

PEMANFAATAN LIMBAH DAUN KAYU PUTIH SEBAGAI ELEKTRODA KAPASITOR

Saiful Kuswandi¹, Hasan Bashori², Miftahul Huda³

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Yudharta Pasuruan
Jl. Yudharta No. 7, Sengonagung, Purwosari, Pasuruan, Jawa Timur 67162

^{2,3} Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Yudharta Pasuruan
Jl. Yudharta No. 7, Sengonagung, Purwosari, Pasuruan, Jawa Timur 67162
kuswandisaiful@gmail.com¹, hasan.bashori@yudharta.ac.id²

Abstrak

Kapasitor adalah perangkat atau komponen elektronika yang dapat berfungsi dalam urusan menyimpan muatan listrik yang terdiri dari dua konduktor yang dipisahkan oleh bahan penyekat/dielektrikum disetiap konduktor, atau yang biasanya disebut keping. Kapasitor merupakan perangkat yang bisa menyimpan energi sama halnya dengan baterai. Tumbuhan daun kayu putih adalah sumber bahan baku dari kebutuhan masyarakat yang dapat dibuat elektroda kapasitor. Tujuan penelitian ini membuat bahan elektroda kapasitor dengan memanfaatkan karbon aktif dan limbah daun kayu putih dan mengetahui arus dan tegangan yang dihasilkan dari elektroda kapasitor dengan bahan karbon aktif dan limbah daun kayu putih menggunakan osiloskop dan avometer. Metode penelitian eksperimen, pengumpulan data dengan melakukan pengujian bahan. Hasil penelitian yang dilakukan dapat menghasilkan nilai tegangan tertinggi pada rasio bahan 1:1 sebesar 0,040V dan terendah pada rasio bahan 1:1 sebesar -0,044V. Sedangkan hasil nilai arus tertinggi pada rasio bahan 1:2 sebesar 0,98A, terendah pada rasio bahan 1:1 sebesar 0,02A.

Kata Kunci : kapasitor, karbon aktif, daun kayu putih, osiloskop

Abstract

A capacitor is an electronic device or component that can function in the business of storing electric charge consisting of two conductors separated by an insulating material/dielectric in each conductor, or what is usually called a chip. Capacitors are devices that can store energy as well as batteries. Eucalyptus leaves are a source of raw materials for the needs of the community that can be made capacitor electrodes. The purpose of this study was to make capacitor electrode materials by utilizing activated carbon and eucalyptus leaf waste and to determine the current and voltage generated from capacitor electrodes with activated carbon and eucalyptus leaf waste using an oscilloscope and avometer. Experimental research method, data collection by testing materials. The results of the research carried out can produce the highest voltage value at a 1:1 material ratio of 0.040V and the lowest at a 1:1 material ratio of -0.044V. While the results of the highest current value at 1:2 material ratio of 0.98A, the lowest at 1:1 material ratio of 0.02A.

Key words: capacitor, activated carbon, eucalyptus leaf, oscilloscope

PENDAHULUAN

Teknologi di Indonesia saat ini rata-rata memakai peralatan yang ada di beberapa bidang industri adalah sebuah teknologi yang dinamakan superkapasitor. Superkapasitor salah satu teknologi yang digunakan dalam penyimpanan energi. Beberapa bidang yang bisa menggunakan teknologi tersebut yaitu dalam bidang transportasi, sistem telekomunikasi dan lain sebagainya (Ariyanto, et al. 2012). Superkapasitor menjadi salah satu alat yang digunakan sebagai alat penyimpanan suatu energi, dan bisa dipergunakan pada suatu bidang transportasi dan elektronik. Super kapasitor dapat mengeluarkan beberapa keuntungan diantaranya yaitu penyimpanan sumber energinya yang lebih besar dibandingkan dengan penyimpanan yang lainnya (baterai), tidak mengandung bahan yang beracun, dan lebih ramah lingkungan dikarenakan memakai bahan yang aman (Wijaya dan Dahlan, 2016: 78). Ilmu teknologi pada saat ini berkembang semakin membaik dan pesat terutama pada bidang energi alternatif. Energi juga bisa didapatkan dari berbagai bentuk dan wujud baik panas, listrik, mekanik, kinetik dan bentuk wujud lainnya. Awal mula sumber energi berasal dari angin, matahari, dan air selanjutnya menggunakan bahan bakar fosil sebagai sumber energi alternatif. Penelitian ini menjadi salah satu yang terpenting dalam mengurangi pemanfaatan energi fosil seperti batubara, gas, dan minyak dapat mencegah beberapa polusi, tahapan yang sangat penting dengan bahan sederhana dapat menemukan energi terbaru adalah menjadikan suatu proses penyimpanan energi (Pasaribu, 2020).

