

Pembuatan Alat Uji Kompresi Cangkir Plastik Menggunakan *Load cell* dengan Penguat HX711 dan Akuisisi Data dengan *Arduino Data Logger*

Martinus¹, AYT Panuju¹, A Riszal¹, Y Burhanuddin¹, S Harun¹, F Irawan¹, MA Muhammad²

¹Jurusan Teknik Mesin, Universitas Lampung,

²Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung

Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

E-mail: martinus@eng.unila.ac.id

Abstrak

Pemakaian plastik sebagai wadah minuman tidak dapat dihindari karena harganya yang murah dan banyak kelebihannya, di antaranya ringan, praktis, tahan karat, dan mudah didapatkan. Salah satu aspek syarat mutu yang harus diperhatikan dalam pembuatan cangkir menurut Standar Nasional Indonesia (2004) yaitu uji kompresi. Kekuatan kompresi adalah penentu ketahanan cangkir terhadap suatu beban yang akan diterima hingga mencapai perubahan bentuk. Alat uji kompresi cangkir menjadi penting untuk dibangun dan dipergunakan untuk mengetahui kekuatan cangkir terhadap beban yang diterima. Hal ini akan menjadi dasar bagi uji kualitas berbagai cangkir plastik atau gelas plastik yang ada di pasaran. Alat uji dibuat dengan menggunakan penekan manual dengan mekanisme engkol dan sekrup dengan sensor gaya *load cell* serta akuisisi data menggunakan *data logger* berbasis *Arduino*. Alat uji dapat berfungsi dengan baik dari pengujian dan kalibrasi yang dilakukan. Hasil uji yang dilakukan pada ketiga merek minuman dalam kemasan didapatkan bahwa cangkir plastik dengan merek *Tripanca* lebih baik dari merek *Teh Gelas* dan merek *Great*. Merek *Tripanca* memiliki tahanan kompresi sebesar 1,65 kgf, sementara tahanan kompresi merek *Teh Gelas* hanya 1,36 kgf serta tahanan kompresi minuman kemasan Merek *Great* hanya 1,27 kgf.

Kata kunci: Alat uji kompresi, cangkir plastik, *load cell*, *data logger*

PENDAHULUAN

Pemakaian plastik sebagai wadah minuman tidak dapat dihindari karena harganya yang murah dan banyak kelebihannya (Husaina et al., 2015), di antaranya ringan, praktis, tahan karat, dan mudah didapatkan (Haque, 1999). Plastik merupakan salah satu jenis makro molekul yang dibentuk dengan proses polimerisasi. Proses pembentukan plastik sendiri sudah dikuasai dan diproduksi secara massive sejak tahun 1930an (Andrady & Neal, 2009).

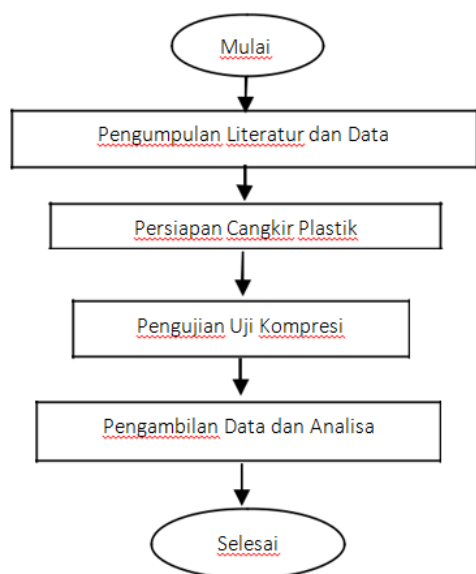
Salah satu aspek syarat mutu yang harus diperhatikan dalam pembuatan cangkir menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 12-4259-2004, Gelas Plastik untuk Air Minum dalam Kemasan.) yaitu uji kompresi. Kekuatan kompresi adalah penentu ketahanan cangkir terhadap suatu beban yang akan diterima hingga mencapai perubahan bentuk. Alat uji kompresi cangkir menjadi penting untuk dibangun. Alat uji kompresi dipergunakan untuk mengetahui kekuatan cangkir terhadap beban yang diterima. Hal ini akan menjadi dasar bagi uji kualitas berbagai cangkir yang ada di pasaran. Penelitian terkait pengujian uji kompresi atau uji tekan sudah dilakukan oleh banyak peneliti. Setiawan et al., (2021) melakukan karakterisasi untuk gelas bioplastik dimana salah satu uji merupakan uji kompresi pada gelas tersebut. Djamil et al., (2020) melakukan uji tekan pada komposit bambu sebagai pengganti kayu, hal ini dilakukan untuk membandingkan kualitas bambu dan kayu. Uji kompresi pada beton sendiri sudah dibakukan dalam (ASTM C39/C39M, 2003), uji ini menjadi salah satu uji kualitas pada beton. Dan, Masengere & Mushiri (2018) merancang alat press cangkir

