

Analisis Jenis-Jenis Kerusakan pada *Charger Handphone* dengan Menggunakan Multimeter Digital dan Osiloskop Sebagai Alat Pengujiannya

Muh Pauzan¹, Indri Yanti²

^{1,2}Universitas Wiralodra, Jl. Ir. H. Juanda KM.03 Singaraja Indramayu, muhpauzan.ft@unwir.ac.id, indriyanti.ft@unwir.ac.id

Diterima 21 Agustus 2021, disetujui 9 April 2022, diterbitkan 12 April 2022

Pengutipan: Pauzan, M & Yanti, I. (2022). Analisis Jenis-Jenis Kerusakan pada Charger Handphone dengan Menggunakan Multimeter Digital dan Osiloskop Sebagai Alat Pengujiannya. *Gema Wiralodra*, 13(1), 72-92, 2022

ABSTRAK

Charger handphone adalah alat yang dimiliki oleh hampir setiap orang. Jika terjadi kerusakan maka masyarakat cenderung akan membuangnya dan membeli yang baru. Tapi di sisi lain charger yang rusak tersebut akan menambah limbah elektronik. Charger tersebut dapat dimanfaatkan kembali dengan cara memper-baiknya. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jenis-jenis kerusakan pada *charger handphone* kemudian mengganti komponen yang diindikasikan rusak dengan komponen baru. Terdapat tiga tahap pengolahan sinyal pada charger handphone. Tahap pertama adalah penyearahan sumber *alternating current* (AC) dari PLN menjadi sumber *direct current* (DC). Pada tahap ini komponen yang digunakan berupa dioda dan kapasitor. Tahap kedua adalah tahap pensaklaran (*switching*), dihasilkan tegangan AC dengan frekuensi tinggi (orde kilohertz). Pada tahap ini komponen yang digunakan pada charger non-smartphone adalah transistor, kapasitor dan resistor, selain itu digunakan optocoupler untuk menjaga tegangan output 5V tetap stabil. Sedangkan untuk charger smartphone digunakan IC daya tanpa menggunakan optocoupler. Tahap ketiga adalah menurunkan amplitudo sinyal AC kemudian dirubah ke bentuk DC. Pada tahap ini digunakan transformer, dioda dan kapasitor. Berdasarkan enam belas charger rusak yang berhasil dikumpul-kan (enam *charger non-smartphone*, sepuluh *charger smartphone*), lima dari enam charger non-smartphone mengalami kerusakan pada optocoupler, sedangkan pada charger smartphone lima dari sepuluh sampel mengalami kerusakan pada kabel USB. Dua mengalami kerusakan pada kapasitor, dua mengalami kerusakan pada dioda dan satu sampel sisanya mengalami kerusakan pada fuse (sekring). Digunakan multimeter digital untuk mengecek kerusakan komponen tersebut, diagnosa kerusakan tersebut valid karena setelah komponen yang dianggap rusak diganti dengan yang baru, charger berfungsi normal.

Kata Kunci: limbah elektronik, charger handphone, optocoupler, dioda, kapasitor.

ABSTRACT

Mobile charger is a device owned by almost everyone. If it is broken, people would throw away it and buy the new one. In other hand, electronic waste is increasing. Faulty charger could be reused by repairing on it. Therefore the research's aim is to analyze types of faulty on mobile charger then replacing the indicated faulty component to the new one. Signal processing in mobile charger has three stages. The first stage is rectification of alternating current (AC) to be direct current (DC), diode and capacitors are used at this stage. Stage two is switching the high voltage DC to a high frequency's AC. Transistors, capacitors and resistors are employed in a non-smartphone charger, optocoupler is added to stabilize the output voltage while a smartphone charger employs an ic power without an optocoupler. The last step is rectification of AC's high frequency to a 5 V DC. At this stage transformer, diode and capacitors are used. Sixteen faulty chargers have been collected which are consist of six samples of a non-smartphone charger and ten samples of a smartphone charger. Optocoupler failures are found in five out of six of non-smartphone charger. For smartphone charger, five out of ten sam-ples have a broken USB cable. Two chargers have a bad diode, two other have a bad capacitor and a blown fuse are found in the last sample. Digital

multimeter is used to check these faulty components. The method is valid because after replacing the faulty components, chargers are working well.

Keyword(s): electronic waste, mobile charger, optocoupler, diode, capacitor.

PENDAHULUAN

Catu daya merupakan sumber energi listrik bagi alat-alat elektronika, secara umum catu daya terdiri dari dua jenis yaitu catu daya linier dan catu daya *switching* (pensaklaran) (Istataqomawan et al., 2019). Kedua jenis catu daya tersebut masing-masing memiliki kekurangan dan kelebihan. Kelebihan catu daya *linier* adalah tidak menimbulkan *electromagnetic interference* (EMI) dan rangkaiannya sederhana (Yong, 2013). Tapi catu daya tipe ini biasanya berukuran besar, berat, mudah panas, selain itu efisiensinya rendah (Pressman et al., 2009). Catu daya tipe *switching* memiliki banyak keunggulan, seperti ukuran kecil, ringan serta efisiensinya tinggi (Fitriani, 2020; Istataqomawan et al., 2019; Yong, 2013). Maka tidak heran jika catu daya *switching* banyak digunakan pada TV, monitor, *personal computer* (PC), charger laptop dan *charger handphone* (Yong, 2013). Salah satu catu daya *switching* yang paling banyak digunakan masyarakat adalah charger handphone. Hal menariknya adalah jika terjadi kerusakan pada charger handphone maka masyarakat cenderung akan membuangnya dan membeli yang baru. Hal tersebut disebabkan oleh durasi perbaikan di tempat servis yang lama padahal *charger* dibutuhkan tiap beberapa jam, selain itu biaya memperbaikinya bisa saja lebih mahal dari harga charger yang baru. Tapi di sisi lain *charger* yang rusak tersebut akan menambah limbah elektronik, padahal pada tahun 2010 saja limbah elektronik mencapai 40 juta ton di seluruh dunia (Sepulveda, 2010 dalam dino rimantho). Di dalam charger handphone terdapat PCB (*printed circuit board*) yang berpotensi menghasilkan polusi logam berat (aadinda Sandra) sehingga menimbulkan masalah pencemaran lingkungan. Berdasarkan masalah tersebut penulis bertujuan untuk menganalisis jenis-jenis kerusakan pada charger handphone sehingga dapat memperbaikinya dan pada akhirnya dapat mengurangi limbah elektronik.

