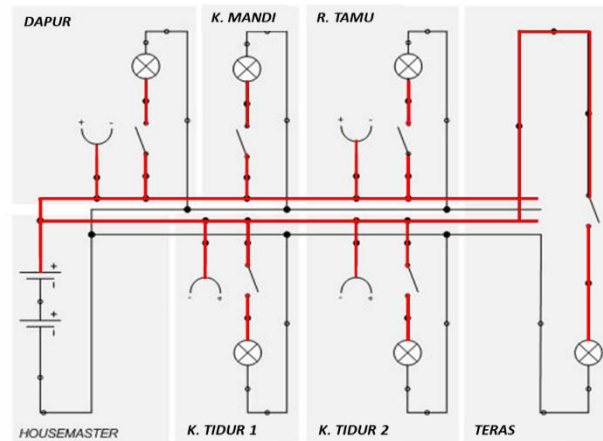


Gambar 6. Kegiatan Perancangan Sistem Kelistrikan DC Skala Rumah Tangga

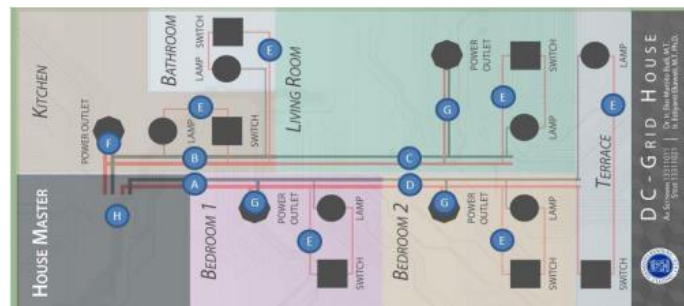
### Perencanaan Konstruksi Jaringan Listrik

Untuk sistem kelistrikan DC ini dipilih tegangan jaringan 24 V. Tegangan jaringan dicapai dengan menggunakan dua buah baterai jenis *Flooded Lead Acid* [7] merk INCOE tipe NS40Z-12 V dengan kapasitas 35A·h s, yang dirangkai seri. Baterai ini dipilih berdasarkan pertimbangan daya tahan batere yang lebih tinggi, dengan perawatan yang benar (pengisian air baterai), serta harga yang sangat ekonomis.

Sistem ini dirancang untuk rumah berukuran 6 m x 10 m sebagai representasi rumah sederhana. Terdapat lima ruang utama serta dua daerah pendukung. Seluruh komponen luaran menuju beban berupa fitting lampu dan stop kontak (untuk kompor, televisi, dan *charger* laptop serta *charger* telepon genggam). Beban listrik dengan daya paling besar, yaitu kompor listrik, diletakkan paling dekat dengan baterai. Skema ini ditunjukkan pada Gambar 7, sedangkan denah rumah ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 7. Skema Prototipe Kelistrikan DC Skala Rumah Tangga



Gambar 8. Denah Prototipe Rumah dengan Sistem Kelistrikan DC

Gambar 8 menunjukkan bahwa jalur listrik dibagi menjadi dua zona, yaitu zona kiri (kamar tidur dan teras) dan zona kanan (ruang tamu, dapur, dan kamar mandi). Masing-masing zona memiliki sebuah jalur listrik utama (bus), yang akan terhubung dengan masing-masing beban pada tiap ruangan. Dengan demikian, tiap kabel listrik dari beban tidak perlu mencapai panel listrik. Kedua bus (A-D & B-C) membentang dari panel listrik (bagian atas rumah) hingga beban terendah pada setiap zona.

Jenis dan panjang kabel listrik ditentukan menggunakan standar IEC 60364-5-52 [4]. Kabel listrik yang digunakan adalah tipe NYA dengan metode pemasangan kabel secara terbuka. Panjang kabel dari bus menuju stop kontak (kode F dan G) adalah 6m. Keputusan ini diambil berdasarkan asumsi jarak langit-langit (tempat bus berada) dan lantai (lokasi stop kontak) sebesar 3m. Sedangkan lampu membutuhkan kabel yang lebih panjang karena perlu dihubungkan dengan saklar. Untuk kabel positif yang akan melewati saklar, digunakan kabel masing-masing 3m antara bus-saklar dan saklar-lampu. Sedangkan kabel negatif dari lampu-bus memiliki panjang 3m. Sehingga dibutuhkan total panjang kabel 9 m untuk beban lampu.

