



Pembuatan Cetakan Pellet Elektroda Super Kapasitor Untuk Penyimpan Energi

Eka Sunitra¹, Ali Sidik², Rakiman³, Haris⁴, Yuli Yetri^{5*}

^{1,2,3}Prodi D3 Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang

^{4,5}Prodi Rekayasa Perancangan Mekanik, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang
yuliyetri@pnp.ac.id ^{5*}

Abstract

The design of a tool for printing supercapacitor electrodes has been completed. The basic material for the electrode is cocoa pod skin. The purpose of this research is to manufacture and assemble a laboratory-scale supercapacitor chip mold, which is used to facilitate the manufacture of the chip that functions as an electric current store. After the design process is complete, it is continued to manufacture supercapacitor chips using a press system. The actuator/pressurizer uses a hydraulic jack with a capacity of 50 tons, and a mold made of ST 37 and ST 60 steel. The mold is above the jack assisted by a steel frame as a pressure barrier. And a dial indicator as a marker to stop pressing by the jack. The process of making supercapacitor chip molds starts from cutting, drilling, turning, surface grinding, and welding. After the process of making components and assembling is complete, a trial of the tool is carried out to find out whether the tool works well. After a series of tests were carried out, it turned out that this pellet mold was able to print well without any cracks.

Keywords: hydraulic, dial indicator, chip, supercapacitor, cocoa

Abstrak

Telah selesai dibuat rancang bangun alat untuk mencetak elektroda superkapasitor. Bahan dasar elektroda adalah kulit buah kakao. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat dan merangkai cetakan chip superkapasitor skala labor, yang digunakan untuk mempermudah dalam pembuatan chipnya yang berfungsi sebagai penyimpan arus listrik. Setelah proses desain selesai dilanjutkan ke pembuatan chip superkapasitor menggunakan sistem press. Penggerak/ penekan menggunakan dongkrak hidrolic kapasitas 50 ton, dan cetakan dari baja ST 37 dan ST 60. Cetakan berada di atas dongkrak yang dibantu dengan rangka baja sebagai penahan tekanan. Dan dial indicator sebagai penanda berhentinya pengepressan oleh dongkrak. Proses pembuatan cetakan chip superkapasitor dimulai dari pemotongan, pengeboran, pembubutan, surface grinding, dan pengelasan. Setelah proses pembuatan komponen dan perangkaian selesai, dilakukanlah uji coba alat untuk mengetahui apakah alat bekerja dengan baik. Setelah serangkaian pengujian dilakukan, ternyata cetakan pellet ini mampu mencetakan dengan baik tanpa ada yang retak.

Kata kunci: *hidrolic, dial indicator, chip, superkapasitor, kakao*

1. Pendahuluan

Teknologi produksi dan penyimpanan energi memegang peranan penting dalam kehidupan masyarakat modern. Hampir semua kegiatan manusia membutuhkan energi. Hal ini mendorong pengembangan serta pemanfaatan energi ramah

lingkungan yang ketersediannya melimpah di alam, seperti energi matahari, biomassa, panas bumi, angin dan pasang surut air laut. Pada pemanfaatannya, tidak semua sumber-sumber energi ini ideal salah satu alasannya adalah ketersediaannya yang tidak kontinu atau tidak menentu. Matahari tidak terbit pada malam hari dan

angin tidak selalu bertiup. Mobilitas pengguna seringkali terbentur oleh ketiadaan bahan dasar, dan tempat untuk mengisi daya pada piranti portabel. Sehingga perangkat penyimpanan energi yang dapat menyimpan energi sebanyak-banyaknya dalam waktu singkat sangat diperlukan. Penyimpanan energi secara elektrokimia seperti pada baterai, sel bahan bakar, kapasitor, dan superkapasitor telah diakui merupakan bagian terpenting dari berbagai teknologi penyimpanan energi saat ini. Salah satu piranti perangkat superkapasitor adalah elektroda superkapasitor yang bahan dasarnya dari karbon aktif.

Kapasitor atau kondensator merupakan salah satu komponen penting dalam rangkaian elektronika karena berfungsi untuk menyimpan muatan listrik [1]. Kapasitor sendiri terbuat dari 2 konduktor yang dipisahkan (2 plat tidak saling terhubung) oleh udara atau bahan dielektrik seperti mika, keramik, kertas lilin, plastik atau bahan gel. Pelat tersebut akan menumpuk muatan listrik ketika terhubung ke catu daya (sumber daya). Satu lempeng mengakumulasi muatan positif dan satu lempeng lainnya akan mengakumulasi muatan negatif.

