

PENGUJIAN TEGANGAN SUPERKAPASITOR KARBON AKTIF YANG BERBASIS ARANG TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI ELEKTRODA

Bagas Ega Manggala

LEMBAGA PENDIDIKAN SEKOLAH GHAMA, GHAMA ISLAMIC STARS
SCHOOL, SMA ISLAM GHAMA AR-RASYID, BIDANG STUDI ILMU

PENGETAHUAN ALAM

Email : bagasega4@gmail.com

Abstrak

Penggunaan listrik sangat melonjak dari tahun ke tahun hingga saat ini dengan kata lain kita membutuhkan suatu alat atau objek yang dapat melakukan penyimpanan energi listrik yang efisien tergantung atas kebutuhan nya. Oleh karena itu, superkapasitor bisa menjadi kandidat yang kuat sebagai objek pengembangan untuk masa yang akan datang karena penyimpanan dan pengisian nya begitu cepat yang menjadi daya tarik dari alat superkapasitor tersebut. dengan media yang bisa digunakan yaitu berbasis dari alam atau biomassa maka akan menjadi pengembangan energi terbarukan.

Kata kunci : penggunaan listrik, listrik, penyimpanan energi listrik, superkapasitor

Abstract

Electricity consumption has surged significantly year after year. Consequently, there is an urgent need for efficient energy storage devices tailored to these growing demands. In this regard, supercapacitors have emerged as a strong candidate for future development due to their rapid charging and discharging capabilities, which serve as their primary advantage. By utilizing nature-based materials or biomass, this development further contributes to the advancement of sustainable and renewable energy.

Keywords: *electricity use, electricity, electrical energy storage, supercapacitors*

Pendahuluan

Dalam hal perkembangan alternatif pembangkitan energi listrik diperlukan juga kapasitas penampungan yang memadai dan dapat mengaliri energi secara efektif dan menyeluruh terhadap setiap unit pengalir dengan akhiran energinya ke warga/masyarakat. Dalam suatu kegiatan yang membutuhkan energi listrik kita memerlukan pencadangan energi yang *portable* atau *pocket* yang dapat dibawa

kemana-mana agar mempermudah dan fleksibilitasnya efektif. Dalam kasus tersebut, dapat diterapkan di kehidupan sehari-hari, seperti contoh baterai dan superkapasitor. Terdapat beberapa perbedaan yang signifikan dari komponen bahkan penggunaan baterai dan superkapasitor yang menjadi tolak ukur dan juga menjadi perbedaan cara penggunaan.

Baterai dan superkapasitor memiliki beberapa perbedaan. Pertama, elektro kimia bagi baterai dan elektrostatis yang menyimpan aliran listrik bagi superkapasitor. Kedua, kinerja yang berlaku. Keduanya memiliki perbedaan dari penyimpanan hingga penyaluran. Pada superkapasitor memiliki kecepatan yang sangat cepat untuk penyaluran energi listrik dibandingkan dengan baterai. Ketiga, superkapasitor memiliki daya tahan yang lama dibandingkan baterai. Namun, tujuan dari baterai dan superkapasitor tetaplah melakukan penyaluran energi listrik terhadap suatu produk yang digunakan. “Kapasitor lapisan ganda listrik (EDLC) adalah perangkat yang terdiri dari sepasang elektroda yang dapat terpolarisasi secara ideal dengan kata lain, hanya perangkat yang tidak menunjukkan reaksi Faradik pada rentang potensial operasi yang dianggap sebagai EDLC, dan semua muatan yang terakumulasi digunakan untuk membangun lapisan ganda antara

konduktor/larutan. Beberapa reaksi samping yang tidak signifikan yang melibatkan transfer muatan Faradik dapat terjadi dalam rentang potensial operasi; misalnya, reaksi redoks pengotor: jenis reaksi Faradik ini dapat dianggap sebagai reaksi pelepasan muatan sendiri dari superkapasitor karena muatan yang terakumulasi melintasi antarmuka akan dikonsumsi dalam reaksi tersebut, dan jumlah total muatan dalam lapisan ganda akan berkurang.”¹ Yang kedua, yakni “pseudokapasitor yang bersifat isolator/penghambat listrik, seperti oksida logam transisi, untuk digunakan secara lebih efisien baik dalam baterai maupun kapasitor. Terdapat semakin banyak material elektroda baru (misalnya , oksida logam transisi, hidroksida, sulfida, karbida, nitrida, polimer konduktif, dll) yang menunjukkan karakteristik elektrokimia yang bukan murni kapasitif maupun murni Faradaik.”²

¹ Deyang Qu, Hang Shi, *Studies of activated carbons used in double-layer capacitors*, Journal of Power Sources, Volume 74, Issue 1, 15 July 1998, hlm. 99-107.