Penelitian sebelumnya dibuat catu daya *switching* dengan topologi buck converter. Prinsip kerja buck converter adalah tegangan output dari transformator lebih kecil daripada tegangan inputnya. Arduino digunakan sebagai pengatur duty cycle melalui pin PWM (*pulse width modulation*) yang dimilikinya sehingga catu daya *switching* yang dibuat dapat diatur tegangan outputnya. Nilai tegangan output diatur melalui keypad 4 x 4. Diperoleh daya

maksimum sebesar 170 watt sedangkan efisiensi catu dayanya sebesar 80,74 % (Samosir et al., 2017). Dibuat juga catu daya switching dengan topologi forward converter, prinsip kerja forward converter adalah transformator dapat menghasilkan tegangan output yang lebih besar atau lebih kecil secara bersamaan. Digunakan MOSFET daya sebagai sakelar dan *integrated circuit* (IC) UC3844 sebagai pembangkit sinyal PWM. Pada penelitian ini digunakan regulator linier pada tegangan output transformator, diperoleh efisiensi catu daya sebesar 78,457 % (Istataqomawan et al., 2019). Pada penelitian yang lain, catu daya switching dibuat dengan topologi buck converter. Komponen yang digunakan sebagai pensaklar (switching) sumber DC adalah IC TL494, IC ini adalah pengontrol PWM, sedangkan pembangkit PWMnya menggunakan mikrokontroler ATmega8535. Catu daya ini mampu mengeluarkan tegangan dari 0 V sampai dengan 43 V, sedangkan efisiensi dayanya masih kurang baik yaitu berkisar dari 60 sampai 70% (S et al., 2010).

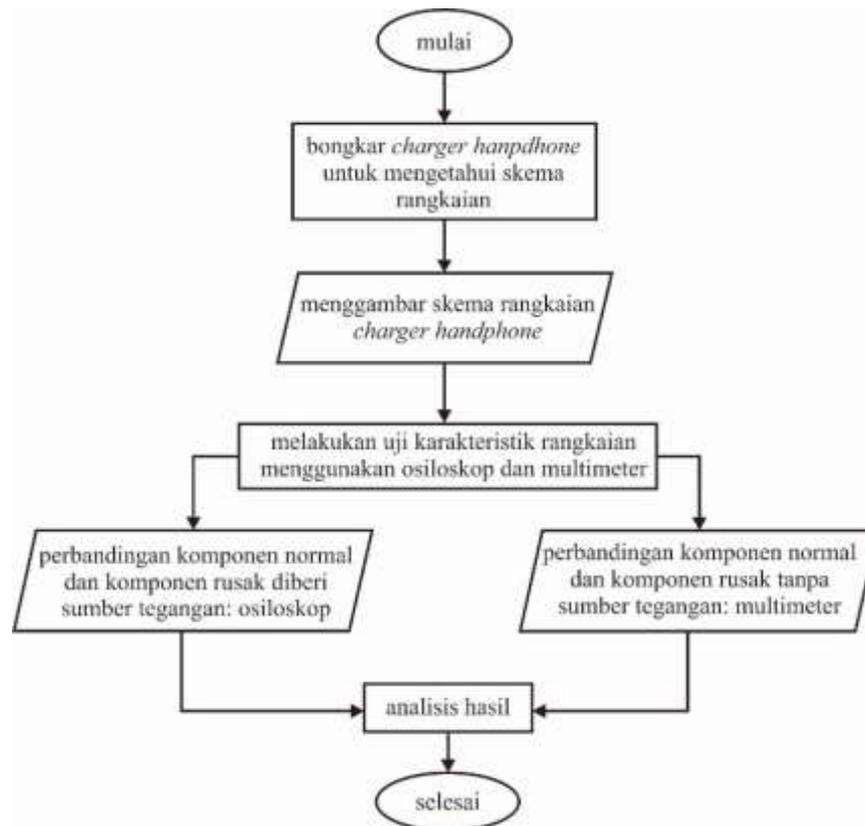
Selain membuat catu daya switching, para peneliti juga mengaplikasikannya pada alat dengan spesifikasi tertentu. Seperti (Vernandez et al., 2015) menggunakan catu daya switching pada alat ekstarksi biji kapuk yang dibuat. Hal tersebut didasari oleh kebutuhan untuk menghasilkan alat dengan suhu tetap 65°C. Oleh karena itu perlu catu daya dengan kemampuan sistem umpan balik (*feedback*) sebagai pengontrol supaya suhu tetap. Maka catu daya yang sesuai dengan kebutuhannya adalah catu daya switching. Catu daya tersebut dibuat dengan topologi *buck converter*, digunakan mikrokontroler ATmega8535 sebagai pembangkit PWM, MOSFET daya sebagai pensaklarnya. Diperoleh efisiensi alatnya sebesar 93,53%. Penelitian lain membuat catu daya switching untuk diaplikasikan pada elektropsinner. Penelitian ini terdiri dari dua blok yaitu blok catu daya switching dan blok sistem kontrol. Catu daya *switching* terdiri dari input tegangan AC (*alternating current*), filter, penyearah AC ke DC (*direct current*), pembangkit sinyal PWM, *switcher*, transformator, penyearah akhir, filter akhir dan keluaran DC. Arduino digunakan sebagai pembangkit sinyal PWM, PWM inilah yang digunakan untuk mengatur tegangan output DC yang diinginkan melalui pengaturan *duty cycle*. Tegangan output dapat diatur dari 0 V hingga 100 V dengan arus sebesar 7,3 A. Tingkat akurasi tegangan outputnya sebesar 98,19% (Effendi, 2019). Dibuat juga alat pembakar kulit pada penyakit cuplak (bahasa medis: papilloma). Pada alat tersebut digunakan catu daya switching dengan topologi *flyback converter*. Topologi ini sama fungsinya dengan *buck-boost converter* yaitu tegangan output

dapat diatur lebih rendah atau lebih tinggi. Tujuan digunakan catu daya switching adalah supaya pada alat tersebut dihasilkan frekuensi yang tinggi, frekuensi ini dapat menghasilkan panas jika diberikan pada konduktor. Konduktor inilah yang ditempelkan ke kulit yang terkena penyakit cuplak (Pambudi & Firman, 2016).