Biomassa telah banyak dikembangkan sebagai bahan dasar karbon aktif elektroda superkapasitor. Selain lebih murah dan mudah didapatkan, penggunaan biomassa juga dapat mengurangi limbah hasil produksi sehingga dapat mengurangi sampah dan pencemaran lingkungan [2]. Penelitian sebelumnya telah dilakukan dari berbagai bahan biomassa dengan masing-masing nilai kapasitansi spesifiknya yang bervariasi seperti tempurung [3], kulit buah kakao [4], cangkang kelapa [5], ampas sagu [6], cangkang durian [7], kayu karet [8], jagung [9], dan tempurung kelapa [10], membuktikan bahwa bahan biomassa cukup baik diaplikasikan sebagai elektroda superkapasitor yang biasa disebut pellet dalam proses pencetakannya.

Menurut Yuli Yetri 2020, karbon aktif kulit buah kakao sangat menjanjikan untuk dijadikan elektroda superkapasitor. Penelitian awal menunjukkan bahwa kapasitansi spesifik karbon aktif kulit buah kakao lebih tinggi dibanding karbon aktif lainnya untuk parameter yang sama [11]. Tetapi masalahnya saat pembuatan pellet sering tidak tepat waktu, karena ketidakadaan cetakan atau lama proses antri saat pencetakan pellet di tempat pencetakan, sehingga karbon aktif kulit buah kakao yang sudah ready untuk dicetak menjadi rusak karena kadaluarsa. Pada hal proses preparasinya untuk menjadi karbon aktif memakan waktu dan proses yang panjang. Oleh sebab itu diperlukan pembuatan cetakan untuk mencetak pellet. Pengerjaan awal dimulai dari proses rancangbangunnya sampai dihasilkannya cetakan yang siap untuk diujicobakan. Untuk membuat cetakan dibutuhkan proses manufaktur yang memiliki kualitas dan ketelitian produk tinggi. Jika proses pembuatan cetakan berhasil maka

pembuatan chip elektroda superkapasitor dapat direncanakan untuk skala besar dengan sistem presstool. Tujuannya agar proses pencetakan bisa berjalan lancar, dan perakitan sel superkapasitor bisa terlaksana sehingga hasilnya bisa digunakan untuk penyimpan energi.

Kulit buah kakao (*Theobroma cacao*) salah satu limbah biomass yang menjajikan untuk dijadikan sumber bahan dasar elektroda superkapasitor karena sekitar 75% dari buah kakao segar adalah limbah [12]. Buah kakao terdiri dari tiga komponen utama, yaitu kulit buah 73%, plasenta 2%, dan biji 24,2% [12, 13].

Dari data yang ada, bahwa kulit buah kakao mengandung bahan kering 69,6%, protein kasar 8%, dan serat kasar 40,1% [3]. Kandungan selulosa pada kulit buah kakao sekitar 45% berat kering, beberapa komponen lainnya yaitu terdiri dari hemiselulosa 11%, selulosa 34%, lignin 15%, dan pektin 9,6%, mineral yaitu K 3,18%, Ca 0,32% dan P 0,15% [12]. Hal tersebut membuat kulit buah kakao, berpotensi untuk dijadikan karbon aktif, yang nantinya dijadikan bahan dasar untuk membuat superkapasitor. Superkapasitor sebagai sumber energi terbarukan cukup potensial untuk dikembangkan di Indonesia, namun penggunaan secara optimal perlu diteliti dan dikembangkan agar diperoleh pemanfaatan yang maksimal.

Pembuatan Chip kapasitor ini menggunakan prinsip *Presstool (compound tool)* dengan alat cetak yang sederhana menggunakan bantuan dongkrak sebagai penekan. Ide ini diambil dari berbagai sumber salah satunya yaitu Perencanaan *Press Tool Untuk Dudukan Alat Pelubang Kertas* hasil karya dari Ardigo Putra (2017).

Nanda Ridho Putra, 2013 dalam TA berjudul Rancangbangun *Hydrolic Press Bending Tool* menggunakan lem pipa $\frac{3}{4}$ inchi dalam proses perakitan. Alat pres ini bekerja berdasarkan prinsip penekanan terhadap benda kerja. Tujuannya adalah merencanakan pembuatan *hydrolic press bending tool* yang baik dari segi desain mau pun pemilihan bahan.