Untuk rumah ini digunakan fitting lampu dengan tipe E27 yang digunakan untuk lampu yang beroperasi pada tegangan 230 V [3]. Steker listrik dan stop kontak yang digunakan adalah tipe G dengan kode standar BS1363. Steker ini memiliki 3 buah pin yang mencegah pemasangan dengan polaritas terbalik.

Selanjutnya dilakukan pemilihan luas penampang kabel berdasarkan faktor batas arus, dan penurunan tegangan. Faktor batas arus ditentukan berdasarkan spesifikasi kabel NYA yang digunakan [6]. Berdasarkan spesifikasi ini, luas penampang kabel yang dialiri arus maksimum 24A adalah 1,5mm<sup>2</sup>, dan untuk arus maksimum 32 A adalah 2,5mm<sup>2</sup>. Hampir seluruh segmen kabel yang didefinisikan pada Gambar 8 memenuhi syarat pertama, kecuali segmen B dan H yang memenuhi syarat kedua. Luas penampang kabel yang memenuhi syarat batas arus ini ditunjukkan pada Tabel 2 kolom 2.

Selanjutnya, ditinjau pula faktor penurunan tegangan pada setiap segmen. Pada sistem kelistrikan DC, tegangan operasional  $V$  memang rendah, yaitu 24 V. Namun, untuk melayani konsumsi daya  $P$  450W, maka arus maksimum  $I$  yang mengalir adalah:

$$I = P / V \quad (1)$$

$$I = 450 \text{ W} / 24 \text{ V} = 18.75 \text{ A} \quad (2)$$

Bila arus sebesar ini melewati konduktor, maka akan dihasilkan panas akibat rugi-rugi resistif dan rugi-rugi dielektrik melalui insulasi [6]. Rugi-rugi resistif ini tampak dalam penurunan tegangan  $V_{drop}$  sepanjang kabel yang terbentang sesuai persamaan 3 [4]:

$$V_{Drop} = I \times R_{DC} \quad (3)$$

$$R_{DC} = \frac{1.02 \times 10^6 \times \rho \times l}{A} \quad (4)$$

Persamaan 4 menunjukkan bahwa nilai resistansi konduktor  $R_{DC}$  berbanding lurus dengan nilai resistivitas bahan  $\rho$  dan panjang konduktor ( $l$ ), namun berbanding terbalik dengan luas penampang konduktor ( $A$ ).

Nilai resistansi bahan  $\rho$  juga meningkat dengan penambahan temperatur  $T$ :

$$\rho = \rho_{20}(1 + \alpha(T - 20)) \quad (5)$$

Pada persamaan 5,  $\rho_{20}$  adalah resistansi bahan pada temperatur  $20^\circ\text{C}$ ,  $\alpha$  adalah koefisien panas bahan konduktor, dan  $T$  adalah temperatur dalam skala Celsius. Persamaan 3 – 5 menunjukkan bahwa untuk arus yang lebih besar, dibutuhkan luas penampang kabel yang lebih besar pula, agar rugi-rugi resistif lebih kecil. Berdasarkan persamaan tersebut, luas penampang kabel yang diperlukan agar dihasilkan penurunan tegangan kurang dari 3% untuk masing-masing segmen kabel, ditunjukkan pada Tabel 2 kolom 3.

Berdasarkan pertimbangan batas arus dan penurunan tegangan, dipilihlah luas penampang yang terbesar diantara dua spesifikasi tersebut. Nilai ini ditampilkan pada Tabel 2 kolom 4. Selanjutnya, penurunan tegangan final berdasarkan luas penampang yang dipilih ditampilkan pada Tabel 2 kolom 5.

