

Rancang Bangun Perangkat Catu Daya Mandiri pada Laptop dengan Memanfaatkan Port USB dan Rangkaian *Joule Thief*

Achmad Yani, Gunawan

Jurusan Teknik Komputer dan Informatika, Politeknik Negeri Medan
 achmadyani@polmed.ac.id

Abstrak

Makalah ini memaparkan hasil penelitian tentang rancang bangun perangkat Catu Daya Mandiri pada laptop dengan memanfaatkan port USB dan rangkaian *Joule Thief*. Dalam tinjauan teoritis, keluaran port USB dari laptop yang memiliki tegangan DC 5V dikonversikan ke tegangan AC sebesar 220 V menggunakan rangkaian *joule thief* yang dimodifikasi sebagai rangkaian inverter. Keluaran tegangan AC ini selanjutnya diberikan ke adapter AC dari laptop untuk mengisi ulang baterai laptop. Dengan beberapa keterbatasan dalam ketersediaan komponen dan waktu pelaksanaan, maka perangkat yang diimplementasikan adalah berupa konverter (*voltage booster*) untuk mengubah DC 5 V menjadi DC 20 V. Namun demikian, pada saat keluaran rangkaian ini diberikan beban (dihubungkan ke baterai laptop), terjadi penurunan tegangan (*voltage drop*) karena arusnya tidak cukup untuk mensuplai beban. Sebagai solusinya, ditambah rangkaian penguat arus (*current booster*). Setelah dilakukan pengujian, rangkaian ini juga belum mampu menaikkan arus, sehingga belum terjadi pengisian baterai laptop. Untuk itu, diperlukan penelitian lanjutan untuk memperbaiki kinerja dari rangkaian pembentuk Catu Daya Mandiri dengan menggunakan metode dan komponen perangkat keras yang lebih baik.

Kata Kunci : *Catu Daya Mandiri, Baterai Laptop, Port Usb, Joule Thief*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Salah satu hasil dari perkembangan teknologi informasi adalah diciptakannya laptop yang merupakan salah satu jenis komputer yang mudah dibawa. Saat ini laptop tidak lagi menjadi benda yang aneh dan mewah, tetapi sudah menjadi kebutuhan untuk membantu pekerjaan manusia sehari-hari. Penggunaan laptop mencakup semua bidang kegiatan manusia, dan penggunaannya juga terdiri dari semua kalangan.

Umumnya sebuah laptop dilengkapi dengan baterai yang dapat diisi ulang dari sambungan listrik. Karena mobilitas yang tinggi, penggunaan laptop tidak hanya di dalam ruangan yang sudah tersedia sambungan listrik, tetapi juga di luar ruangan yang tidak menyediakan sambungan listrik. Dalam kasus penggunaan laptop di tempat mana saja yang tidak menyediakan sambungan listrik, maka dengan kapasitas baterai yang terbatas, dirasakan perlunya mencari alternatif sumber listrik untuk memenuhi kebutuhan catu daya laptop dan juga perangkat yang terhubung padanya, misalnya printer dan scanner.

Kebutuhan listrik yang mendesak bagi laptop menjadi pemicu untuk melakukan penelitian yang akan membuat perangkat yang mampu menghasilkan catu daya yang dibutuhkan untuk bekerjanya laptop tanpa menggunakan sambungan listrik dari penyedia listrik. Dengan mengingat bahwa setiap laptop memiliki port USB (*universal serial bus*) yang menyediakan tegangan keluaran DC sebesar 5 V, maka tegangan ini dapat

dikonversikan menjadi tegangan AC sebesar 220 V melalui sebuah rangkaian elektronik yang disebut inverter. Keluaran rangkaian ini selanjutnya dapat digunakan sebagai suplai listrik bagi laptop kembali, antara lain untuk AC adapter yang akan mengisi ulang baterai laptop, dan perangkat lain yang terhubung ke laptop seperti printer dan scanner.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang mendasari pentingnya penelitian ini dilakukan, maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut.

- 1) Bagaimana mengidentifikasi kebutuhan daya bagi sebuah laptop.
- 2) Bagaimana menggunakan keluaran dari port USB dari laptop yang berupa tegangan DC sebesar 5 V untuk diolah menjadi tegangan AC sebesar 220 V dengan daya yang cukup untuk menjadi catu daya bagi laptop kembali.
- 3) Bagaimana merealisasikan rangkaian *joule thief* yang dimodifikasi sebagai rangkaian inverter untuk mengubah tegangan DC sebesar 5 V menjadi tegangan AC sebesar 220 V.