² Thierry Brousse, Daniel Bélanger and Jeffrey W. Long, *To Be or Not To Be Pseudocapacitive ?*, Journal of The Electrochemical Society, 2 March 2015, Vol. 162, hlm. 5.

HASIL PENELITIAN

Penelitian 1.1.

Peneliti melakukan prosedur penelitian dengan karbon aktif yang sudah didinginkan dan direkatkan menggunakan klip kertas, karena karbon aktif yang digunakan terlalu kecil dan rapuh mengakibatkan hancur dalam proses perekatan tersebut. Peneliti lanjut melakukan percobaan dengan mencelupkan karbon aktif ke cairan elektrolit berupa HCL dengan dilanjutkan proses pengecasan objek. Namun, peneliti mengalami konsleting terhadap objek uji coba yang dilakukan sesuai pada gambar 4.1 dan 4.2, penggunaan klip kertas dan kabel yang tenggelam dalam cairan elektrolit mengakibatkan konsleting dalam proses pengecasan. Oleh karena itu peneliti melakukan reset Kembali dan

memperbaiki masalah yang terjadi pada penelitian.

Penelitian 1.2

Peneliti sudah melakukan riset dan memulai kembali percobaan yang mengalami kendala berupa konsleting objek percobaan. Peneliti melepaskan klip kertas sebagai perekat dan menggantikan dengan rekatan dari tembaga ditambah dengan kabel tidak tercelup dengan cairan elektrolit. Peneliti mendapatkan hasil positif dalam proses pengisian daya dalam objek percobaan dengan menggunakan PS(*power supply*) yang memiliki tenaga 12 volt selama 10 menit dari 11 : 38 – 11 : 48 sesuai pada gambar 4.3 . Peneliti melakukan pengecekan tegangan pada objek percobaan yang berakhir memiliki tegangan 15 volt sesuai dengan pada gambar 4.4.

Tabel 4.1. Hasil percobaan

Objek	Farad	volt	PH	Coulomb dalam (dalam lampu 0.1 ampere dan selama 60 detik)
Supekapasitor berbasis biomassa (arang tempurung kelapa)	0.46 F	13.5 volt	Asam (1-3)	6 coulomb

Tabel 4.2 Percobaan

Percobaan 1.1	Percobaan 1.2
 Gambar 4.1 oksidasi terhadap klip kertas	 Gambar 4.3 perendaman karbon aktif dalam cairan elektrolit
 Gambar 4.2 konsleting kabel PS (power supply)	 Gambar 4.4 volt meter menunjukkan 13.5 volt

Analisis data

Peneliti untuk mendapatkan data pertama yang akan ditampilkan seperti farad peneliti melakukan perhitungan dengan 2 rumus sebagai berikut:

Rumus 1

$$Q = A \times s$$

Keterangan

Q= coulomb

A= amper

S= waktu (second)

Rumus 2

$$C = Q/V$$

keterangan

C=farad

Q=coulomb

V=volt

Peneliti menggunakan permisalan pengaliran listrik dengan arus 5 ampere dan waktunya 60 detik peneliti mendapatkan 300 coulomb. Peneliti melanjutkan perhitungan menggunakan data yang tadi didapatkan 300 coulomb dan 15 volt dari hasil uji coba peneliti mendapatkan 20 farad, dalam tabel tertulis farad/gram(f/g) akibat peneliti tidak memiliki alat timbang peneliti hanya mengukur panjang dan lebar karbon yang akan diuji pada karbon pertama memiliki

pajang 5,45 cm dan lebar 3,5 cm. Untuk karbon kedua, panjang 5,45 cm dan lebar 2 cm peneliti menggunakan 2 karbon tersebut agar menjadi pembeda kutub positif dan negatif.