Tabel 2. Penentuan Luas Penampang Kabel

Kode Segmen Kabel (Gambar 8)	Kebutuhan Luas Penampang (mm <sup>2</sup> ) Berdasarkan			$V_{drop}$ (%)
	Batas Arus (Termal)	$V_{drop} < 3\%$	Hasil Rancangan Final	
A	1,5	10	10	1,88
D	1,5	2,5	2,5	2,11
B	2,5	6	6	2,75
C	1,5	4	4	1,90
E	1,5	1,5	1,5	0,88
F	1,5	4	4	1,87
G	1,5	1,5	1,5	1,76
H	1,5	10	10	0,90

### Modifikasi Beban Listrik

Pada penelitian ini, dilakukan modifikasi berupa penggantian elemen pemanas pada kompor listrik. Listrik Pada aplikasi konversi energi listrik menjadi panas, digunakan elemen pemanas berupa konduktor dengan resistivitas yang sedang, tergantung kebutuhan daya pemanasan dan tegangan kerja. Dengan memanfaatkan pemanasan resistif, nilai resistansi konduktor  $R_{DC}$  untuk mendisipasikan panas sebesar  $P$ , dapat ditentukan melalui persamaan 6:

$$P = \frac{V^2}{R_{DC}} \quad (6)$$

Nilai  $R_{DC}$  yang diperoleh berguna untuk selanjutnya menentukan kombinasi panjang  $l$  serta diameter kawat  $d$  yang digunakan. Persamaan 4 digunakan kembali untuk menentukan panjang  $l$  dan luas penampang konduktor  $A$ . Selanjutnya, diameter kawat dapat ditentukan melalui persamaan 7:

$$d = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad (7)$$

Persamaan 6 dan 7 diterapkan untuk merancang modifikasi kompor listrik merek Maspion tipe S300 dengan dua elemen pemanas. Masing-masing rangkaian pemanas memiliki konsumsi daya desain 300 W. Terdapat knob pengatur dengan tiga buah mode, yaitu menyalakan elemen pemanas 1, elemen pemanas 2, dan kedua pemanas secara bersamaan. Mode terakhir akan mengonsumsi daya 600 W. Untuk mengetahui spesifikasi teknis dari elemen pemanas, dilakukan pengukuran lebih lanjut pada elemen pemanas awal dari kompor. Agar dapat bekerja pada sistem kelistrikan DC 24V, dibutuhkan elemen pemanas yang memiliki resistansi total lebih kecil dibanding elemen pemanas bawaan. Maka dilakukan perhitungan serta pemilihan elemen pemanas pengganti. Hasil perhitungan ini dirangkum pada Tabel 3.

Tabel 3. Modifikasi Elemen Pemanas Kompor Listrik

Properti	Elemen Pemanas	
	Awal (AC 220 V)	Modifikasi (DC 24 V)
V (Volt)	220	24
P (Watt)	320	300
R ( $\Omega$ )	151,25	1,92
$\rho$ - resistivitas ( $\times 10^6 \Omega \cdot m$ )	6,8	1,72
D - Diameter (mm)	0,5	1
A - Luas penampang ( $mm^2$ )	0,185782	7,85
L - Panjang (mm)	4132,3	876,3

Berdasarkan pengukuran panjang, tegangan, serta resistansi elemen asli, diidentifikasi bahwa bahan elemen pemanas adalah Kanthal dengan nilai resistansi dan diameter seperti yang tertera pada Tabel 3.



Gambar 9. Perbandingan Elemen Pemanas Kompor Listrik Asli dan Modifikasi

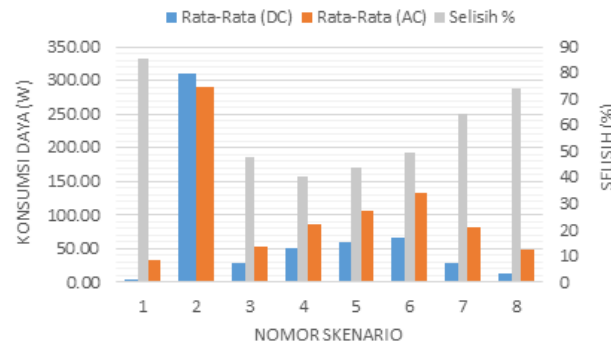
Selanjutnya, spesifikasi elemen modifikasi diperoleh dengan menentukan nilai resistansi yang dibutuhkan untuk bekerja pada sistem kelistrikan DC 24 V. Di sisi lain, terdapat pula batasan modifikasi desain sebagai berikut :