C. Batasan Masalah

Adapun yang menjadi batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- 1) Laptop yang menjadi objek dalam penelitian ini diasumsikan memiliki port USB.
- 2) Laptop yang digunakan dalam penelitian ini diasumsikan memiliki baterai yang masih

bisa diisi ulang dengan AC adapter bawaannya.

- 3) Daya keluaran yang dihasilkan dari inverter dapat mencukupi konsumsi daya AC adapter bawaan dari laptop dan konsumsi daya perangkat yang terhubung ke laptop, seperti printer dan scanner.
- 4) Rangkaian inverter yang direalisasikan dalam penelitian ini menghasilkan tegangan keluaran AC berbentuk sinusoida atau mendekatinya.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk membuat perangkat keras yang dinamakan Perangkat Catu Daya Mandiri yang digunakan untuk menyediakan catu daya bagi laptop dengan memanfaatkan keluaran port USB dari laptop sendiri yang berupa tegangan DC untuk diolah dengan rangkaian inverter menghasilkan tegangan keluaran AC, yang selanjutnya digunakan kembali untuk menyediakan suplai listrik bagi laptop dan perangkat lain yang terhubung kepadanya, seperti printer dan scanner.
- 2) Untuk meninjau efisiensi pemakaian daya pada perangkat yang menjadi objek dalam penelitian ini, yaitu laptop.

E. Kontribusi Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Dengan adanya perangkat catu daya mandiri untuk laptop, maka pengisian ulang baterai laptop dapat dilakukan di mana saja tanpa memerlukan sambungan listrik dari penyedia listrik.
- 2) Dengan adanya perangkat catu daya mandiri untuk laptop, maka port USB dapat didayagunakan sebagai penyedia catu daya mandiri bagi laptop.

II. TINJAUAN PUSTAKA

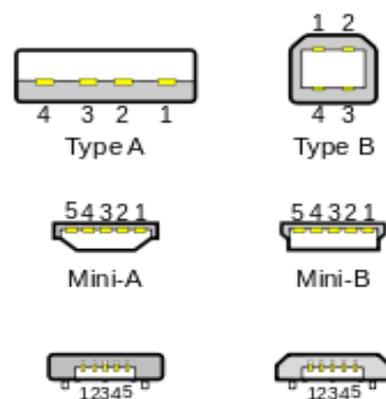
A. Port USB dan Spesifikasinya

USB yang merupakan singkatan dari Universal Serial Bus adalah sebuah standar industri yang dikembangkan pada pertengahan 1990-an yang mendefinisikan kabel, konektor, dan protokol komunikasi yang digunakan dalam bus untuk koneksi, komunikasi, dan catu daya antara komputer dan perangkat elektronik. USB saat ini dikembangkan oleh USB Implementers Forum (USB IF).

USB dirancang untuk membakukan koneksi periferal komputer (antara lain keyboard, mouse, kamera digital, printer, pemutar media portabel, disk drive, dan adapter jaringan) ke komputer, baik untuk komunikasi maupun untuk menyuplai daya

listrik. USB sudah menjadi standar bagi perangkat lain seperti smartphone, PDA, dan video game. USB terbukti efektif menggantikan berbagai antarmuka yang lama, seperti port paralel, di samping juga mengisi daya bagi perangkat portabel.

Secara umum, ditinjau dari ukuran konektornya, ada tiga format dasar konektor USB, yaitu format standar (secara teknis dinamakan Type-A dan Type-B, untuk penggunaan desktop dan perangkat portabel seperti flashdisk), format mini (secara teknis dinamakan Mini-A dan Mini-B, untuk penggunaan perangkat mobile), dan format mikro (secara teknis dinamakan Micro-A dan Micro-B, untuk penggunaan mobile phone modern). Berbagai bentuk konektor USB dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Variasi bentuk konektor USB

Adapun definisi pinout dari masing-masing tipe konektor dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

Tabel 1. Definisi pinout konektor USB Standar Type-A dan Type-B

Pin	Nama	Warna Kabel		Keterangan
1	V _{BUS}	Merah, atau	Jingga	Power, +5 V
2	D-	Putih, atau	Emas	Data-
3	D+	Hijau		Data+
4	GND	Hitam, atau	Biru	Ground

Tabel 2. Definisi pinout konektor USB Mini/Micro-A dan Mini/Micro-B

Pin	Nama	Warna Kabel	Keterangan
1	V _{BUS}	Merah	Power, +5 V
2	D-	Putih	Data-
3	D+	Hijau	Data+
4	ID	Tidak ada kabel	On-The-Go ID membedakan ujung kabel: <ul style="list-style-type: none"> • "A" plug (host): terhubung ke GND • "B" plug (device): tak terhubung
5	GND	Hitam	Signal ground