Agus Suherman (2017), melakukan penelitian untuk menanggulangi *diffuser ducting manual* yang dirasa kurang efektif dan hasil yang tidak seragam seperti pada Gambar 3. Maka dibuatlah press tool sebagai pengganti dari proses manual tersebut. Metode ini memanfaatkan deformasi dari hasil penetrasi punch pada *press tool* dengan metode pengerjaan dingin. Metode ini dianggap paling efektif karena tidak memakai bahan lain yaitu hanya memanfaatkan deformasi dari material atau profil *frame ducting*. Berdasarkan masalah tersebut, maka didesain alat untuk cetakan chip superkapasitor. Dimana hasil desain ini langsung dilakukan pembuatan cetakannya. Cetakan ini nantinya digunakan untuk mencetak chip atau pellet

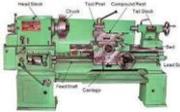
untuk menunjang pembuatan sel superkapasitor yang akan digunakan untuk menyimpan energi dari karbon aktif kulit buah kakao (*Theobroma cacao*).

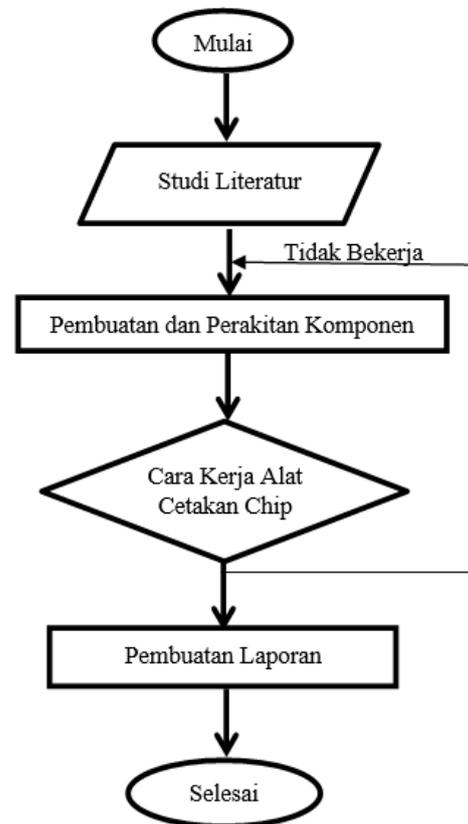
2. Metode Penelitian

Penelitian ini diawali dengan pembuatan desain untuk cetakan, kemudian diikuti dengan mempersiapkan bahan dan alat yang diperlukan untuk pembuatannya. Pembuatan alat dilakukan di bengkel Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang. Penggunaan alat dan bahan dalam penelitian ini dibedakan atas peralatan utama, yang terdiri atas mesin konvensional, alat-alat perkakas dan alat ukur. Sedangkan rangkaian kegiatan dalam pembuatan alat ini dapat dilihat diagram alir pada Gambar 1.

Peralatan perkakas yang digunakan adalah: Penggores, Penitik, Palu, Ragum, Kikir, Jangka Sorong, Mistar Baja, Siku Baja, Sarung Tangan, Kaca Mata Pelindung. Kemudian mesin yang dibutuhkan untuk proses pembuatan cetakan chip kapasitor adalah Las Listrik, Mesin Gerinda Potong, Mesin Gerinda Permukaan (Surface Grinding), Mesin Gerinda Tangan, Mesin Bubut, Milling/Frais, dan Mesin Bor Vertical, seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Mesin-mesin yang dipergunakan untuk membuat alat chip superkapasitor

No	Peralatan	Gambar
1	Mesin Las Listrik	
2	Mesin Gerinda Potong	
3	Surface grinding	
4	Mesin Gerinda Tangan	
5	Mesin Bubut	
6	Mesin Milling/Frais	



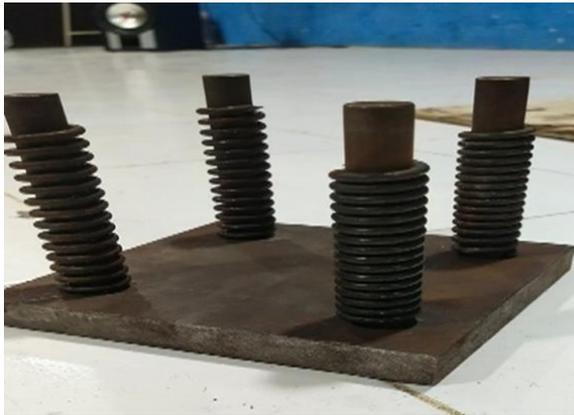
Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Cetakan Chip Kapasitor

2.1. Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan cetakan chip kapasitor antara lain: 30 mm baja ST-37, 20 mm baja ST-37, besi As T540 penyangga 600 mm, pegas atau spring 4 buah, dongkrak 50 Ton, dan 100 cm as besi S45C diameter 20 mm. Sedangkan tahapan pekerjaan yang dilakukan untuk menyelesaikan pembuatan cetakan Chip/Tablet kapasitor secara profesional dapat dilihat Diagram Alir pada Gambar 1.