kertas dilapis dengan HDPE (High Density Poly Ethylene). Namun, uji kompresi spesifik untuk cangkir plastik atau gelas plastik belum pernah dilakukan di Indonesia sebelumnya. Riset ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat uji kompresi cangkir menggunakan microcontroller *Arduino Uno* dan menggunakan sensor *load cell* dengan kapasitas 5kg.

Uji kompresi pada dasarnya adalah uji tekan sampai pada batas rusak sebuah benda (Pascua et al., 2020). Uji kompresi digunakan untuk mengetahui kekuatan cangkir plastik terhadap beban makanan atau minuman yang ditaruh di dalam cangkir itu sendiri. Tahanan kompresi yang dihasilkan dapat menjadi acuan ketika produk minuman dalam kemasan cangkir plastik disusun tumpuk dan akan kuat ditumpuk sampai berapa lapis. Tahanan kompresi sangat bergantung dari material plastik yang digunakan (jenis plastik, ketebalan), struktur cangkir plastik, ketebalan dan lebar lid, dan ketebalan dan lebar base cangkir plastik.

METODOLOGI

Adapun alur penelitian yang dilakukan akan dijabarkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Desain dilakukan dengan menggunakan software CAD dan dimensi alat uji disesuaikan dengan cangkir plastik yang beredar di masyarakat. Kalibrasi dilakukan pada sensor gaya berupa *load cell* dengan mengukur gaya berat dengan menggunakan beban standar 1kg yang telah diukur menggunakan instrumen lain yang sudah distandarisasi.

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam proses pembuatan alat uji kompresi cangkir adalah sebagai berikut:

- Mesin las
- Mesin bor
- Mesin gerinda
- Alat ukur panjang

Bahan yang digunakan dalam proses pembuatan alat uji kompresi adalah sebagai berikut:

- Besi siku
- Baut as drat
- Cangkir plastik
- Load Cell
- Microcontroller arduino uno
- SD Card Shield

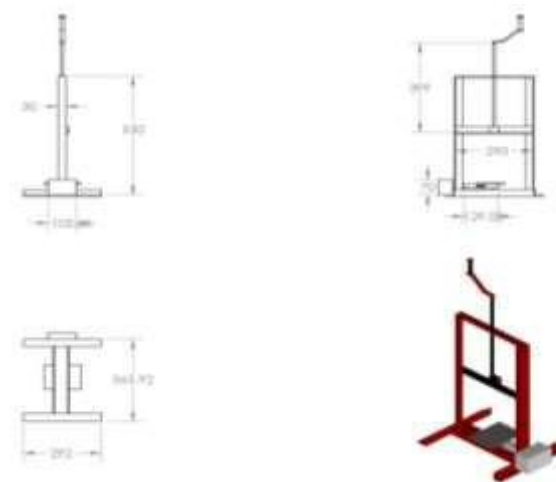
HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain rangka dibuat sesederhana mungkin agar dapat direplikasi dengan mudah. Sistem uji menggunakan penekan manual yang dikendalikan oleh operator dengan pencatatan data tekan secara otomatis menggunakan data logger. *Data logger* dikendalikan oleh sebuah *microcontroller* di mana data diperlihatkan pada layar LCD dan disimpan pada kartu *memory* dengan tipe micro SD yang terpasang