Berdasarkan penelitian-penelitian yang dilakukan sebelumnya, belum ada yang melakukan penelitian tentang troubleshooting pada catu daya *switching* terlebih lagi pada charger handphone. Oleh karena itu penulis melakukan penelitian tentang analisis kerusakan pada catu daya switching yang ada pada charger handphone dengan harapan dapat mengurangi limbah elektronik yang berasal dari charger handphone serta berkontribusi ilmu pengetahuan tentang troubleshooting pada charger handphone. Secara garis besar runtutan penelitian ini dimulai dari mengumpulkan charger handphone rusak, membongkar dan membuat skema rangkaiannya, kemudian setiap komponen diuji menggunakan multimeter digital untuk mengetahui komponen yang rusak. Komponen tersebut juga diuji menggunakan osiloskop untuk menganalisis sinyal listrik yang dihasilkan. Setelah itu diganti komponen tersebut dengan yang baru untuk memastikan bahwa charger berfungsi normal.

METODE PENELITIAN

Supaya dapat mengetahui rangkaian catu daya switching pada charger handphone, casing charger handphone/smartphone dibongkar, kemudian rangkaian yang ada pada charger tersebut digambar. Hal tersebut dilakukan supaya membantu dalam menganalisis kerusakan pada charger. Beberapa komponen yang rentan mengalami kerusakan pada charger handphone ada-lah dioda, transistor, optocoupler dan kapasitor. Secara garis besar runtutan penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini:



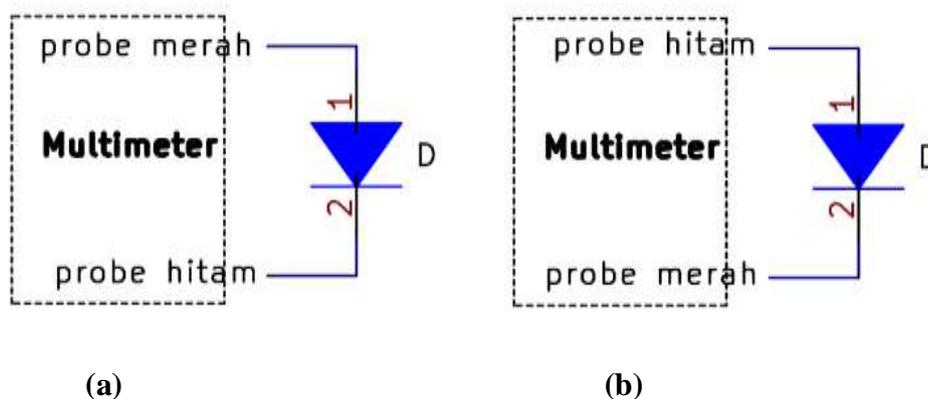
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Dilakukan pengecekan menggunakan multimeter dan osiloskop digital. Multimeter berfungsi sebagai pengukur arus, tegangan dan resistansi. Multimeter yang digunakan pada penelitian ini adalah multimeter digital, multimeter ini sudah banyak digunakan pada beberapa penelitian seperti pengukuran sinyal AC sinkron (Petrovic, 2004), pengukuran enzim (Yu et al., 2018), pengukuran pada sensor tekanan (Yu et al., 2019) dan lain-lain. Selain itu alat yang digunakan adalah osiloskop, osiloskop berfungsi untuk memvisualisasikan sinyal listrik. Osiloskop terbaru adalah osiloskop digital, kelebihanannya dari osiloskop sinar katoda adalah sinyal listrik ditampilkan secara digital, teknik ini menggunakan konsep ADC (*Analog to Digital Converter*) dengan cara mengambil sampling dari sumber listrik yang akan diukur (Dong et al., 2011). Osiloskop digital digunakan pada penelitian pengukuran koefisien restitusi (Wadhwa, 2009), elektronika daya frekuensi tinggi (Switching, 1992), perhitungan foton (Martínez Ricci et al., 2007), dan lain-lain.

Cara mengecek apakah komponen-komponen tersebut masih berfungsi normal atau rusak di-jelaskan sebagai berikut:

Metode Pengukuran Dioda

Dioda terbuat dari bahan semikonduktor, jika dibias maju maka akan menghantarkan arus DC jika dibias mundur akan menahan arus DC. Pada rangkaian charger, dioda digunakan untuk menyearahkan sumber AC menjadi DC (Rosdianto & Toifur, 2011), oleh karena itu rangkaian dioda penyearah biasanya langsung dihubungkan dengan input AC dari PLN. Dengan fungsi tersebut, terkadang dioda bisa mengalami kerusakan akibat adanya fluktuasi sumber PLN. Untuk mengecek apakah dioda berfungsi normal atau rusak, digunakan multimeter digital. Sakelar selektor multimeter diatur pada mode dioda, perhatikan skema pengecekan dioda pada gambar 2 di bawah ini:



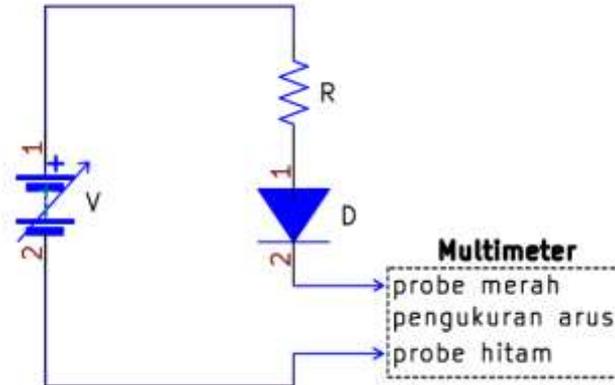
Gambar 2. Pengecekan kerusakan dioda menggunakan multimeter a) bias maju b) bias mundur