Tabel 3. Definisi pinout konektor USB Micro-B Super Speed

Pin	Nama	Keterangan
1	V _{BUS}	Power, +5 V
2	D-	Data-
3	D+	Data+
4	ID	On-The-Go
5	GND	Ground
6	SSTx-	SuperSpeed Transmit-
7	SSTx+	SuperSpeed Transmit+
8	GND	Ground
9	SSRx-	SuperSpeed Receive-
10	SSRx+	SuperSpeed Receive+

Spesifikasi teknik untuk daya pada USB secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi Daya USB

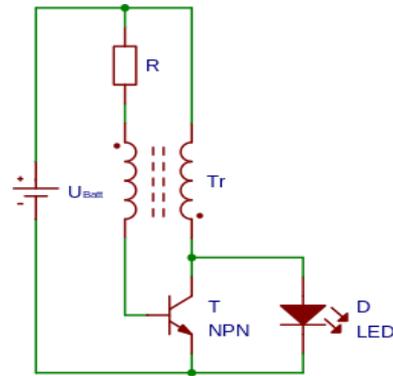
Spesifikasi	Arus	Tegangan	Daya
Low-power device	100 mA	5 V	0.50 W
Low-power SuperSpeed device	150 mA	5 V	0.75 W
High-power device	500 mA	5 V	2.5 W
High-power SuperSpeed device	900 mA	5 V	4.5 W

USB mencatu daya bus melalui VBUS dan GND pada tegangan nominal 5 V ± 5%, untuk memberikan daya ke perangkat USB. Daya diberikan oleh perangkat upstream atau host (yaitu laptop), dan dikonsumsi oleh perangkat downstream. Untuk USB 2.0, tegangan VBUS pada hub port adalah 4.40 sampai 5.25 V, sementara untuk USB 3.0 adalah 4.45 sampai 5.25 V.

Berdasarkan Tabel 4, dapat dilihat bahwa ada batasan pada daya yang ditarik oleh perangkat yang dinyatakan dalam unit beban, yaitu 100 mA untuk USB 2.0, atau 150 mA untuk USB 3.0. Ada perangkat yang berdaya-rendah (low-power) dan berdaya-tinggi (high-power). Perangkat berdaya-rendah dapat menarik daya paling banyak 1 unit beban (yaitu 100 mA, atau 150 mA). Sementara itu, perangkat berdaya-tinggi dapat menarik daya paling sedikit 1 unit beban dan paling banyak 5 unit beban (500 mA) untuk USB 2.0, atau 6 unit beban (900 mA) untuk USB 3.0.

B. Rangkaian Joule Thief

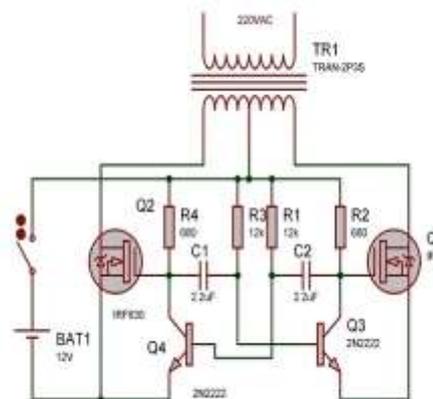
Joule thief adalah rangkaian penaik tegangan (*voltage booster*) yang mampu beresilasi sendiri dengan komponen yang kecil, murah dan mudah dibuat, yang biasanya digunakan untuk menggerakkan beban yang ringan. *Joule thief* dapat menggunakan hampir seluruh energi dalam sebuah baterai sel-tunggal, bahkan yang memiliki tegangan jauh di bawah tegangan nominal sebuah baterai. Dinamakan *joule thief*, karena rangkaian ini “mencuri” energi (*joule*) dari sumber tegangan.



Gambar 2. Contoh rangkaian dasar joule thief yang menhidupkan LED

Rangkaian ini merupakan varian dari *blocking oscillator* yang membentuk konverter penaik tegangan tak-teregulasi. Tegangan keluaran dinaikkan, tetapi arus keluaran turun. Rangkaian dasar *joule thief* dapat dilihat pada Gambar 2 yang digunakan untuk menhidupkan sebuah LED.

Pada Gambar 2, kumparan terdiri dari toroid inti besi dengan dua belitan kabel yang masing-masing 20 lilitan menggunakan kabel ukuran 0,15 mm. Rangkaian dapat menggunakan tegangan masukan sangat rendah sampai 0,35 V, dan dapat berfungsi selama berminggu-minggu dengan menggunakan sebuah baterai LR6/AA 1,5 V. Tegangan baterai biasanya 1,5 V. Dengan resistor 1 kΩ, misalnya, dapat diperoleh bentuk keluaran seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Bentuk tegangan keluaran rangkaian joule thief, yang menunjukkan duty cycle 30% dan frekuensi 40 kHz

Tegangan keluaran dari rangkaian joule thief selanjutnya dapat diregulasikan menjadi DC murni atau dikonversikan menjadi bentuk sinusoida (AC) dengan memodifikasi rangkaianannya.