Pembahasan

Peneliti mengalami kegagalan pada penelitian 1.1 diakibatkannya kabel yang tersambung oleh PS(*power supply*) terendam oleh cairan elektrolit serta penggunaan klip kertas yang kurang efektif, akibatnya klip yang menjadi perekat karbon aktif tersebut teroksidasi oleh cairan elektrolit HCL yang bersifat asam kuat sesuai pada gambar 4.5, dengan begitu peneliti melakukan percobaan ulang yang ditunjukan penelitian 1.2 yang bersifat positif dan dapat melakukan prosedur penelitian berikutnya. Melanjutkan prosedur penelitian peneliti melakukan pengisian daya melalui PS (*power supply*) akibatkannya listrik yang dialirkan akan disimpan oleh elektrolit dari pengaliran *electron* oleh karbon aktif tempurung kelapa, akibatnya ditemukan aliran listrik dalam objek percobaan tersebut dengan pemisahan oleh separator agar

pengaliran kutub positif dan negatif dalam cairan elektrolit maupun elektroda berbasis karbon aktif dari tempurung kelapa supaya terhindar dari kegagalan atau korsleting yang akan dialami oleh objek penelitian dan kabel konektor PS (Power Supply).

Untuk pengujian terhadap lampu tersebut nyala namun hanya sesaat dikarenakan tegangan yang diberikan lebih besar dari apa yang bisa diterima untuk tegangan lampu pada lampu tersebut. Maka dari itu peneliti juga mencoba lampu led 10 watt namun tidak bisa menyala mungkin peneliti melakukan penelitian kurang memiliki alat yang memadai sesuai pada gambar 4.6.



Gambar 4.5 oksidasi klip kertas dan mencoba kembali penelitian 1.2



Gambar 4.6 percobaan lampu led 10 watt

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, percobaan arang dari tempurung kelapa untuk menjadi elektroda superkapasitor berbasis karbon aktif memiliki nilai efektif. Dari data yang tertera di atas peneliti menarik kesimpulan dari proses pengisian yang dilakukan oleh PS (*power supply*) arang tersebut bisa mengalirkan listrik akibat dari pori-pori yang bertambah dari perendaman oleh cairan KOH selama 12 jam lebih dan dilakukan pengeringan dari cairan KOH setelah itu peneliti melakukan pengaktifan arang menggunakan oven yang memiliki suhu 150°C selama 1 jam. Akibat saat pengujian akibatnya kabel listrik saat dialirkan ke lampu kabelnya terbakar atau memercikan api.

arang tersebut menjadi elektroda memiliki aliran listrik dengan dibantu oleh elektrolit berbasis cairan HCL. Sesudah itu peneliti mendapatkan data berupa tegangan volt yang terkandung oleh objek penelitian tersebut.

Pengujian terhadap lampu 1.25 terjadi konsleting dan tegangan yang diberikan tidak sesuai dengan kriteria lampu tersebut. Namun, dalam perhitungan untuk mencari data yang diperlukan berupa ampere dan farad masih memungkinkan. Untuk percobaan terhadap lampu 10 watt kurangnya alat memadai dan untuk tegangannya juga masih kurang

DAFTAR PUSTAKA

- A. Cano, P. Arévalo, D. Benavides, and F. Jurado, "Comparative analysis of HESS (battery/supercapacitor) for power smoothing of PV/HKT, simulation and experimental analysis," *J Power Sources*, vol. 549, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.jpowsour. 2022. 232137
- A. Ramdja, M. Halim and J. Handi, "Pembuatan Karbon Aktif dari Pelpah Kelapa (Cocus Nucifera)," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 15, 2008.(https://www.academia.edu/27829974/PEMBUATAN_KARBON_AKTIF_DARI_PELEPAH_KELAPA_Cocus_nucifera)
- A. Prayogatama and T. Kurniawan, "Modifikasi Karbon Aktif dengan Aktivasi Kimia dan Fisika Menjadi Elektroda Superkapasitor," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 11, no. 1, pp. 47–58, 2022(<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/pensa/article/view/45318>)
- B. K. Saikia, S. M. Benoy, M. Bora, J. Tamuly, M. Pandey, and D. Bhattacharya, "A brief review on supercapacitor energy storage devices and utilization of natural carbon resources as their electrode materials," *Fuel*, vol. 282, p. 118796, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.fuel.2020.118796.
- B. Liu, M. Yang, H. Chen, Y. Liu, D. Yang, and H. Li, "Graphene-like porous carbon nanosheets derived from salvia splendens for high-rate performance supercapacitors," *J Power Sources*, vol. 397, pp. 1–10, Sep. 2018, doi: 10.1016/j.jpowsour.2018.06.100
- C. Mevada, J. Tissari, V. S. Parihar, A. Tewari, J. Keskinen, and M. Mäntysalo, "Bio-inspired 3D-Printed supercapacitors for sustainable energy storage," *J Power Sources*, vol. 624, Dec. 2024, doi: 10.1016/j.jpowsour.2024.235529.
- C. T. Sarr, M. B. Camara, and B. Dakyo, "Supercapacitors aging assessment in wind/tidal intermittent energies application with variable temperature," *J Energy Storage*, vol. 46, p. 103790, Feb. 2022, doi: 10.1016/j.est.2021.103790.
- E. Mossfika, Syukri and H. Aziz, "Pembuatan Karbon Aktif Ampas Teh yang Diaktivasi Dengan NaOH Sebagai Material Elektroda Superkapasitor," *Journal of Aceh Physics Society*, vol. 9, no. 2, pp. 42-47, 2020(DOI: 10.24815/jacps.v9i2.17066)
- H. Li, T. Du, Q. Wang, J. Guo, S. Zhang, and Y. Lu, "A new synthesis of O/N-doped porous carbon material for supercapacitors," *J Energy Storage*, vol. 66, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.est.2023.107397
- K. B. Mohamed Ismail, M. Arun Kumar, R. Jayavel, M. Arivanandhan, and M. A. Mohamed Ismail, "Enhanced electrochemical performance of the MoS₂/Bi₂S₃