Karbon merupakan suatu bahan yang padat berpori-pori yang didapat melalui proses pirolisis dari bahan yang mengandung karbon, baik organik ataupun anorganik dari sebuah tumbuhan dan hewan. Karbon dapat bermanfaat sebagai sumber energi jika dikembangkan terutama menjadi briket dengan alat pengepresan dan daur ulang. Untuk penggunaan briketnya dapat bermanfaat sebagai bahan bakar yang sederhana dan juga bisa menguntungkan pada saat ini sedang terjadinya pengurangan bahan bakar. Di lain itu karbon juga bisa ditingkatkan mengenai mutu dengan cara menjadikan karbon aktif (Muhiddin, 2019). Limbah daun kayu putih di industri sampai sekarang ini masih sering menimbulkan permasalahan yang serius serta belum teratasi ataupun diolah kembali menjadi bahan baku maupun produk lain. Pabrik minyak kayu putih adalah sumber penghasil minyak atsiri dapat diperoleh melalui proses penyulingan daun minyak kayu putih. Tumpukan daun-daun kayu putih limbah ini berpeluang dikembangkan menjadi sumber energi alternatif terbarukan (Triwahyuningsi, 2018). Hal ini dikarenakan tanaman daun kayu putih memiliki kandungan senyawa kimia, diantaranya : sineol, melaleucin, minyak atsiri yang terdiri dari terpinol, cineol, dan lignin. Sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan bakar energi alternatif. Hasil produksi minyak daun kayu putih di perusahaan pmkp sruwi pasuruan menghasilkan limbah daun kayu putih yang cukup melimpah. Hal ini karena di ambil hanya minyak atsiri dari proses penyulingan. Untuk itu sisa dari penyulingan berupa limbah daun kayu putih kering. Dari ringkasan materi yang ada diatas maka dapat melaksanakan penelitian mengenai pemanfaatan limbah daun kayu putih dengan karbon aktif sebagai elektroda kapasitor.

METODE PELAKSANAAN

Penelitian dilakukan pada hasil penyulingan minyak daun kayu putih. Pola pendekatan yang dilakukan dengan memanfaatkan limbah hasil penyulingan daun kayu putih sebagai bahan elektroda kapasitor. Hal ini ditinjau agar supaya penanganan pengurangan tumpukan limbah di pabrik minyak kayu putih berjalan dengan baik. Ada beberapa tahap yang harus dilakukan dalam penelitian tersebut sebagai berikut :

Pengambilan Bahan di Perusahaan

Pengambilan bahan yang ingin dilakukan suatu pengujian dapat melaksanakan pengambilan di perusahaan pabrik minyak kayu putih mengenai limbah yang akan dilakukan penelitian.

Pengumpulan Data

Pengamatan dan pengujian terhadap bahan didalam penelitian.

Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari proses pengujian dari sebuah bahan karbon aktif dan limbah daun kayu putih.

Analisa Data

- a. Uji osiloscope dan avometer
- b. Statistik IBM SPSS 25.0

Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang bisa dipergunakan dari pelaksanaan penelitian ini diantaranya sebagai berikut :

- Osiloskope
- Saringan
- Gunting
- Timbangan digital
- Batang pengaduk, tempat tumbuk, gerus bahan dan tempat pencampur bahan
- Alumunium foil
- Air aqua dest
- Kawat tembaga
- Limbah daun kayu putih
- Karbon aktif

HASIL DAN PEMBAHASAN

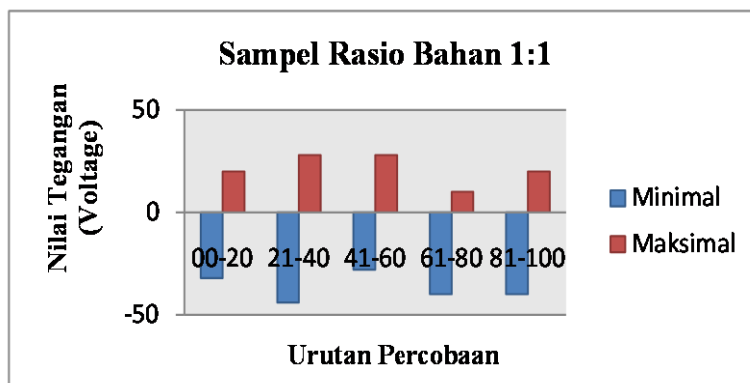
Penelitian ini memiliki beberapa tahapan yang pertama diawali dari pengumpulan bahan, pembuatan bahan, dengan menggunakan pengujian alat uji osiloskop dan avometer dengan pengukuran arus dan tegangan dari bahan serbuk limbah daun kayu putih kombinasi dengan serbuk karbon aktif. Hasil dari penelitian yang didapat sebagai berikut:

Tabel. 1. Data sampel rasio bahan 1:1

Urutan Percobaan	Nilai Tegangan	
	Minimal	Maksimal
1-20	-32	20
21-40	-44	28
41-60	-28	28
61-80	-40	10
81-100	-40	20

Sumber : Data hasil uji, 2022

Tabel diatas hasil dari seribu sampel diambil seratus sampel per dua puluh sampel diambil dua angka dari terkecil (minimal) dan terbesar (maksimal) karna dari seribu sampel kebanyakan angka yang sama jadi di ambil seratus sampel dari seribu sampel.