3.1 Pembuatan Alat Uji

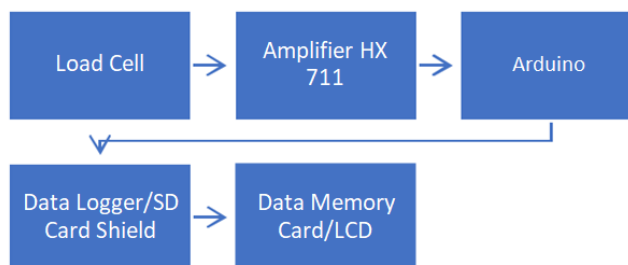
Berikut pada gambar diperlihatkan desain rangka yang dipilih cukup tinggi untuk mengakomodir cangkir plastik yang tinggi contohnya cangkir plastik untuk kemasan *Bubble Tea* atau *Boba*. Total tinggi bidang kerja alat uji ini adalah 48 cm

dengan as penekan sepanjang 39,9 cm. Untuk menjaga kestabilan alat uji maka tapak dari alat uji ini dibuat cukup luas sebesar 29,2 cm x 36,6 cm.



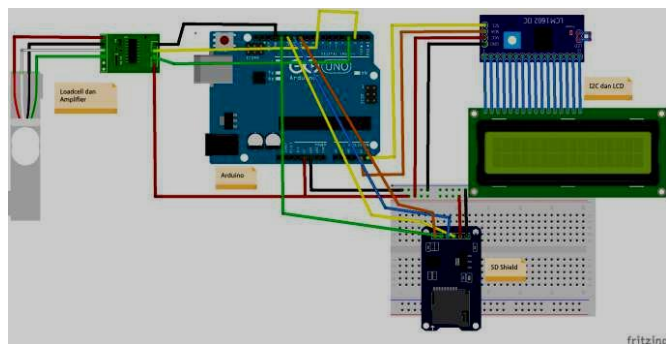
Gambar 2. Desain Rangka Alat Uji

Sistem akuisisi data dibuat agar data bisa diambil secara otomatis per 100ms. Data ini kemudian disimpan pada sebuah kartu *memory* dengan tipe micro SD. Data yang tersimpan di kartu *memory* ini kemudian dapat dengan mudah diambil dan dianalisis. Data tidak perlu dicatat secara manual. Pencatatan data secara manual akan membuat sampel data yang diambil tidak bisa banyak dan rentan kesalahan manusia (*human error*) (Achcha, 2021). Pada gambar di bawah ini diperlihatkan alur sinyal data dari *load cell* sampai disimpan pada kartu *memory*.



Gambar 3. Desain Akuisisi Data Alat Uji

Desain perangkat keras *Data Logger* berbasis *Arduino* dapat dilihat pada gambar di bawah ini. LCD yang digunakan menggunakan IC I2C untuk menghemat jumlah koneksi dan membuat jalur data ke LCD menjadi sederhana. I2C terhubung dengan pin A0 dan A1 pada *Arduino*. Micro SD card shield menggunakan protokol SPI dan terhubung pada pin 10,11,12, dan 13 pada *Arduino*. Sementara itu *load cell* terhubung dengan amplifier dan amplifier terhubung dengan pin 2 dan pin 3 pada *Arduino*. Masing-masing *peripheral* terhubung juga dengan *power supply* 5v dan *ground*.



Gambar 4. Desain Koneksi *Arduino* dan *Peripheral* Lainnya Menggunakan *Fritzing*

Implementasi dari desain yang dilakukan dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Fabrikasi yang dilakukan cukup akurat. Penekanan dilakukan secara manual dengan menggunakan mekanisme engkol dan sekrup. Mekanisme engkol dan sekrup menempel pada dua buah *slider* dengan empat titik koneksi ke mekanisme engkol dan sekrup. Hal ini dimaksudkan agar jalannya penekan bisa ajeg dan tegak lurus ke benda uji.