- nanocomposite-based electrode material prepared by a hydrothermal method for supercapacitor applications,” RSC Adv., vol. 13, no. 35, pp. 24272–24285, 2023.(DOI: 10.1039/D3RA03254B)*
- K. Dissanayake and D. Kularatna-Abeywardana, “A review of supercapacitors: Materials, technology, challenges, and renewable energy applications,” *J Energy Storage*, vol. 96, p. 112563, Aug. 2024, doi: 10.1016/j.est.2024.112563
- M. G. Joysi et al., “Exploring ternary metal oxides MnO₂/CuO/ZrO₂ composites for supercapacitor applications,” *Results Chem*, vol. 10, Aug. 2024, doi: 10.1016/j.rechem. 2024. 101682
- M. Mandal et al., “In-situ synthesis of mixed-phase carbon material using simple pyrolysis method for high-performance supercapacitor,” *Diam Relat Mater*, vol. 127, Aug. 2022, doi: 10.1016/j.diamond.2022.109209
- M. Rosi, F. Iskandar, M. Abdullah and Khairurrijal, “*Sintesis Nanopori Karbon dengan Variasi Jumlah NaOH dan Aplikasinya sebagai Superkapasitor*,” Seminar Nasional Material, 2013.
- N. P. D. Ngidi, A. F. Koekemoer, and S. S. Ndlela, “Application of metal oxide/porous carbon nanocomposites in electrochemical capacitors: A review,” *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, vol. 135, p. 103698, Oct. 2024, doi: 10.1016/j.pce.2024.103698
- N. Watulingas et al., “Pemanfaatan Karbon Aktif Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Sebagai Material Elektroda Superkapasitor dengan Variasi Konsentrasi Elektrolit,” *Jurnal Kimia Terapan*, vol. 7, no. 2, 2024.(https://www.academia.edu/27829974/PEMBUATAN_KARBON_AKTIF_DARI_PELEPAH_KELAPA_Cocus_nucifera)
- O. N. Tetra, H. Aziz, Emriadi, S. Ibrahim and A. Alif, “Review : Superkapasitor Berbahan Dasar Karbon Aktif dan Larutan Ionik sebagai Elektrolit,” *Jurnal Zarah*, vol. 6, no. 1, pp. 39-46, 2018.(https://www.academia.edu/61854263/Superkapasitor_Berbahan_Dasar_Karbon_Aktif_Dan_Larutan_Ionik_Sebagai_Elektrolit)
- P. C. Himadri Reddy, J. Amalraj, S. Ranganatha, S. S. Patil, and S. Chandrasekaran, “A review on effect of conducting polymers on carbon-based electrode materials for electrochemical supercapacitors,” *Synth Met*, vol. 298, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.synthmet.2023.117447
- P. Kurniawan, E. Taer, U. Malik and R. Taslim, “Pengaruh Konsentrasi KOH Terhadap Sifat Fisis Dan Elektrokimia Elektroda Karbon Dari Limbah Kulit Durian Sebagai Sel Superkapasitor,” *Komunikasi Fisika Indonesia*, vol. 15, 2018.