Jika dioda normal maka hasil pengukurannya adalah sebagai berikut:

- Probe merah multimeter ke anoda, probe hitam ke katoda: pada layar multimeter menunjukkan pembacaan antara 0,5 - 0,8. Hal tersebut dikarenakan oleh tegangan drop bahan semikonduktor akibat adanya potensial barrier antara daerah p (anoda) dan n (katoda), potensial tersebut sebesar 0,5-0,8 V untuk bahan silikon.
- Probe merah multimeter ke katoda, probe hitam ke anoda: dioda memblokir arus dari sumber tegangan, bersifat seperti sakelar terbuka. Pembacaan pada multimeter pasti 1 atau OL yang menunjukkan sakelar terbuka

Jika saat pengukuran dioda hasilnya tidak seperti yang ditunjukkan di atas, maka dioda tersebut mengalami kerusakan. Dioda yang mengalami kerusakan tersebut kemudian diuji karakteristik sinyal I-V (arus-tegangan). Hasil dari pengujian karakteristik I-V dapat digunakan untuk menganalisis kerusakan dioda (Chen et al., 2017), selain itu digunakan juga

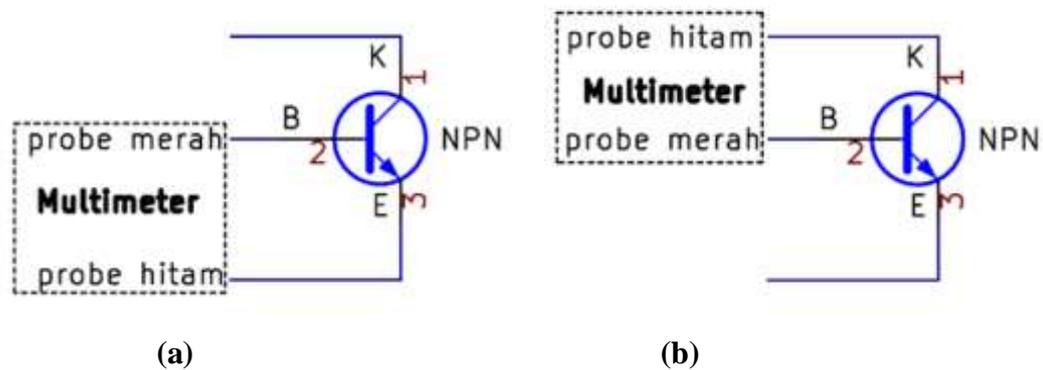
dioda yang berfungsi normal untuk membandingkan sinyal listriknya. Rangkaian untuk pengujian dioda menggunakan multimeter dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. Rangkaian pengujian karakteristik I-V pada diode

Metode Pengukuran Transistor

Pada *charger handphone* dua buah transistor berfungsi sebagai pengkonversi tegangan DC 220-230 V menjadi tegangan gelombang kotak berfrekuensi tinggi atau biasa disebut sebagai PWM (*Pulse Width Modulation*) (Adiono et al., 2018; Matalata & Johar, 2018). Transistor memiliki 3 kaki yaitu kaki basis, kolektor dan emitter. Cara pengecekannya yaitu multimeter diatur pada mode dioda, untuk tipe npn maka probe merah multimeter dihubungkan ke kaki basis sedangkan probe hitam ke kaki kolektor dan emitter. Untuk tipe pnp probe hitam ke kaki basis dan probe merah ke kaki kolektor dan emitter. Pengukuran kaki basis-emitter selalu lebih besar nilainya dengan kaki basis-kolektor. Emitter lebih besar daripada kolektor karena konsentrasi dopingnya paling besar. Supaya lebih jelas, pengukuran transistor npn menggunakan multimeter digital dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini:

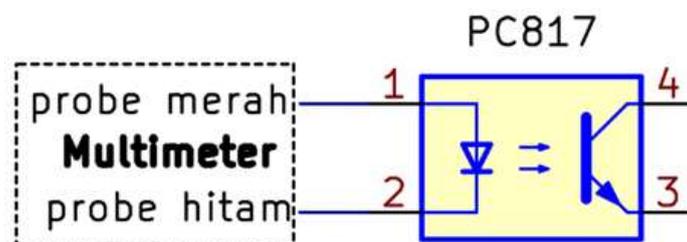


Gambar 4. Pengukuran kerusakan transistor npn menggunakan multimeter a) pengukuran kaki BE b) kaki BK

Jika saat pengujian transistor diperoleh nilai yang berkebalikan dengan ketentuan di atas seperti kaki basis-kolektor lebih besar daripada kaki basis-emiter maka transistor tidak bekerja dengan semestinya.

Metode Pengukuran *Optocoupler*

Optocoupler berfungsi untuk mentransfer sinyal listrik menggunakan cahaya antara dua rangkaian yang terisolasi. Cara menguji *optocoupler* adalah dengan menghubungkan probe merah multimeter ke pin 1 (anoda) dan probe hitam ke pin 2 (katoda) *optocoupler*. Selanjutnya probe merah ke pin 2 dan probe hitam ke pin 1. Jika pada pengujian pertama pada layar multi-meter diperoleh nilai tertentu (1563 untuk PC817) dan pada pengujian kedua tidak ada hasil pembacaan maka optocoupler berfungsi normal. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa LED di dalam optocoupler berfungsi baik. Pengukuran yang berbeda dengan hasil tersebut mengindikasikan bahwa *optocoupler* mengalami kerusakan. Supaya lebih jelas skema pengukurannya dapat dilihat pada gambar 5 di bawah ini:



Gambar 5. Pengujian optocoupler menggunakan multimeter digital

Metode Pengecekan Kapasitor

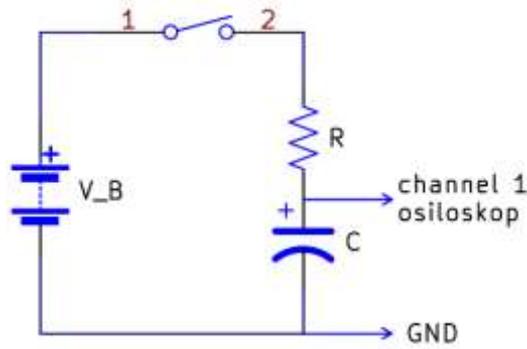
Kapasitor berfungsi untuk menghaluskan tegangan DC hasil penyearahan dioda sehingga tidak ada ripple tegangan (Pauzan & Yanti, 2019). Pengecekan kapasitor relatif lebih mudah dibandingkan dengan komponen yang lain, cukup diamati bentuk fisiknya. Jika terdapat gelembung pada permukaannya maka kapasitor mengalami kerusakan seperti yang ditunjukkan pada gambar 6, tapi jika secara fisik tampilannya bagus maka kapasitor berfungsi normal.



Gambar 6. Kapasitor menggelembung pada bagian atas

Komponen elektronika yang rusak pada charger kemudian diganti dengan komponen baru, setelah itu charger dihubungkan dengan sumber tegangan PLN dan diuji tegangan outputnya. Metode ini dilakukan untuk memastikan bahwa diagnosa kerusakan pada charger handphone adalah benar.

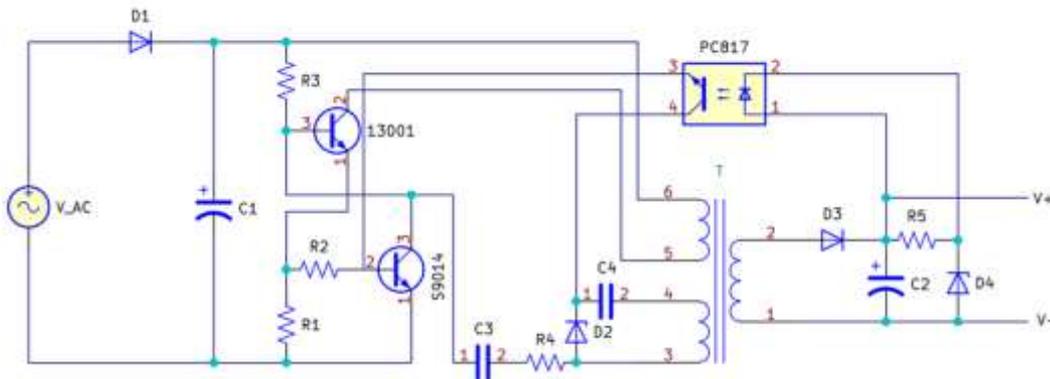
Pengujian bentuk sinyal output pada kapasitor rusak dan normal juga dilakukan menggunakan osiloskop. Kapasitor diamati karakteristiknya berdasarkan grafik pengisian muatannya (Miyasaka & Murakami, 2004), rangkaian pengujiannya dapat dilihat pada gambar 7 berikut ini:



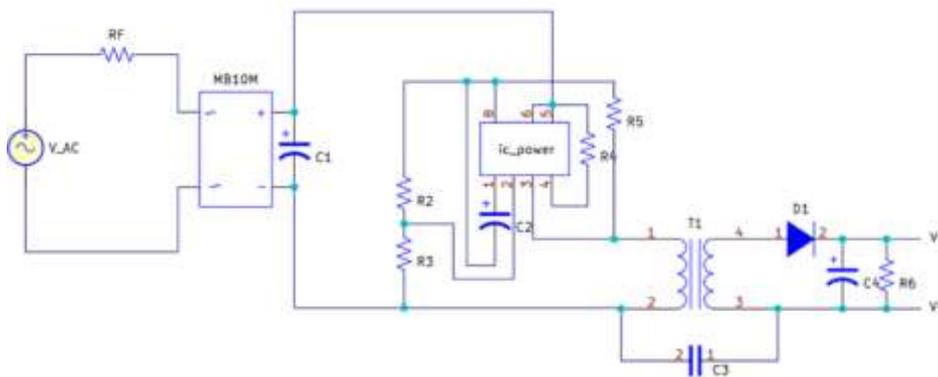
Gambar 7. Pengujian kapasitor menggunakan osiloskop

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Enam belas charger yang terkumpul kemudian dibongkar, rangkaian pada pcb (printed cir-cuit board) dapat dikategorikan menjadi dua jenis rangkaian yaitu charger non-smartphone dan smartphone, masing-masing skema rangkaiannya dapat dilihat pada gambar 8 berikut ini:



(a)



(b)

Gambar 8. Rangkaian charger a) non-smartphone b) smartphone

Berdasarkan gambar 8, catu daya switching pada charger handphone terdiri dari: penyearah AC-DC, pensaklaran (*switching*) dan penyearah AC-DC sebelum dihubungkan ke baterai handphone. Dari rangkaian ter-sebut kemudian diuji tiap komponen mulai dari blok penyearah AC-DC lalu pensaklaran dan terakhir blok penyearah AC-DC menggunakan multimeter digital. Selanjutnya dilakukan pengecekan tiap komponen pada charger untuk mengetahui komponen apa saja yang mengalami kerusakan, hasilnya dapat dilihat pada tabel 1 dan 2 di bawah ini:

Tabel 1. Kerusakan Pada Charger Non-Smartphone

No Sampel	Jenis Kerusakan	Keterangan
1	Optocoupler 817C: Bias maju pin 1-2: 101 Bias mundur pin 1-2: 101	Optocoupler Normal: Bias maju pin 1-2: 1563 Bias mundur pin 1-2: 1
2	Kapasitor: menggelembung Optocoupler 817C: Bias maju pin 1-2: 1255 Bias mundur pin 1-2: 1	
3	Transistor C945: Kaki Basis-Emiter (BE): 0,336 Kaki Basis-Kolektor (BK): 0,584 Dioda: Bias maju: 0,149 Bias mundur: 0,556	Transistor normal: BE > BK Dioda normal: Bias maju: 0,525 Bias mundur: 1 Tidak menggunakan optocoupler
4	Optocoupler 817C: Bias maju pin 1-2: 1254 Bias mundur pin 1-2: 1	
5	Optocoupler 817C: Bias maju pin 1-2: 508 Bias mundur pin 1-2: 510	
6	Optocoupler 817C: Bias maju pin 1-2: 100 Bias mundur pin 1-2: 100	