C. Konsumsi Daya pada Laptop

Seperti halnya seluruh perangkat elektronik, untuk bekerjanya, laptop memerlukan catu daya yang biasanya berupa baterai. Laptop pada era 2016 menggunakan baterai lithium ion. Umur baterai tergantung pada model dan beban kerjanya, dari satu jam sampai hampir satu hari.

Baterai laptop diisi-ulang dengan menggunakan catu daya eksternal (sering disebut AC adapter) yang disuplai dari sambungan listrik AC. Catu daya ini menghasilkan tegangan DC dalam kisaran 7,2 volt sampai 24 volt. Catu daya biasanya terpisah dari laptop, dan dihubungkan ke laptop melalui kabel konektor DC. Umumnya catu daya ini dapat mengisi-ulang baterai dan menghidupkan laptop secara bersamaan. Ketika baterai sudah terisi penuh, laptop tetap berjalan dengan daya yang disuplai oleh catu daya eksternal, yang menghindarkan penggunaan baterai. Baterai dapat diisi dengan lebih cepat jika laptop dalam kondisi mati atau mode "sleeping".

D. Rangkaian Inverter

Inverter, atau lengkapnya power inverter, adalah perangkat atau rangkaian elektronik yang mengubah arus searah (direct current, DC) menjadi arus bolak-balik (alternating current, AC). Tegangan masukan, tegangan keluaran, dan frekuensi keluaran, dan daya bergantung pada rancangan dari rangkaian.

Sumber daya DC bergantung pada desain dan penggunaan inverter. Sebagai contoh adalah sebagai berikut:

- Tegangan 12V, untuk penggunaan kecil dan komersial.
- Tegangan 24V sampai 48V merupakan standar yang umum untuk sistem tenaga rumah tangga.
- Tegangan 200V sampai 400V, untuk sumber berupa panel surya fotovoltaik.
- Tegangan 300V sampai 450V, untuk sumber berupa paket baterai kendaraan listrik.

Inverter dapat menghasilkan tegangan dengan bentuk gelombang yang bermacam-macam, antara lain *square wave* (gelombang kotak), *modified sine wave* (gelombang sinus dimodifikasi), *pulsed sine wave* (gelombang sinus pulsa), *pulse width modulated wave* (PWM). Dua tipe bentuk gelombang dari inverter yang dominan secara komersial adalah *modified sine wave* dan *sine wave*.

Frekuensi keluaran dari power inverter biasanya sama dengan frekuensi saluran listrik rumah tangga, yaitu 50 atau 60 Hz. Jika keluaran dari inverter akan dikondisikan lebih lanjut, maka frekuensi dapat dinaikkan untuk efisiensi trafo yang baik.

Tegangan keluaran AC dari sebuah inverter harus dibuat sama dengan tegangan saluran listrik

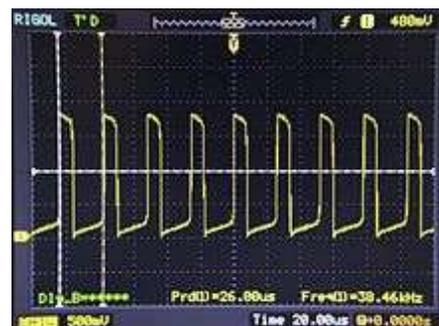
rumah tangga yang standar, yaitu 220 V untuk penggunaan di Indonesia meskipun terdapat perubahan beban yang disuplai oleh inverter.

Daya dari inverter dinyatakan dalam satuan watt (W), yang menyatakan besarnya daya yang akan diberikan ke beban

Tegangan keluaran AC dari sebuah inverter harus dibuat sama dengan tegangan saluran listrik rumah tangga yang standar, yaitu 220 V untuk penggunaan di Indonesia meskipun terdapat perubahan beban yang disuplai oleh inverter.

Daya dari inverter dinyatakan dalam satuan watt (W), yang menyatakan besarnya daya yang akan diberikan ke beban (perangkat yang disuplai) dan, secara tidak langsung, merupakan daya yang dibutuhkan dari sumber tegangan DC.