3. Hasil dan Pembahasan

Besi penahan terpasang pada plat bawah lalu pasang pegas/spring yang telah disediakan. Kemudian dipasangkan/dimasukan ke bagian batang besi penahan plat, seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Pemasangan Pegas Stripper Pada Besi Penahan (Stripper Bolt)

Setelah pemasangan (Stripper bolt) pada bagian batang penahan plat selanjutnya pemasangan plat atas yang dilas dengan batang penekan pada batang penahan, yang dapat dilihat pada Gambar 3. Setelah batang penekan dipasangkan dilanjutkan dengan pemasangan plat atas pada batang besi penahan.



Gambar 3. Pemasangan Plat Penekan (Punch)

Setelah penggabungan semua komponen selesai, dilanjutkan dengan meletakkan besi cetakan yang sengaja dibuat agar memudahkan mengangkat atau memindahkan cetakan chip/tablet kapasitor setelah pecetakan dilakukan untuk mengambil hasil dari cetakan yang berbentuk chip/tablet.

Hasil desain dan pembuatan cetakan seperti pada Gambar 4. Hasil penggabungan antara cetakan dan rangka cetakan beserta dongkrak sebagai komponen penggerak, dapat dilihat pada Gambar 5.

2. Cetakan Chip Kapasitor

1	Plat Atas	1	ST 37	px 150mm, lx 150mm, tx 20mm	Dibuat
1	Plat Bawah	2	ST 37	px 150mm, lx 150mm, tx 20mm	Dibuat
1	Dies / Cetakan	3	ST 37	px 75mm, lx 75mm, tx 33mm	Dibuat
1	Punch / Penekan	4	SC45C ST60	px 60mm, dx 16mm	Dibuat
4	Pilar / Besi Penahan	5	TS40	px 120mm, dx 15,8mm	Dibuat
4	Spring / Pegas	6	KODE W417	px80mm dx 16mm	Standar
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
I	II	III	Perubahan :		
Assembly Cetakan Chip Kapasitor					Proyeksl
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang					Skala 1 : 2 Digambar Diperiksa Disetujui
					DIII/TME18/TA21/A4

a



b

Gambar 4. a. Assembly Cetakan
 b. Cetakan Chip Kapasitor



Gambar 5. Pemasangan Komponen Pembantu dan Alat Cetakan.

3.1. Cara Kerja Alat

Cara kerja alat cetakan chip/tablet kapasitor adalah: pertama dilakukan setting terhadap dial indikator yang dilihat dari titik nol. Kemudian dilanjutkan dengan memasukkan karbon aktif kulit kakao serbuk sebagai material ke dalam cetakan. Setelah material masuk kebagian cetakan dilanjutkan dengan menekan dongkrak sampai dial indikator menyentuh bagian plat yang telah disetting untuk mengetahui ketebalan Chip. Chip/Tablet kapasitor telah selesai sebelum mengambil chip tersebut dongkrak haruslah diturunkan sampai seperti semula. Selanjutnya cetakan bisa ditarik keluar untuk mengambil hasil cetakan yaitu chip/tablet kapasitor.

Kesimpulan

1. Telah selesai dibuat alat cetakan chip/tablet kapasitor, dengan bagian rangka menggunakan baja ST 37, cetakan chip kapasitor terbuat dari bahan TS 40, plat atas dan plat bawah dan dies (cetakan) dari baja ST 37. Untuk penekannya menggunakan dongkrak 50 Ton berbahan standar pabrik.
2. Cara kerja alat cetakan chip / tablet kapasitor yang pertama ialah dilakukannya setting terhadap dial indikator yang dilihat dari titik nol, kemudian dilanjutkan dengan memasukkan karbon aktif kulit kakao yang berbentuk serbuk ke dalam cetakan. Setelah cetakan penuh dilanjutkan dengan menekan dongkrak sampai dial indikator menyentuh

bagian plat yang telah disetting untuk mengetahui ketebalan Chip. Lalu cetakan bisa ditarik keluar untuk mengambil hasil cetakan yaitu chip / tablet kapasitor.