Gambar. 1. Grafik Rasio Bahan 1:1

Sumber : Hasil data uji lab. Unmer Malang, 2022

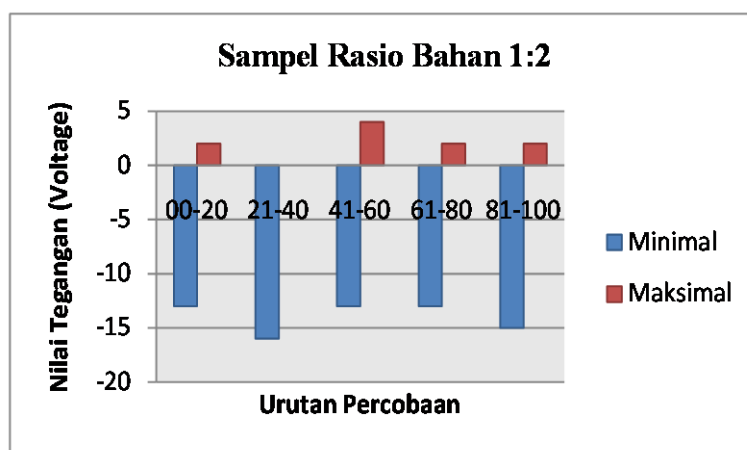
Grafik diatas merupakan hasil dari tabel diatas ada dua warna yaitu ; warna merah itu menunjukkan data tegangan terbesar (maksimal), sedangkan warnah yang biru menunjukkan data hasil tegangan terkecil (minimal).

Tabel. 2. Data sampel rasio bahan 1:2

Urutan Percobaan	Nilai Tegangan	
	Minimal	Maksimal
01-20	-13	2
21-40	-16	0
41-60	-13	4
61-80	-13	2
81-100	-15	2

Sumber : Data hasil uji, 2022

Tabel diatas hasil dari seribu sampel diambil seratus sampel per dua puluh sampel diambil dua angka dari terkecil (minimal) dan terbesar (maksimal) karna dari seribu sampel kebanyakan angka yang sama jadi di ambil seratus sampel dari seribu sampel.



Gambar. 2. Grafik Rasio Bahan 1:2

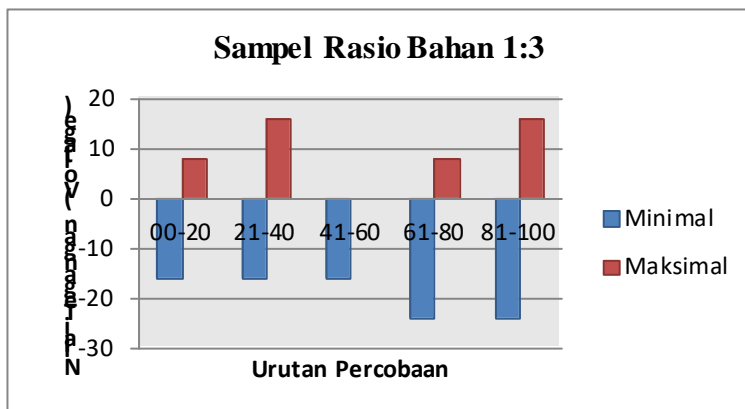
Sumber : Hasil data uji,2022

Tabel. 3. Data sampel rasio bahan 1:3

Urutan Percobaan	Nilai Tegangan	
	Minimal	Maksimal
1-20	-16	8
21-40	-16	16
41-60	-16	0
61-80	-24	8
81-100	-24	16

Sumber : Data hasil uji, 2022

Tabel diatas hasil dari seribu sampel diambil seratus sampel per dua puluh sampel diambil dua angka dari terkecil (minimal) dan terbesar (maksimal) karna dari seribu sampel kebanyakan angka yang sama jadi di ambil seratus sampel dari seribu sampel.