1. Elemen modifikasi memiliki resistansi yang menghasilkan konsumsi daya 300 W (spesifikasi kompor).
2. Elemen modifikasi memiliki panjang yang cukup untuk mengikuti jalur kawat pada keramik isolator.
3. Elemen modifikasi dapat dibentuk spiral seperti bentuk elemen asli.

Melalui persamaan 6 dan 7, dipilih elemen jenis Kanthal dengan diameter 1 mm. Panjang elemen modifikasi hanya mencapai 20% dari panjang elemen asli. Perbandingan elemen pemanas asli dan modifikasi ditunjukkan pada Gambar 9.





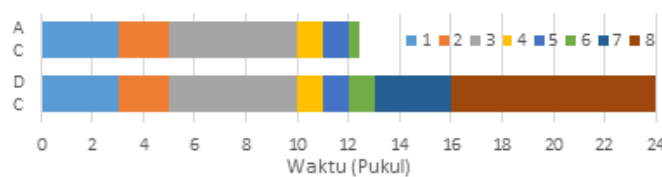


Gambar 10. Grafik Konsumsi Daya Sistem Kelistrikan DC dan AC

### Analisis Perbandingan Durasi Nyala

Berdasarkan data konsumsi daya pada sistem kelistrikan DC dan AC, dilakukan simulasi untuk mengetahui perbandingan durasi nyala kedua sistem. Simulasi dilakukan dengan acuan kapasitas baterai sebesar 24V, 50 Ah. Baterai diasumsikan berada pada kondisi penuh saat skenario 1 dimulai. Dari data konsumsi daya dilakukan perhitungan pemakaian energi (Wh) menggunakan persamaan 2. Untuk mendapatkan nilai konsumsi muatan baterai (Ah) dilakukan pembagian pemakaian energi (Wh) dengan tegangan jaringan (24V). Kemudian muatan baterai dikurangkan dengan konsumsi muatan pada setiap skenario untuk mengetahui sisa muatan.

Gambar 11. menunjukkan bahwa kedua sistem kelistrikan memiliki perbedaan ketahanan nyala yang cukup signifikan. Skenario 6 hanya berlangsung selama <0,5 jam pada sistem kelistrikan AC. Skenario 7 dan 8 tidak dapat terlaksana. Sehingga, dengan kapasitas baterai 50 Ah, sistem kelistrikan AC hanya dapat bertahan sekitar setengah hari ( $\pm 12$  jam) sesuai dengan pola penggunaan yang diterapkan. Di sisi lain, sistem kelistrikan DC mampu menjalani seluruh skenario uji, dengan menyisakan muatan pada baterai sebesar 2,4 Ah.



Gambar 11. Grafik Perbandingan Durasi Nyala Sistem Kelistrikan DC dan AC

### Analisis Perbandingan Investasi Kelistrikan

Komponen	A (mm <sup>2</sup> )	Harga Kabel per m	Sistem Kelistrikan DC		Sistem Kelistrikan AC	
			Jumlah	Biaya	Jumlah	Biaya
Kabel	10	Rp 16.000,00	17	Rp 272.000,00	0	Rp -
	6	Rp 8.750,00	9	Rp 78.750,00	0	Rp -
	4	Rp 5.000,00	19	Rp 95.000,00	0	Rp -
	2,5	Rp 3.000,00	8	Rp 24.000,00	0	Rp -
	1,5	Rp 2.000,00	72	Rp 144.000,00	125	Rp 250.000,00
Inverter			-	Rp -	1	Rp 2.100.000,00
Total				Rp 613.750,00		Rp 2.350.000,00
Selisih				Rp 1.736.250,00		