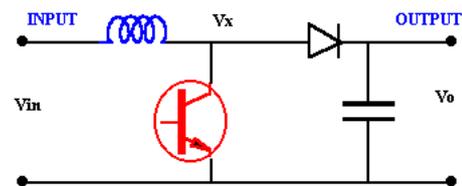
Contoh rangkaian inverter untuk mengubah tegangan DC sebesar 12V menjadi tegangan AC sebesar 220 V adalah seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Contoh rangkaian inverter 12V DC ke 220V AC

E. Rangkaian Boost Converter

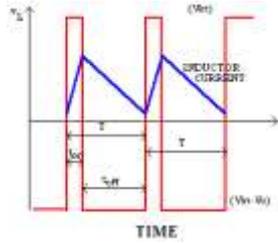
Boost converter adalah sebuah rangkaian elektronik yang digunakan untuk menaikkan tegangan DC ke tingkat yang lebih tinggi. Dengan kata lain, rangkaian ini digunakan jika diinginkan tegangan keluaran DC yang lebih tinggi daripada tegangan masukannya. Prinsip dasar rangkaian ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian boost-converter dasar

Transistor pada Gambar 5 berfungsi sebagai saklar. Jika transistor ON, maka $V_x = V_{in}$; pada saat transistor OFF, arus induktor mengalir melalui dioda sehingga $V_x = V_o$. Untuk analisis, diasumsikan bahwa arus induktor selalu mengalir (konduksi terus-menerus). Besarnya tegangan pada induktor dapat dilihat pada Gambar 6, dan nilai

rata-rata harus nol agar arus rata-rata tetap dalam keadaan tunak (*steady state*).



Gambar 6. Bentuk gelombang tegangan dan arus pada rangkaian boost-converter

Dengan demikian, dapat dirumuskan hubungan sebagai berikut:

$$V_{in} \cdot t_{on} + (V_{in} - V_o) \cdot t_{off} = 0 \quad (1)$$

Dengan mengingat bahwa perioda gelombang $T = t_{on} + t_{off}$ dan duty cycle $D = t_{on}/T$, maka persamaan (1) dapat ditulis kembali sebagai

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{T}{t_{off}} = \frac{T}{T - t_{on}} = \frac{T}{T - D \cdot T} = \frac{1}{1 - D} \quad (2)$$

Jika diasumsikan daya masukan sama dengan daya keluaran (yaitu jika efisiensi 100%), maka

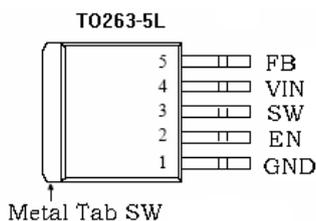
$$\frac{I_o}{I_{in}} = (1 - D) \quad (3)$$

Karena rasio duty cycle D adalah antara 0 dan 1, maka besarnya tegangan keluaran lebih besar daripada tegangan masukan.

Dalam prakteknya, transistor yang berfungsi sebagai saklar dalam Gambar 5 digantikan dengan komponen elektronik berupa IC yang dirancang khusus yang memiliki switching frequency yang tinggi. Salah satu IC yang dapat digunakan untuk keperluan ini adalah IC XL6009. IC ini merupakan DC/DC converter yang memiliki fitur sebagai berikut:

- a) Tegangan masukan 5V s.d. 32V
- b) Switching frequency 320 – 480 kHz,
- c) Tegangan output maksimum 60V
- d) Arus maksimum 4A
- e) Efisiensi maksimum 94%
- f) Duty cycle maksimum 90%

Konfigurasi pin XL6009 dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Konfigurasi pin XL6009 (pandangan dari atas)

Regulator XL6009 dirancang khusus untuk berbagai aplikasi perangkat elektronik portabel, misalnya portable notebook car adapter dan inverting converter.

III. METODE PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengikuti tahapan seperti dalam flowchart pada Gbr. 8.



Gambar 8. Tahapan-tahapan dalam metode penelitian

Adapun penjelasan untuk masing-masing tahapan dalam metode penelitian adalah sebagai berikut:

- a) Identifikasi perangkat keras laptop
Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap perangkat keras yang menjadi objek dalam penelitian ini, yaitu laptop. Dalam hal ini, dilakukan pengumpulan data tekni spesifikasi port USB dan catu daya pada laptop.
- b) Perencanaan sistem
Pada tahap ini dilakukan perencanaan seluruh komponen yang diperlukan sistem untuk terbentuknya perangkat catu daya mandiri pada laptop.
- c) Perancangan rangkaian catu daya mandiri berbasis joule thief
Pada tahap ini dilakukan perancangan rangkaian elektronik yang diperlukan untuk mengkonversikan tegangan keluaran dari port USB yang berupa tegangan DC 5 V sehingga menjadi tegangan AC 220 V untuk digunakan kembali oleh AC adapter laptop.
- d) Realisasi rangkaian.
Pada tahap ini dilakukan pembuatan PCB (printed circuit board) yang berbentuk prototipe untuk merealisasikan rangkaian yang dibutuhkan.
- e) Pengujian rangkaian
Pada tahap ini dilakukan pengujian pada rangkaian yang telah direalisasikan dengan

melakukan eksperimen dan pengukuran beberapa parameter listrik yang penting, antara lain tegangan, arus, daya, frekuensi, dan bentuk sinyal yang dihasilkan.

f) Penyempurnaan sistem

Pada tahap ini dilakukan penyempurnaan yang diperlukan berdasarkan hasil pengujian rangkaian.

B. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Komputer, Jurusan Teknik Komputer dan Informatika, Politeknik Negeri Medan.

C. Parameter Pengukuran dan Pengamatan

Karena objek penelitian menyangkut perangkat keras yang akan mengolah sinyal listrik, maka penelitian ini akan mengamati beberapa parameter pengukuran yang berhubungan, yaitu tegangan, arus, daya, frekuensi, dan bentuk sinyal. Juga akan diuji efisiensi penggunaan daya dalam sistem.

Di antara spesifikasi perangkat yang akan diuji dan dilakukan pengamatan adalah parameter arus dan tegangan dari laptop yang akan digunakan. Laptop yang akan digunakan memiliki spesifikasi teknis sebagai berikut:

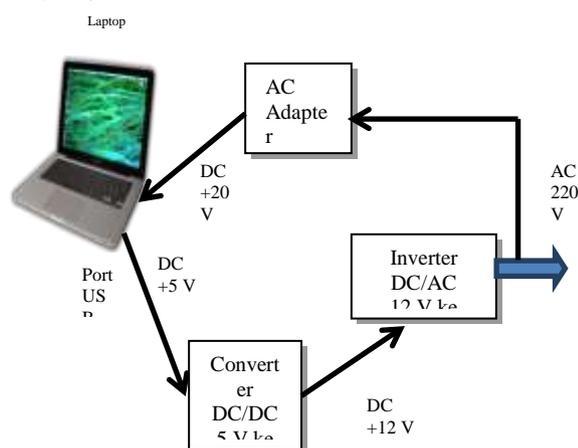
- a) Tipe laptop : Lenovo Z40-70
- b) Model : 20366
- c) Sistem Operasi : Windows 8.1
- d) Tegangan masukan : 20 volt DC
- e) Arus masukan : 3,25 A
- f) Port USB 2.0 : 2 buah
- g) Port USB 3.0 : 1 buah

D. Model Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan langsung perangkat keras secara nyata, bukan simulasi. Dengan demikian, pengukuran terhadap objek yang diperlukan dalam hal ini menggunakan alat ukur berupa perangkat keras juga.

E. Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini, sistem perangkat yang akan dirancang dan diimplementasikan dapat digambarkan dengan diagram blok seperti pada Gbr. 9.



Gambar 9. Diagram Blok Catu Daya Mandiri Laptop

Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa keluaran port USB dari laptop yang berupa tegangan DC 5 V dinaikkan tegangannya dengan rangkaian *converter* yang dapat dibentuk dengan menggunakan prinsip *joule thief* menjadi 12 V. Tegangan ini selanjutnya diubah menjadi tegangan AC 220 V oleh rangkaian *inverter*. Tegangan sebesar 220 V inilah yang kemudian menjadi catu daya bagi *AC adapter* pada laptop untuk mengisi ulang baterai laptop. Di samping kembali ke laptop, tegangan AC ini dapat dimanfaatkan untuk mencatu perangkat periferil seperti printer dan scanner.

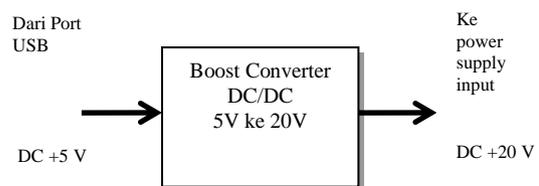
F. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Pada penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dengan melakukan eksperimen dengan mengukur beberapa parameter penting dalam perangkat yang diuji, antara lain besar tegangan, arus, daya, frekuensi, dan bentuk sinyal.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Diagram Blok Rancangan Perangkat Keras

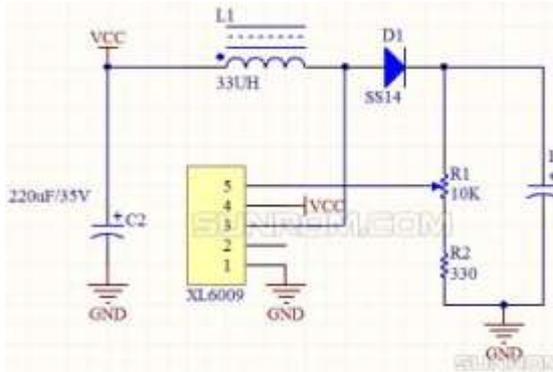
Dalam penelitian ini, setelah dilakukan beberapa eksperimen, dan dengan mempertimbangkan ketersediaan komponen elektronik dan waktu pelaksanaan penelitian, maka perangkat keras yang diimplementasikan adalah berupa *DC/DCboost converter* yang akan menaikkan tegangan masukan 5 V yang berasal dari port USB pada laptop menjadi tegangan sebesar 20 V yang akan digunakan untuk catu daya bagi laptop. Dalam hal ini, secara diagram blok, rancangan perangkat keras yang akan diimplementasikan dapat digambarkan seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Diagram blok rancangan perangkat keras