Gambar. 3. Grafik Rasio Bahan 1:3

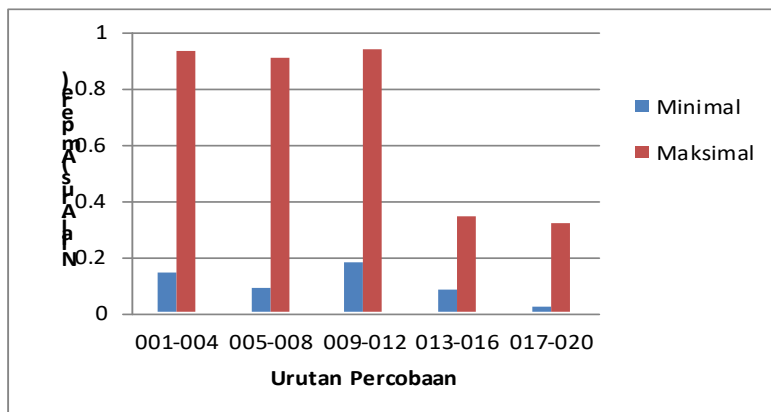
Sumber : Hasil data uji,2022

Tabel. 4. Data Sampel Arus Rasio Bahan 1:1

Urutan Percobaan	Nilai Arus (Ampere)	
	Minimal	Maksimal
1-4	0,14	0,93
5-8	0,09	0,91
9-12	0,18	0,94
13-16	0,08	0,34
17-20	0,02	0,32

Sumber : Data hasil uji, 2022

Tabel diatas hasil dari sampel arus diambil dua puluh sampel per empat sampel diambil dua angka dari terkecil (minimal) dan terbesar (maksimal).



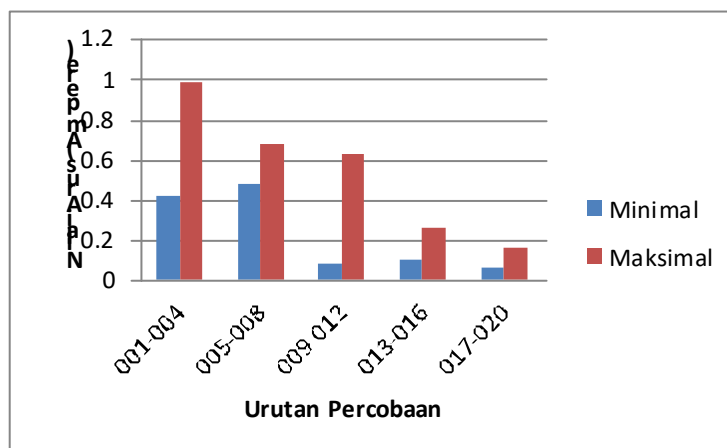
Gambar. 4. Grafik Arus Rasio Bahan 1:1

Sumber : Hasil data uji,2022

Tabel. 5. Data Sampel Arus Rasio Bahan 1:2

Urutan percobaan	Nilai Arus (Ampere)	
	Minimal	Maksimal
1-4	0,41	0,98
5-8	0,47	0,67
9-12	0,07	0,62
13-16	0,09	0,25
17-20	0,05	0,15

Sumber : Data hasil uji, 2022



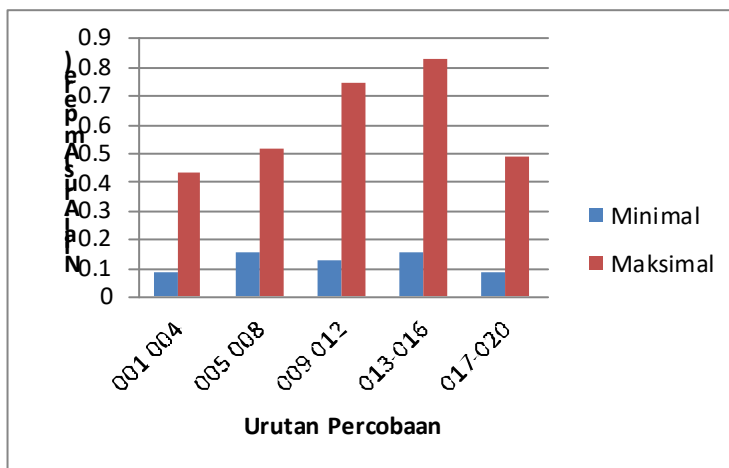
Gambar. 5. Grafik Arus Rasio Bahan 1:2

Sumber : Hasil data uji, 2022

Tabel. 6 Data Sampel Arus Rasio Bahan 1:3

Urutan percobaan	Nilai Arus (Ampere)	
	Minimal	Maksimal
1-4	0,08	0,43
5-8	0,15	0,51
9-12	0,12	0,74
13-16	0,15	0,82
17-20	0,08	0,48