Tabel 2. Kerusakan Pada *Charger Smartphone*

No Sampel	Jenis Kerusakan	Keterangan
7	Kapasitor: menggelembung	Setelah kapasitor diganti, <i>charger</i> berfungsi normal
8	Kapasitor: menggelembung	
9	-	Kerusakan pada kabel USB
10	Dioda: Bias maju: 0,131 Bias mundur: 0,502	Dioda normal: Bias maju: 0,525 Bias mundur: 1
11	Fuse resistor: Multimeter pada mode dioda: 1 (fuse terputus /rusak)	
12	-	Kerusakan pada kabel USB
13	-	Kerusakan pada kabel USB
14	-	Kerusakan pada kabel USB
15	Dioda: Bias maju: 0,130 Bias mundur: 0,557	
16	-	Kerusakan pada kabel USB

Berdasarkan data pada tabel 1 di atas, diperoleh bahwa lima dari enam charger handphone yang bukan smartphone mengalami kerusakan pada optocoupler. Pada sampel nomer 3 tidak mengalami kerusakan optocoupler karena tidak menggunakannya. Pada kasus ini, optocoupler berfungsi menghubungkan rangkaian bertegangan tinggi dengan tegangan rendah, tegangan tinggi berada pada blok sebelah kiri transformer sedangkan rangkaian bertegangan rendah pada sebelah kanan transformer, seperti dapat dilihat pada gambar 8a. Optocoupler berfungsi menjaga tegangan output tetap stabil pada 5V (Panov & Jovanović, 2004). Untuk mendukung diagnosa kerusakan pada optocoupler, dilakukan pergantian optocoupler PC817 pada charger (digunakan sampel nomer 4) dengan optocoupler yang

baru, kemudian diuji tegangan outputnya dan diperoleh hasil 5V. Ber-fungsinya kembali charger handphone setelah diganti optocoupler menunjukkan bahwa diagno-sis berdasarkan pengukuran multimeter adalah benar. Gambar 9 berikut ini merupakan gambar pengujian tegangan ouput charger handphone sebelum dan setelah pergantian optocoupler:



(a)



(b)

Gambar 9. Pengujian tegangan output a) sebelum dan b) setelah optocoupler diganti

Berdasarkan tabel 2 di atas untuk charger smartphone, lima dari sepuluh sampel mengalami kerusakan pada kabel USB. Kerusakan pada kabel USB tidak diperhitungkan karena tidak berkaitan dengan kerusakan komponen di dalam rangkaian charger. Dua kerusakan pada kapa-sitor dan dua kerusakan pada dioda serta satu kerusakan pada fuse (sekring). Untuk mengkon-firmasi kerusakan pada kapasitor, diganti kapasitor pada charger (digunakan sampel 8) dengan kapasitor yang baru, kemudian dibandingkan tegangan output sebelum dan sesudah mengganti komponennya. Perhatikan hasilnya pada gambar 10 berikut ini:



(a)



(b)

Gambar 10. Pengecekan tegangan output a) sebelum dan b) setelah mengganti kapasitor

Kapasitor yang mengalami kerusakan kemudian diuji tegangan outptunya menggunakan osilos-kop, digunakan persamaan untuk pengisian muatan (charging) kapasitor yaitu sebagai berikut:

$$V(t) = V_B \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right) \quad (1)$$

V_B adalah tegangan berasal dari catu daya, digunakan 10 V, sedangkan t adalah waktu pengisian muatan kapasitor, R digunakan 2 M Ω dan kapasitor sebesar 2,2 μ F. Di awal, kapasitor dikosongkan muatannya kemudian dibuat rangkaian seperti pada gambar 6. Dengan kombinasi resistor dan kapasitor tersebut maka diperoleh konstanta waktu τ sebesar $\tau = RC = 4,4$ s. Tegangan kapasitor sebagai fungsi waktu $V(t)$ akan mencapai 99,3% tegangan V_B jika durasi pengisian muatan sebesar $t = 5RC$ sehingga diperlukan waktu paling tidak 22 sekon bagi $V(t)$ supaya nilainya hampir sama dengan V_B . Hasil pengisian muatan untuk kapasitor rusak dapat dilihat pada gambar 11a, sebagai pembanding, diuji juga sinyal output kapasitor yang berfungsi normal, hasilnya dapat dilihat pada gambar 11b berikut ini:



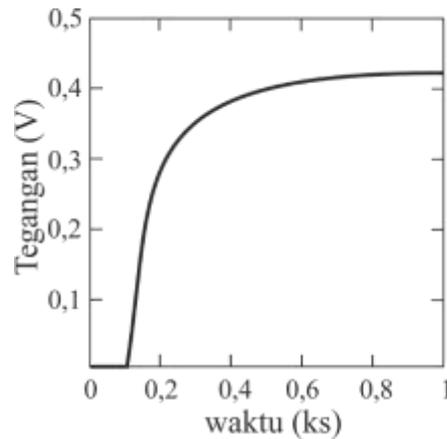
(a)



(b)

Gambar 11. Sinyal output kapasitor a) rusak b) normal

Berdasarkan gambar 11 di atas, waktu tempuh satu div (skala horizontal) diatur 5 sekon, artinya pengisian muatan pada kapasitor rusak diamati selama 38 sekon sedangkan pada kapasitor normal selama 22 sekon. Dengan hasil yang ditunjukkan oleh grafik pada gambar 9 maka untuk kapasitor rusak nilai $V(t)$ saat $t = 22$ sekon adalah 3,5 V sedangkan kapasitor normal adalah 9 V. Mengingat V_B sebesar 10 V maka seharusnya $V(t)$ mendekati 10 V, tapi pada kapasitor rusak diperoleh nilai sepertiganya. Sebagai pembandingan, berikut ini adalah grafik sinyal output pada kapasitor normal yang dilakukan peneliti lain (Miyasaka & Murakami, 2004):