Daftar Rujukan

- [1] Jian, X. Liu, S. Gao, Y. Tian, W. Jiang, Z. Xiao, X. Tang, H. and Yin, L., Carbon-Based Electrode Materials for Supercapacitor: Progress, Challenges and Prospective Solutions, *Jurnal of Electrical Engineering*, Vol. 4, No. 2, pp. 75–87, 2016.
- [2] Inagaki, M. Konno, H. dan Tanaike, O., Carbon Materials for Electrochemical Capacitors, *Journal of Power Sources*, Vol. 195, No. 24, Elsevier, pp.7880–7903, 2010.
- [3] Wati, G.A. Rohmawati, L. dan Putri, N.P., Kapasitansi Elektroda Supercapacitor Dari Tempurung Kelapa, *Jurnal Fisika Unesa*, Vol. 4, No. 1, pp. 6–9, 2015.
- [4] Yetri, Y. Mursida. Dahlan, D. Taer, E. Agustino. dan Muldarisnur, Identification of Cacao Peels Potential as A Basic of Electrodes Environmental Friendly Supercapacitors, *Key Engineering Materials*, Vol. 846, pp. 274–281, 2020.
- [5] Aziz, H. Tetra, O.N., Alif, A. dan Perdana, Y.A., Performance Karbon Aktif Dari Limbah Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Elektroda Supercapacitor, *Jurnal Zarah*, Vol. 5, No. 2, pp. 1–6, 2017.
- [6] Afrianda, A. Erman, T. dan Taslim, R., Pemanfaatan Ampas Sagu Sebagai Elektroda Karbon Supercapacitor, *Jurnal Komunikasi Fisika Indonesia*, pp. 1119–1124, 2017.
- [7] Febriyanto, P. Jerry, J. Satria, A.W. dan Devianto, H., Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Aktif Berbahan Baku Limbah Kulit Durian Sebagai Elektroda Supercapacitor, *Jurnal Integrasi Proses*, Vol. 8, No. 1, pp. 19–25, 2019.
- [8] Sugeng, Fabrikasi dan karakterisasi nanopartikel platinum pada elektroda karbon dari bahan serbuk kayu karet sebagai bahan sel superkapasitor. Skripsi Jurusan Fisika FMIPA Universitas Riau, Pekanbaru, 2010.
- [9] Suhendra, D., dan Gunawan, R.E. Penggunaan Arang Aktif dari Bahan Jagung Menggunakan Aktivator Asam Sulfat dan Penggunaannya pada Penjerapan ion Tembaga (II). *Makar Sains*, pp. 22–26, 2010.
- [10] Nurdiansah, H dan Susanti, D. Pengaruh Variasi Temperatur Karbonisasi dan Temperatur Aktivasi Fisika dari Elektroda Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Tempurung Kluwak Terhadap Nilai Kapasitansi Electric Double Layer Capacitor (EDLC), *Jurnal Teknik Pomits*, pp. 2337–3539, 2013.
- [11] Dahlan, D. Sartika, N. Astuti. Namigo, E.L. dan Taer, E., Effect of TiO₂ on duck eggshell membrane as separators in supercapacitor applications. *Materials Science Forum*, Vol. 827, pp.151–155, 2015.
- [12] Yetri, Y. Gunawarman. Emriadi. dan Jamarun, N., Theobroma cacao Peel Extract as the Eco-Friendly Corrosion Inhibitor for Mild Steel, *Corrosion Inhibitors, Principles and Recent Applications*, pp. 202–223, 2018.
- [13] Agus Suherman, and Agus Sentana, DS and Bukti Tarigan, DS, Pembuatan PressTool Diffuser Ducting Sebagai Solusi Peningkatan Produktifitas Di Industri Kecil Menengah (IKM). Skripsi, Fakultas Teknik Unpas, 2017.

- [14] Ardigo Putra, Perencanaan Press Tool untuk Kedudukan Alat Pelubang kertas, Tugas Akhir, Politeknik Negeri Padang, 2017.
- [15] Nando Ridho Putra, Rancangbangun hydrolic press bending Tool klem pipa 3/4 inchi, Tugas Akhir, Politeknik Negeri Padang, 2013.
- [16] Harsini, T. dan Susilowati., Pemanfaatan Kulit Buah Kakao Dari Limbah Perkebunan Kakao Sebagai Bahan Baku Pulp Dengan Proses Organosolv, Envirotek : Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan, Vol. 2, No. 2, pp. 80-89, 2010.