Sumber : Data hasil uji, 2022



Gambar. 6. Grafik Arus Rasio Bahan 1:3

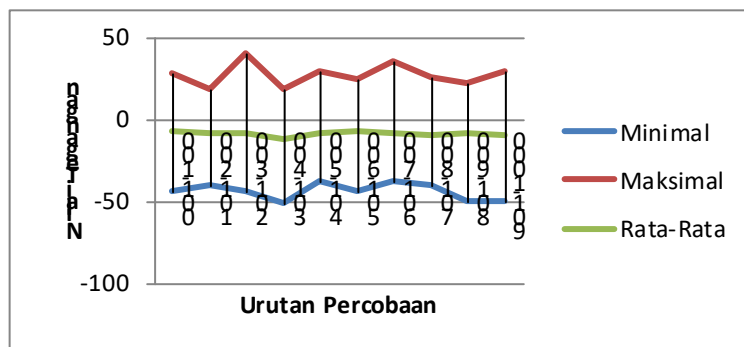
Sumber : Hasil data uji, 2022

Tabel. 7. Rata-Rata Data Sampel 1:1

Urutan Percobaan	Minimal	Maksimal	Rata-Rata
001-100	-44	28	-6,92
101-200	-40	18	-8,66
201-300	-44	40	-8,30
301-400	-52	18	-11,82
401-500	-38	30	-7,94
501-600	-44	24	-7,72
601-700	-38	36	-8,82
701-800	-40	26	-9,58
801-900	-50	22	-8,14
901-1000	-50	30	-9,16

Sumber: Data hasil uji, 2022

Dari tabel. 7 diatas data hasil tegangan dari seribu sampel dibuat perseratus sampel untuk mengetahui rata-rata dari tabel diatas untuk mencari hasil minimal , maksimal dan rata-rata dengan menggunakan statistik IBM SPSS 25.0.



Gambar. 7 Grafik tegangan rata-rata rasio 1:1

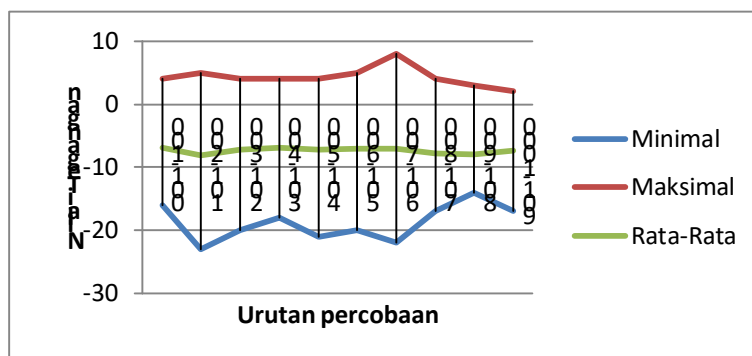
Sumber: Data hasil uji, 2022

Tabel. 8. Rata-Rata Data Sampel 1:2

Urutan percobaan	Minimal	Maksimal	Rata-Rata
001-100	-16	4	-6,95
101-200	-23	5	-8,11
201-300	-20	4	-7,18
301-400	-18	4	-6,94
401-500	-21	4	-7,18
501-600	-20	5	-7,00
601-700	-22	8	-7,06
701-800	-17	4	-7,84
801-900	-14	3	-7,94
901-1000	-17	2	-7,41

Sumber: Data hasil uji, 2022

Dari tabel. 8 diatas data hasil tegangan dari seribu sampel dibuat perseratus sampel untuk mengetahui rata-rata dari tabel diatas untuk mencari hasil minimal , maksimal dan rata-rata dengan menggunakan statistik IBM SPSS 25.0.



Gambar. 8 Grafik tegangan rata-rata rasio 1:2

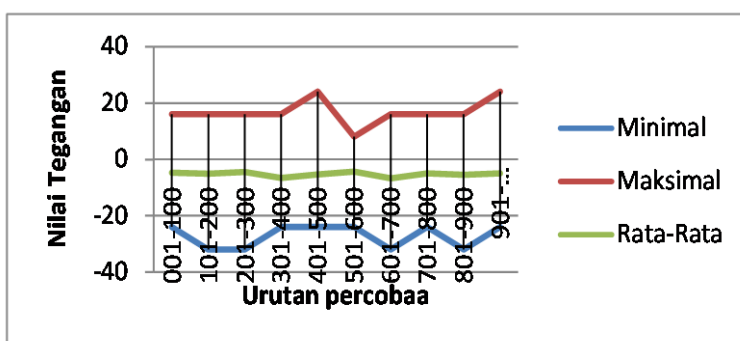
Sumber: Data hasil uji, 2022

Tabel. 9. Rata-Rata Data Sampel 1:3

Urutan Percobaan	Minimal	Maksimal	Rata-Rata
001-100	-24	16	-4,64
101-200	-32	16	-5,04
201-300	-32	16	-4,48
301-400	-24	16	-6,64
401-500	-24	24	-5,36
501-600	-24	8	-4,32
601-700	-32	16	-6,72
701-800	-24	16	-4,96
801-900	-32	16	-5,44
901-1000	-24	24	-4,96

Sumber: Data hasil uji, 2022

Dari tabel. 9 diatas data hasil tegangan dari seribu sampel dibuat perseratus sampel untuk mengetahui rata-rata dari tabel diatas untuk mencari hasil minimal , maksimal dan rata-rata dengan menggunakan statistik IBM SPSS 25.0.