Gambar 12. Bentuk sinyal output kapasitor berdasarkan teori (Miyasaka & Murakami, 2004)

Bentuk sinyal untuk kapasitor normal seperti pada gambar 12 di atas adalah ketika sudah mencapai lima kali konstanta waktu τ maka tegangan pada kapasitor sama dengan tegangan input. Jika kita bandingkan dengan gambar 11a, maka dari bentuk sinyalnya jauh berbeda karena pada gambar 11a meskipun sudah mencapai lima kali konstanta waktu tegangan kapasitor berkisar pada setengah dari tegangan input. Penyebab hal tersebut terjadi karena pada kapasitor rusak adanya kerusakan secara fisik di dalam kapasitor tersebut sehingga yang bisa menyimpan muatan hanya pada bagian plat (ada dua plat konduktor) yang masih normal sedangkan bagian plat rusak tidak mampu lagi menyimpan muatan listrik.

Selanjutnya, dioda yang rusak diganti dengan dioda baru (digunakan sampel 10). Tegangan output sebelum dan setelah diganti dioda dapat dilihat pada gambar 13 di bawah ini:



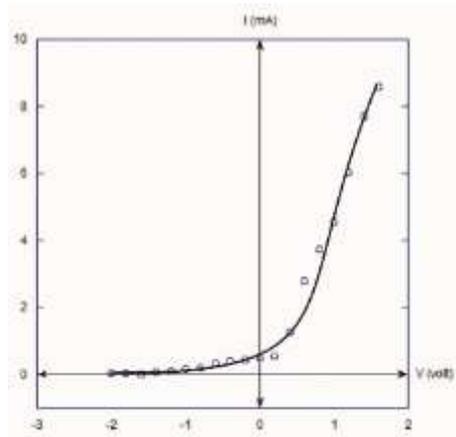
(a)



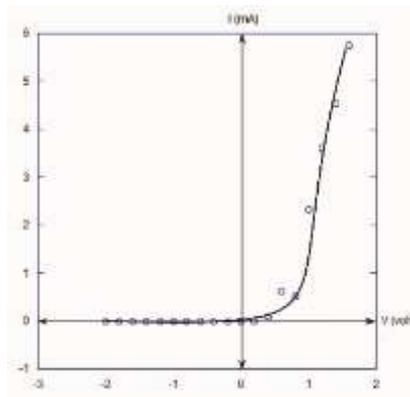
(b)

Gambar 13. Pengecekan tegangan output a) sebelum dan b) setelah mengganti diode

Berdasarkan gambar 13, penggantian dioda dengan komponen yang baru menyebabkan charger kembali berfungsi dengan normal. Tahap selanjutnya adalah pengujian karakteristik I-V dioda yang rusak, dibandingkan juga dengan dioda yang berfungsi normal. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 14 berikut ini:



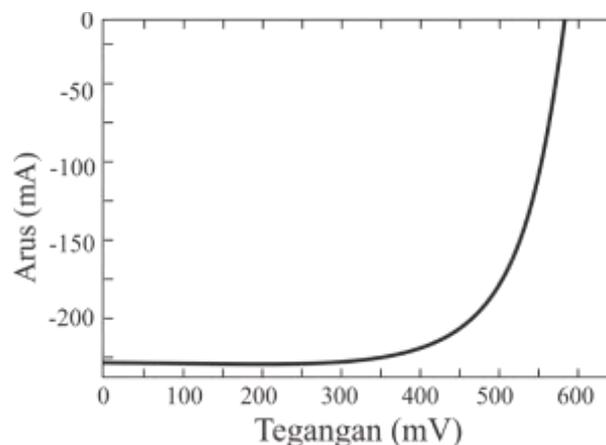
(a)



(b)

Gambar 14. Sinyal output dioda yang dibias maju dan mundur untuk a) rusak b) normal

Berdasarkan gambar 14a, kerusakan pada dioda menyebabkan dioda tidak memiliki lagi potensial barrier, potensial ini jika pada dioda normal seperti pada gambar 11b akan menghambat arus melewatinya sampai pada tegangan 0,6 sampai 0,8 V sehingga setelah angka tersebut dioda akan menghantarkan arus yang besar. Oleh karena itu pada dioda rusak, susunan hole (muatan positif) di daerah p dan electron di daerah n mengalami kerusakan di daerah pembatasnya. Sehingga jika diperhatikan pada gambar 14a, untuk rangkaian bias maju tidak terlihat lagi potensial barrier. Bahkan rangkaian bias mundur dioda juga menghantarkan arus yang semestinya mena-han arus. Adapun bentuk kurva karakteristik diode normal yang dibuat oleh peneliti lain (Khan et al., 2010) pada gambar 15 di bawah ini:



Gambar 15. Kurva karateristik IV diode normal (Khan et al., 2010)

Berdasarkan gambar 15 di atas, pada tegangan tertentu arus yang mengalir pada diode akan tiba-tiba menjadi besar karena tegangan inputnya melebihi potensial barrier dari diode. Kurva dari penelitian (Khan et al., 2010) sama trennya dengan gambar 14b yang merupakan hasil percobaan pada penelitian ini.

Dengan mengganti komponen rusak seperti optocoupler di sampel 4, kapasitor pada sampel 8 dan dioda pada sampel 10 maka dianggap mewakili sampel keseluruhan. Sehingga diagnosa ke-rusakan yang ditampilkan pada tabel 1 dan 2 dapat diakui kebenarannya.