B. Implementasi Perangkat Keras

Berdasarkan teori yang telah dibahas pada Bab II, terutama tentang boost converter, maka perangkat keras yang diimplementasikan dalam penelitian ini adalah berupa rangkaian boost converter yang menggunakan IC XL6009. Adapun diagram skematik dari rangkaian ini adalah seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Gambar skematik DC/DC boost converter dengan IC XL6009

Tegangan masukan yang diberikan ke rangkaian ini adalah melalui Vcc di dalam Gbr. 11, sementara tegangan keluaran diambil pada V_{out} . Karena XL6009 memiliki jangkauan tegangan keluaran sampai 60V, maka besarnya tegangan keluaran yang diinginkan dapat diatur melalui potensiometer R1 yang besarnya 10 kΩ.

Dengan menggunakan komponen-komponen seperti pada Gambar 11, maka bentuk perangkat keras hasil implementasinya dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Rangkaian DC/DCboost converter menggunakan XL6009



Gambar 13. Pengujian untuk sumber tegangan dari port USB 2.0



Gambar 14. Pengujian untuk sumber tegangan dari port USB 3.0



Gambar 15. Pengujian dilakukan pada saat baterai laptop terisi 91%

Hasil pembacaan tegangan untuk keempat contoh pengujian (Gambar 13 sampai 15) dikumpulkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian untuk dua macam sumber tegangan +5V yang berbeda

No.	Sumber Tegangan	Tegangan Masukan (V)	Tegangan Keluaran (V)
1	Port USB 2.0	5.02	20.0
2	Port USB 3.0	5.02	20.0

Dengan menggunakan rangkaian konverter seperti pada Gambar 11, tegangan keluaran DC yang dihasilkan adalah 20 V seperti dapat dilihat pada Gambar 13 dan 14. Namun demikian, pengujian ini dilakukan tanpa beban.

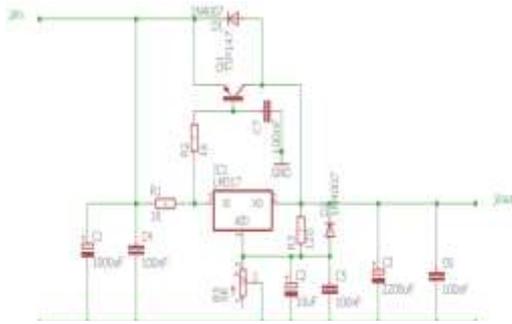
C. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk empat sumber tegangan masukan +5V yang berbeda seperti dapat dilihat pada Gbr. 13 sampai Gbr. 15.

Untuk pengujian dengan beban, yaitu keluaran dari konverter dihubungkan ke laptop sebagai beban dari rangkaian, maka ternyata tegangan keluaran dari konverter menjadi jatuh (*drop*). Ini berarti bahwa arus yang dikeluarkan oleh rangkaian konverter tidak mencukupi untuk mensuplai beban berupa laptop. Solusi untuk hal

ini adalah dibuat rangkaian tambahan berupa penguat arus (*current booster*) untuk menaikkan arus keluaran dari konverter. Adapun rangkaian yang dibuat dan diuji ada dua macam.

Untuk pengujian pertama, digunakan rangkaian penguat arus seperti pada Gambar 18. Rangkaian ini menggunakan menggunakan kombinasi regulator tegangan LM317 dan transistor daya TIP147.



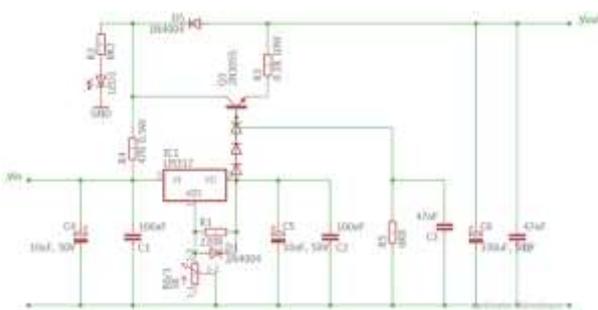
Gamabr 16. Rangkaian penguat arus (*current booster*) untuk pengujian pertama

Adapun wujud PCB untuk rangkaian pada Gambar.16 dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Wujud PCB untuk rangkaian penguat arus dari Gambar 16

Untuk pengujian kedua, digunakan rangkaian penguat arus seperti pada Gbr. 18. Rangkaian ini menggunakan menggunakan kombinasi regulator tegangan LM317 dan transistor daya 2N3055.