Gambar. 9 Grafik tegangan rata-rata rasio 1:3

Sumber: Data hasil uji, 2022

Selesai melakukan suatu pengukuran dapat dilihat hasil data sebagai berikut:

- Volt/Div = 20V
- Time/Div = 2ms
- Panjang gelombang = 1 kotak
- Tinggi gelombang = 4 kotak

Rumus Osiloskope

- V_{pp} (tegangan puncak ke pucuk) = tinggi gelombang x volt/div = $4 \times 20 = 80$ Volt
- V_m (tegangan maksimum/pucuk) = $0.5 \times V_{pp} = 0.5 \times 80 = 40$ volt
- V_{eff} (tegangan efektif) = $V_m / \text{akar kuadrat} = 40 / 1.41 = 28,37$ volt
- T (periode) = panjang gelombang x time / div = $1 \text{ kotak} \times 2\text{ms} = 2\text{ms}$
- Frekuensi = $1 / T = 1 / 2 = 500\text{Hz}$
- Arus maksimum = $V_{eff} / 1,414$
 $= 28,37 / 1,414$
 $= 20,06\text{A}$

Perhitungan Data Hasil Penelitian

Tabel 4.10 Hasil Tegangan Keluaran pada Osiloskope

Rasio Bahan	Tegangan (Voltage)	Arus (Ampere)	Tegangan Maksimum
1:1	92	65	46
	88	62	44
	92	65	46
1:2	31	22	15,5
	28	20	14
	31,2	22	15,6
1:3	56	39	28
	104	73	52
	104	73	52

Sumber : Data hasil uji, 2022

Hasil dari perhitungan diatas adalah hasil keluaran pada alat uji osiloskope dan mempunyai rumus dan keterangan V_{max} adalah tegangan maksimal yang dihasilkan oleh bahan yang diuji pada alat uji osiloskope.

Perhitungan data sampel 1:1

1. Data Sampel 1

- $V_{\max} = 0.5 \times V$
 $= 0.5 \times 92$
 $= 46 \text{ volt}$
- $V_{\text{eff}} = V_{\max}^2$
 $= 46^2$
 $= 92 \text{ Volt}$
- Arus Maksimum $= V_{\text{eff}}/1,414$
 $= 92/1,414$
 $= 65,063 \text{ A}$

2. Data Sampel 2

- $V_{\max} = 0.5 \times V$
 $= 0.5 \times 88$
 $= 44 \text{ volt}$
- $V_{\text{eff}} = V_{\max}^2$
 $= 44^2$
 $= 88 \text{ Volt}$
- Arus Maksimum $= V_{\text{eff}}/1,414$
 $= 88/1,414$
 $= 62,234 \text{ A}$

3. Data Sampel 3

- $V_{\max} = 0.5 \times V$
 $= 0.5 \times 92$
 $= 46 \text{ volt}$
- $V_{\text{eff}} = V_{\max}^2$
 $= 46^2$
 $= 92 \text{ Volt}$
- Arus Maksimum $= V_{\text{eff}}/1,414$
 $= 92/1,414$
 $= 65,063 \text{ A}$

Perhitungan data sampel 1:2

1. Data Sampel 1

- $V_{\max} = 0.5 \times V$
 $= 0.5 \times 31$
 $= 15.5 \text{ volt}$
- $V_{\text{eff}} = V_{\max}^2$
 $= 15,5^2$
 $= 31 \text{ Volt}$
- Arus Maksimum $= V_{\text{eff}}/1,414$
 $= 31/1,414$
 $= 21,9 = 22 \text{ A}$

2. Data Sampel 2

- $V_{\max} = 0.5 \times V$
 $= 0.5 \times 28$
 $= 14 \text{ volt}$

- $V_{eff} = V_{max}^2$
 $= 14^2$
 $= 28\text{Volt}$
- Arus Maximum = $V_{eff}/1,414$
 $= 28/1,414$
 $= 19,8 = 20 \text{ A}$

3. Data Sampel 3

- $V_{max} = 0,5 \times V$
 $= 0,5 \times 31,200$
 $= 15,6 \text{ Volt}$
- $V_{eff} = V_{max}^2$
 $= 15,6^2$
 $= 31,200\text{Volt}$
- Arus Maximum = $V_{eff}/1,414$
 $= 31,200/1,414$
 $= 22,065 \text{ A}$