KESIMPULAN

Lima dari enam charger handphone non-smartphone mengalami kerusakan pada optocoupler PC817, sedangkan pada charger smartphone lima dari sepuluh sampel mengalami kerusakan pada kabel USB. Dua mengalami kerusakan pada kapasitor, dua mengalami kerusakan pada dioda dan satu sampel sisanya mengalami kerusakan pada fuse (sekring). Digunakan

multimeter digital untuk mengecek kerusakan komponen tersebut, diagnosa kerusakan tersebut valid karena setelah komponen yang dianggap rusak diganti dengan yang baru, charger berfungsi normal.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset dan Teknologi / Badan Riset dan Inovasi Nasional dengan skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) dengan nomor kontrak: 001/SP2H/RDPKR-MONO/LL4/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiono, T., Pradana, A., & Fuada, S. (2018). Rancang Bangun Sistem Komunikasi Cahaya Tampak dengan Modulasi 2-PWM Berbasis Mikrokontroler. *SISFO (Inspirasi Profesional Sistem Informasi)*, 08(01).
- Chen, Z., Wu, L., Cheng, S., Lin, P., Wu, Y., & Lin, W. (2017). Intelligent fault diagnosis of photovoltaic arrays based on optimized kernel extreme learning machine and I-V characteristics. *Applied Energy*, 204, 912–931. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.05.034>
- Dong, S., Han, J., Pan, S., & Deng, J. (2011). Design of virtual oscilloscope based LabVIEW. *Communications in Computer and Information Science*, 244 CCIS(PART 2), 34–41. https://doi.org/10.1007/978-3-642-27452-7_5
- Effendi, K. (2019). Rancang Bangun Catu Daya dengan Metode Switching Mode Power Supply (SMPS) Berbasis Arduino untuk Aplikasi Electrospinner. In *Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. Universitas Lampung.
- Fitriani, I. M. (2020). Kinerja topologi flayback pada SMPS (Switch Mode Power Supply). *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 05(02), 31–43.
- Istataqomawan, Z., Darjat, D., & Warsito, A. (2019). *Catu Daya Tegangan DC Variabel dengan Dua Tahap Regulasi (Switching dan Linier)*.
- Khan, F., Singh, S. N., & Husain, M. (2010). Determination of diode parameters of a silicon solar cell from variation of slopes of the I-V curve at open circuit and short circuit conditions with the intensity of illumination. *Semiconductor Science and Technology*, 25(1), 1–8. <https://doi.org/10.1088/0268-1242/25/1/015002>
- Martínez Ricci, M. L., Mazzafferri, J., Bragas, A. V., & Martínez, O. E. (2007). Photon counting statistics using a digital oscilloscope. *American Journal of Physics*, 75(8), 707–712. <https://doi.org/10.1119/1.2742400>

- Matalata, H., & Johar, L. W. (2018). Analisa Buck Converter dan Boost Converter pada Perubahan Duty Cycle PWM dengan Membandingkan Frekuensi PWM 1,7 Khz dan 3,3 Khz. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 18(1), 42–50. <http://garuda.ristekbrin.go.id/documents/detail/521246>
- Miyasaka, T., & Murakami, T. N. (2004). The photocapacitor: An efficient self-charging capacitor for direct storage of solar energy. *Applied Physics Letters*, 85(17), 3932–3934. <https://doi.org/10.1063/1.1810630>
- Pambudi, P. E., & Firman, B. (2016). Transformator Flyback sebagai Alat Pembakar Cuplak Menggunakan Frekuwensi Tinggi (HF). *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)*, November, 348–353.
- Panov, Y., & Jovanović, M. (2004). Small-signal analysis and control design of isolated power supplies with optocoupler feedback. *Conference Proceedings - IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition - APEC*, 2(4), 777–785. <https://doi.org/10.1109/apec.2004.1295911>
- Pauzan, M., & Yanti, I. (2019). Penggunaan Pin ADC (Analog to Digital Converter) pada Mikrokontroler ATmega8535 untuk Menghasilkan Catu Daya Digital. *ELKHA : Jurnal Teknik Elektro Untan*, 11(2), 122–127.
- Petrovic, P. (2004). New digital multimeter for accurate measurement of synchronously sampled AC signals. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 53(3), 716–725. <https://doi.org/10.1109/TIM.2004.827313>
- Pressman, A. I., Billings, K., & Morey, T. (2009). *Source : Switching Power Supply Design, Third Edition* (Third). Mc Graw Hill.
- Rosdianto, H., & Toifur, M. (2011). Analisis Kualitas Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh Melalui Kriteria Nilai Simpangan Baku. *Seminar Nasional Sains Dan Pendidikan Sains*, 21–26.
- S, I. R., Sutopo, B., & Irfansyah, A. N. (2010). Perancangan Buck Converter Sebagai Catu Daya Berbasis IC TL494 dan ATMega8535. *Jurnal Penelitian Teknik Elektro*, 3(3), 234–236.
- Samosir, A. S., Tohir, N. I., & Haris, A. (2017). Rancang Bangun Catu Daya Digital Menggunakan Buck Converter Berbasis Mikrokontroler Arduino. *ELECTRICIAN-Jurnal Rekayasa Teknik Elektro*, 11(1), 44–52.
- Switching, H. (1992). Digital Oscilloscope Measurements in Power Electronics. *Instrumentation*, 41(6), 856–860.
- Vernandez, A. B., Facta, M., & Sukmadi, T. (2015). Perancangan Konverter Dc-Dc Topologi Buck Berbasis Mikrokontroller Atmega8535 Untuk Aplikasi Heater Ekstraksi

Biji Kapuk. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 4(2), 453–460. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/view/9147>

Wadhwa, A. (2009). Measuring the coefficient of restitution using a digital oscilloscope. *Physics Education*, 44(5), 517–521. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/44/5/012>

Yong, J. (2013). *Troubleshooting & Repairing Switch Mode Power Supplies*.

Yu, Z., Cai, G., Ren, R., & Tang, D. (2018). A new enzyme immunoassay for alpha-fetoprotein in a separate setup coupling an aluminium/Prussian blue-based self-powered electrochromic display with a digital multimeter readout. *Analyst*, 143(13), 2992–2996. <https://doi.org/10.1039/c8an00839f>

Yu, Z., Tang, Y., Cai, G., Ren, R., & Tang, D. (2019). Paper Electrode-Based Flexible Pressure Sensor for Point-of-Care Immunoassay with Digital Multimeter. *Analytical Chemistry*, 91(2), 1222–1226. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.8b04635>