Pada sistem kelistrikan AC diperlukan luas penampang kabel yang lebih kecil serta inverter. Pada penelitian ini digunakan harga inverter Intelligent SP-1000-24 (1000 W) sebagai acuan. Berdasarkan perhitungan pada Tabel 5, dapat dinyatakan bahwa investasi total pada sistem kelistrikan DC lebih rendah 26,12% dibandingkan dengan investasi sistem kelistrikan AC. Besar investasi kabel untuk kelistrikan DC masih tidak sebanding dengan tingginya biaya inverter yang menjadi kebutuhan utama sistem kelistrikan AC.

---

## KESIMPULAN

Dari penelitian ini, didapatkan hasil sebagai berikut:

- Berdasarkan pengkategorian dan penentuan jenis beban listrik (hasil survei), dapat diidentifikasi bahwa lampu LED, telepon genggam, televisi, laptop, dan kompor listrik tergolong beban listrik yang layak serta berhasil diterapkan pada prototipe sistem kelistrikan DC.
- Hasil pengujian berskenario pada prototipe sistem kelistrikan DC menunjukkan bahwa, dengan beban listrik dan konstruksi kabel yang sama, kelistrikan DC mengonsumsi daya lebih rendah dari kelistrikan AC. Selisih konsumsi daya bervariasi dari 40,52% hingga 85,37%, tergantung pada skenario uji yang digunakan.
- Berdasarkan simulasi penggunaan beban listrik terjadwal (Tabel 3), dengan kapasitas baterai 50 Ah, 24V, diperoleh durasi nyala sistem kelistrikan DC lebih dua kali lebih lama dari sistem kelistrikan AC.
- Berdasarkan pengoperasian perangkat listrik yang telah dipilih, sistem kelistrikan DC memerlukan biaya investasi yang lebih rendah 26,12% dibanding AC.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana berkat pendanaan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) 2015, dan mencapai Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional (PIMNAS) 2015.

## REFERENSI

1. Y. Arafat dan M. Amin, *Feasibility Study of Low Voltage DC House and Compatible Home Appliances Design*, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, Master Thesis (2011).
2. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, *Outlook Energi Indonesia 2014: Pengembangan Energi untuk Mendukung Program Substitusi BBM*, BPPT (2014).
3. International Electrotechnical Commission, *Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety - Part 1: Lamp cap*, IEC 60061-1:2005 CSV, ed. 3.0 (2005)
4. International Electrotechnical Commission, *Low-voltage electrical installations - Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment - Wiring systems*, IEC 60364-5-52:2009, ed.3 (2009)
5. R. Nataliani, F. X. N. Soelami dan E. M. Budi, *Pembuatan Perangkat Keras dan Analisis Sub-Metering Konsumsi Energi Listrik*, Jurnal Otomasi, Kontrol dan Instrumentasi, Vol 6, No 1 (2014)
6. Open Electrical, *Cable Sizing Calculation*, [Online]. Available: [http://www.openelectrical.org/wiki/index.php?title=Cable\\_Sizing\\_Calculation](http://www.openelectrical.org/wiki/index.php?title=Cable_Sizing_Calculation). (2015)
7. D. Pavlov, *Lead-Acid Batteries: Science and Technology*, ed. 2, Elsevier, (2017)
8. D. Purnomo, E. M. Budi, dan E. Leksono, *Sistem Mikrokontroler untuk Pemantauan Arus Listrik Tiga Fasa di Ruang Server Teknik Fisika ITB*, Teknik Fisika ITB (2010).
9. A. Setyawan, S. Darmadi, E. M. Budi, E. Ekawati, *Studi Perbandingan Efisiensi Konversi Daya Konverter DC-DC Linier dan Pensaklaran pada Sistem Kelistrikan DC-DC*, Seminar Kontribusi Fisika, Institut Teknologi Bandung (2019)
10. P. T. M. Vaessen dan Kema, *Direct-Current Voltage (DC) in Households*, Casa Futura, [www.leonardo-energy.org](http://www.leonardo-energy.org) (2005)