Perhitungan data sampel 1:3

1. Data Sampel 1

- $V_{max} = 0.5 \times V$
 $= 0.5 \times 56$
 $= 28 \text{ volt}$
- $V_{eff} = V_{max}^2$
 $= 28^2$
 $= 56\text{Volt}$
- Arus Maximum = $V_{eff}/1,414$
 $= 56/1,414$
 $= 39,603 \text{ A}$

2. Data Sampel 2

- $V_{max} = 0.5 \times V$
 $= 0.5 \times 104$
 $= 52 \text{ volt}$
- $V_{eff} = V_{max}^2$
 $= 52^2$
 $= 104\text{Volt}$
- Arus Maximum = $V_{eff}/1,414$
 $= 104/1,414$
 $= 73,550 \text{ A}$

3. Data Sampel 3

- $V_{max} = 0.5 \times V$
 $= 0.5 \times 92$
 $= 46 \text{ volt}$
- $V_{eff} = V_{max}^2$
 $= 46^2$
 $= 92\text{Volt}$
- Arus Maximum = $V_{eff}/1,414$
 $= 92/1,414$

= 65,063 A

KESIMPULAN

Nilai Tegangan yang diperoleh dari limbah daun kayu putih kombinasi karbon aktif dengan beberapa rasio bahan terdapat nilai tegangan tertinggi berada pada rasio bahan 1:1 sebesar 40mV atau 0,040V. Sedangkan nilai tegangan terendah berada pada rasio bahan 1:1 sebesar -44mV atau -0,044V. Dan juga osiloskop sendiri bisa menghasilkan nilai tegangan maximum tertinggi dan terendah, tertinggi pada rasio bahan 1:3 sebesar 52V. Terendah pada rasio bahan 1:2 sebesar 14V.

Nilai Arus yang diperoleh limbah daun kayu putih kombinasi karbon aktif dengan beberapa rasio bahan terdapat nilai arus tertinggi berada pada rasio bahan 1:2 sebesar 0,98A. Sedangkan nilai arus terendah berada pada rasio bahan 1:1 sebesar 0,02A. Dan juga osiloskop sendiri bisa menghasilkan nilai arus maximum tertinggi dan terendah, tertinggi pada rasio bahan 1:3 sebesar 73A. Terendah pada rasio bahan 1:2 sebesar 20A.

Nilai rata-rata yang dihasilkan dari pengujian alat uji osiloscope dengan beberapa rasio bahan terdapat hasil nilai rata-rata yang tertinggi berada pada rasio bahan 1:3 sebesar -4,32mV. Sedangkan nilai rata-rata terendah berada pada rasio bahan 1:1 sebesar -11,82mV.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurraziq Bachmid, Vecky C. Poekoel, Janny O. Wuwung, 2017. *Osiloskop Portable Digital Berbasis AVR ATmega644*. E-journal Teknik Elektro dan Komputer Vol. 6 no. 1 (2017).
- Awans, 2020. *Pengertian Arus dan Tegangan Listrik*. <https://ternyatabegitu.com/pengertian-arus-dan-tegangan-listrik/>. Dikunjungi tanggal 2 April 2022.
- Astuti, Nurdiati Depi, 2015. *Sintesis Komposit Pani/Karbon dari Tempurung Kemiri (Aleurites moluccana) sebagai Elektroda Kapasitor*. Jurnal Fisika Unand, jfu.fmipa.unand.ac.id.
- Corryanti Triwahyuningsih, Diana Puspitasari, Iwan Gunawan, 2018. *LIMBAH PENYULINGAN MINYAK KAYU PUTIH SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF*. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) 2018 ISSN: 1979-911X Yogyakarta, 15 September 2018.
- Canna Suprianofa. 2016. *Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Durian sebagai Adsorben Zat Warna dari Limbah Cair Tenun Songket dengan Aktivator KOH*. Skripsi Politeknik Negeri Sriwijaya.
- D Puspitasari, I Gunawan, dkk, 2013. *Pemanfaatan Kajian Pengolahan Daun Kayu Putih-Limbah untuk Sumber Energi Alternatif*- Jurnal Perum perhutani 2013 jurnal.puslitbangperhutani.com