- P. Sinha and K. K. Kar, "A flexible and high energy density -hydrous RuO₂ and keratin-derived renewable carbon composite-based asymmetric supercapacitor in redox-mediated electrolytes," *Electrochim Acta*, vol. 435, p. 141368, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.electacta. 2022. 141368.
- R. Farma, V. Melinda, S. Awitdrus, E. Taer and Y. Hamzah, "Cyclic Voltammetry Sel Superkapasitor Dengan Variasi Konsentrasi Aktivator Kalium Hidroksida," 2016
- S. Goswami et al., "Biowaste-derived carbon black applied to polyaniline-based high-performance supercapacitor microelectrodes: Sustainable materials for renewable energy applications," *Electrochim Acta*, vol. 316, pp. 202–218, Sep. 2019, doi: 10.1016/j.electacta.2019.05.133.
- S. Mei, J. Zheng, and W. Chu, "Designing porous carbon-based multicomponent electrode material for high performance supercapacitor," *J Energy Storage*, vol. 40, Aug. 2021, doi: 10.1016/j.est.2021.102698.
- S. R. Mangishetti, M. Kamaraj, and R. Sundara, "Novel favorably interconnected N-doped porous carbon hybrid electrode materials for high energy density supercapacitors," *Int J Hydrogen Energy*, vol. 48, no. 86, pp. 33442–33455, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.ijhydene.2023.05.112
- Sekretariat Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan, *Statistik Ketenagalistrikan 2024*, edisi No.38, Jakarta, September 2025, ringkasan, hlm. 5 (https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/91fa8-buku-statistik-ketenagalistrikan-2024.pdf)
- Deyang Qu, Hang Shi, *Studies of activated carbons used in double-layer capacitors*, *Journal of Power Sources*, Volume 74, Issue 1, 15 July 1998, hlm. 99-107.(<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037877539800038X>)
- T. Yue, B. Shen, and P. Gao, "Carbon material/MnO₂ as conductive skeleton for supercapacitor electrode material: A review," Apr. 01, 2022, Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.rser.2022.112131.
- Thierry Brousse, Daniel Bélanger and Jeffrey W. Long, *To Be or Not To Be Pseudocapacitive ?*, *Journal of The Electrochemical Society*, 2 March 2015, Vol. 162, hlm. 5.(DOI: 10.1149/2.0081505jes)
- V. G. Artemov, A. A. Volkov , N. N. Sysoev, and A. A. Volkov, "Conductivity of Aqueous HCl, NaOH and NaCl solutions: Is Water just a Substrate? ". Halaman 2, EPL, 109 (2015), EPL Journal
- W. B. Kurniawan, A. Indriawati, D. Marina and E. Taer, "The Potential of Pepper Shell (*Piper Nigrum*) FOR

- SUPERCAPACITOR ELECTRODES*," Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi , vol. 08 (1), pp. 109-116, 2019.
- W. D. Lestari, *Pengaruh Konsentrasi KOH terhadap Karbon Bulu Ayam /PvdF Sebagai Elektroda Perangkat Penyimpan Energi*, 2020.(<http://etheses.uin-malang.ac.id/19891/1/15640078.pdf>)
- Y. Li et al., "Effect of puffing on electrochemical properties of sorghum seed based porous carbon materials in supercapacitors," J Energy Storage, vol. 102, Nov. 2024, doi: 10.1016/j.est.2024.114065
- Y. Zhang et al., "Facile synthesis of honeycomb-like porous carbon materials derived from reed straw and tannic acid towards high-performance supercapacitors," J Energy Storage, vol. 98, Sep. 2024, doi: 10.1016/j.est.2024.113054
- Z. A. Rifani, E. Taer and R. Taslim, "Pengaruh Temperatur Aktivasi Fisika Terhadap Kinerja Superkapasitor Berbasis Elektroda Karbon dari Ampas Sagu," Pekanbaru, 2018. (DOI: 10.24815/jacps.v9i2.17066)
- Z. Li, D. Guo, Y. Liu, H. Wang, and L. Wang, *Recent advances and challenges in biomass-derived porous carbon nanomaterials for supercapacitors*, Chemical Engineering Journal, vol. 397, p. 125418, Oct. 2020 (DOI: 10.1016/j.cej.2020.125418)
- Z. Wu, C. Guo, Z. Lu, C. Yuan, Y. Xu, and L. Dai, "A facile brushing method for constructing all-in-one high performance flexible supercapacitor with ordinary carbon materials," J Energy Storage, vol. 67, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.est.2023.107531
- Z. Zhai et al., *A review of carbon materials for supercapacitors*, Materials & Design, vol. 221, p. 111017, Sep. 2022(DOI: 10.1016/j.matdes.2022.111017)