Gambar 18. Rangkaian penguat arus (*current booster*) untuk pengujian kedua

Adapun wujud PCB untuk rangkaian pada Gambar 18 dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Wujud PCB untuk rangkaian penguat arus dari Gambar 18

Setelah dilakukan pengujian dengan rangkaian penguat arus, baik rangkaian pada Gbr. 16 maupun Gbr. 18, ternyata arus yang dihasilkan oleh rangkaian ini juga masih belum cukup untuk mensuplai laptop. Hal ini ditandai dengan terjadinya *voltage drop* (penurunan tegangan) dari 20 V menjadi 18 V karena arus keluaran dari rangkaian masih belum memenuhi kebutuhan suplai arus beban.

Dengan demikian, Catu Daya Mandiri yang dirancang bangun dalam penelitian ini belum mampu mencapai hasil yang diharapkan. Untuk itu, perlu dilakukan penelitian lanjut untuk memperbaiki kinerja dari rangkaian pembentuk Catu Daya Mandiri dengan menggunakan metode dan komponen perangkat keras yang lebih baik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari pembahasan di depan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Keluaran post USB pada laptop yang memiliki tegangan 5V DC dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan catu daya bagi laptop itu sendiri dengan menggunakan rangkaian elektronik yang menaikkan tegangannya ke nilai tegangan yang dibutuhkan oleh laptop, yang biasanya adalah sekitar 20V DC. Rangkaian penaik tegangan yang dihasilkan dalam penelitian ini dinamakan Catu Daya Mandiri.
- 2) Secara teoritis, besarnya tegangan keluaran dari rangkaian boost converter dipengaruhi oleh duty cycle, dan dalam praktek implementasinya dalam rangkaian, besarnya tegangan keluaran dapat diatur dengan menggunakan potensiometer untuk memperoleh nilai tegangan keluaran yang diinginkan.
- 3) Besarnya arus yang dihasilkan oleh rangkaian boost converter bergantung pada batas maksimum arus yang dapat dihasilkan oleh IC untuk converter yang digunakan.
- 4) Dalam penelitian ini, diperoleh hasil bahwa keluaran dari boost converter (*voltage booster*) masih belum cukup untuk mensuplai

kebutuhan catu daya bagi laptop meskipun tegangan yang dibutuhkan, yaitu sebesar 20 V, telah tercapai. Selanjutnya digunakan rangkaian untuk menaikkan arus (current booster) dari konverter, tetapi dua macam rangkaian ini setelah diuji coba juga masih belum mampu menghasilkan arus yang dibutuhkan, yaitu sebesar 3.25 A.

B. Saran

Adapun beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

- 1) Rangkaian catu daya mandiri yang diimplementasikan dalam penelitian ini hanya bekerja jika arus yang keluar dari port USB mencukupi, dan laptop harus dalam keadaan hidup. Karena itu, laptop yang menggunakan perangkat catu daya mandiri ini harus memiliki baterai yang mencukupi arusnya untuk menghidupkan laptop.
- 2) Perlu dibuat penelitian lanjutan untuk menghasilkan boost converter (voltage booster) yang memiliki efisiensi lebih besar pada saat bekerja dengan beban.
- 3) Perlu dibuat penelitian lanjutan untuk menghasilkan current booster yang dapat menghasilkan arus yang cukup besar, minimal sebesar 3.25 A untuk kebutuhan mengisi ulang baterai laptop.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Charging from a USB port*, http://batteryuniversity.com/learn/article/charging_from_a_usb_port. Diakses tanggal 16 Juni 2016.
- [2] https://en.wikipedia.org/wiki/DC-to-DC_converter. Diakses tanggal 16 Juni 2016.
- [3] https://en.wikipedia.org/wiki/Laptop#Battery_and_power_supply. Diakses tanggal 16 Juni 2016.
- [4] “Joule Thief”, https://en.wikipedia.org/wiki/Joule_thief. Diakses tanggal 16 Juni 2016.
- [5] Kelly, Patrick J., *Practical Guide to ‘Free-Energy’ Devices*”. (eBook). 2016.
- [6] Power Inverter, https://en.wikipedia.org/wiki/Power_inverter. Diakses tanggal 3 Juni 2016
- [7] Texas Instruments Inc., *Powering electronics from the USB port*, www.ti.com/sc/analogapps. Diakses tanggal 14 Juni 2016.