- Dani Aska. 2022. Avometer: Pengertian, Fungsi, dan Jenisnya. <https://kumparan.com/info-otomotif/avometer-pengertian-fungsi-dan-jenisnya>. Dikunjungi tanggal 23 juni 2022.
- Farly Tumimomor, Akhiruddin Maddu, Gustan Pari, 2017. *PEMANFAATAN KARBON AKTIF DARI BAMBUNYU SEBAGAI ELEKTRODA SUPERKAPASITOR*. Jurnal Ilmiah Sains Vol. 17 No. 1, April 2017.
- Farida Aryani. 2020. *Penyulingan Minyak Kayu Putih (Melaleuca Cujuputi) dengan Suhu yang berbeda*. Jurnal Buletin Loupe 16 (2), 51-57, 2020.
- Faisal Irsan Pasaribu. 2020. *Superkapasitor sebagai penyimpanan energi menggunakan bahan Graphene*. RELE(Rekayasa Elektrikal dan Energi). Jurnal Teknik Elektro 2(2),65-72, 2020.
- I Wayan Lastera, 2019. *Peningkatan Kapasitas Rentang Tegangan Uji Osiloskop Tipe Hm 203-7 dengan Pemanfaatan Alat Konverter*. Jurnal SPEKTRUM Vol. 6, No.154-156, 3 September 2019.
- Ivan Aanggia Sitohang, 2020. *PEMBUATAN DAN PENGUJIAN ELEKTRODA SUPERKAPASITOR BERBASIS GRAPHENE DENGAN METODE CHARGING DISCHARGING*. Skripsi Universitas Sumatera Utara Medan.
- Muhiddin NF. 2019. *Pemanfaatan Tempurung Kemiri (Aleurites moluccana) menjadi Karbon Aktif sebagai Kapasitansi Elektroda Kapasitor*. Skripsi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Muyassaroh. 2016. *Destilasi Daun Kayu Putih dengan Variasi Tekanan Operasi dan Kekeringan Bahan Untuk Mengoptimalka Kadar Sineol dalam Minyak Kayu Putih*. Jurnal Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, ITN Malang.
- Putro, Musabbikhah dan Suranto, 2015. *Variasi temperatur dan waktu karbonisasi untuk meningkatkan nilai kalor dan memperbaiki sifat proximate biomassa sebagai bahan pembuat briket*.
- Putu Nopa. 2011. *Osiloskop*. Jurusan teknik elektro fakultas teknik. Skripsi Universitas Hasanuddin.
- Rahardjo Pratolo. 2015. *CATU DAYA DC TETAP +5V DAN +12V / 10A UNTUK LABORATORIUM ELEKTRONIKA*. Karya ilmiah laporan akhir penelitian mandiri bidang ilmu teknik elektro, 2015.
- Ramadhan Wijdan Sidiq. 2017. *Rumus-rumus cara Menghitung ARUS Tegangan dan Daya Listrik*, <https://www.kelistrikanku.com/2017/03/rumus-cara-menghitung-arus-daya-tegangan.html>. Dikunjungi tanggal 2 April 2022.
- Suharli AJ, dkk, 2020. *Pembuatan Kapasitor dari Grafit dan Poli(Akilonitril) Berbasis Nanofiber sebagai Penyimpanan Energi*. Skripsi Universitas Sriwijaya.
- Sitohang, Jeramia. 2019. *Identifikasi Kandungan Senyawa Daun Kayu Putih*.
- Suprianofa. 2016. *Struktur Kimia dan Fisika Karbon Aktif*. <http://eprints.polsri.ac.id/4107/3/BAB%20II.pdf>. Dikunjungi 1 April 2022.
- Satriyani Siahaan, Melvha Hutapea, Rosdanelli Hasibuan. 2013. *Penentuan Kondisi Optimum Suhu dan Waktu Karbonisasi pada Pembuatan Arang Sekam Padi*. Jurnal Teknik Kimia USU 2(1), 26-30, 2013.
- T Ariyanto, I Prasetyo, R Rochmadi, 2012. *Pengaruh Struktur Pori Terhadap Kapasitansi Elektroda Superkapasitor yang Dibuat Dari Karbon Nanopori*.
- Tetra ON, 2018. *Superkapasitor berbahan dasar karbon aktif dan larutan ionik sebagai elektrolit*. Jurnal Zarah 6(1), 39-46, 2018.
- Wijaya, D Dahlan, 2016. *Karakterisasi fasa dan kapasitansi elektroda kayu karet yang dielektrodeposisi menggunakan CuSO4 untuk aplikasi elektroda superkapasitor*. Jurnal Fisika Unand 5(1), 78-84, 2016.

- WD, Setiawan, 2018. *PEMANFAATAN LIMBAH PENYULINGAN MINYAK KAYU PUTIH (Melaleuca cajuputi) UNTUK PEMBUATAN PUPUK ORGANIK*. etd.repository.ugm.ac.id
- Wisnu Adji Kharisma, Jana Utama. 2013. Portable Digital Oscilloscope Menggunakan PIC18F4550 Portable Digital Oscilloscope Based on PIC18F4550. Jurnal TELEKONTRAN, VOL. 1, NO. 2, 39-49, 2013.