Gambar 5. Implementasi Alat uji (Keterangan: 1.penekan, 2.meja uji, 3.*load cell*, dan 4. Kotak berisi (*amplifier-kontroler-datalogger-lcd*))

Proses uji dan kalibrasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Pada proses uji cangkir plastik, cangkir akan ditekan dengan menggunakan mekanisme engkol dan sekrup, gaya tekanan akan diteruskan menuju *load cell* dan direkam. Pada uji kalibrasi gaya tekanan dari engkol digantikan beban standar dengan massa sebesar 1kg yang ditaruh pada meja uji untuk menekan *load cell* dengan gaya sebesar 1kgf.

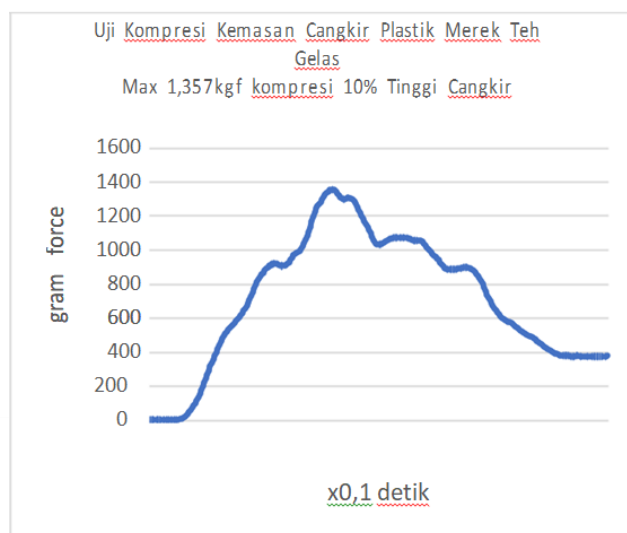


Gambar 6. Kondisi Pengujian Cangkir Plastik

Kalibrasi dilakukan untuk membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur dengan nilai yang sudah diketahui besaran yang diukur dalam kondisi tertentu. Kalibrasi yang akan dilakukan dengan meletakkan beban seberat 1 kg di atas *load cell* selama 20 detik dan dilakukan sebanyak 10 kali. Hasil kalibrasi yang dilakukan menunjukkan pengukuran *load cell* memiliki ketelitian sebesar + 1 gram, di mana error maksimum yang didapatkan adalah 1 gram dari beban kontrol sebesar 1kg. Sehingga, data yang diambil pada pengujian akan memiliki ketelitian sebesar + 1 gram.

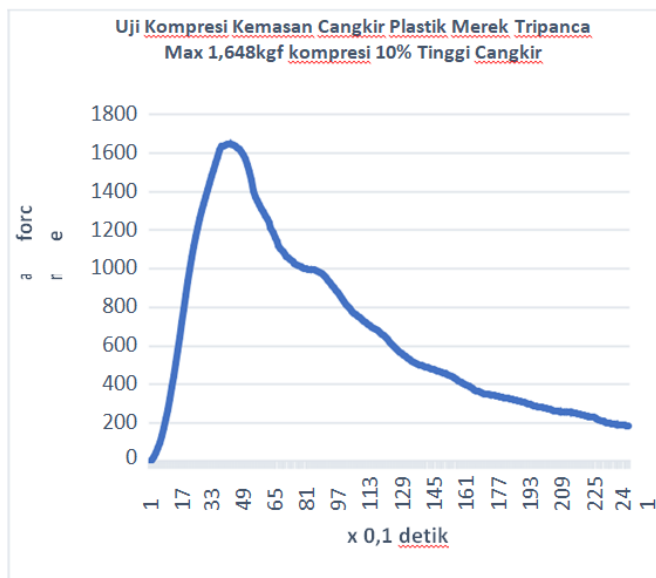
3.2. Pengujian 3 Merek Minuman dalam Kemasan Cangkir Plastik

Alat uji kemudian digunakan untuk menguji kuat tahan kompresi bagi beberapa minuman dalam kemasan plastik yang beredar di masyarakat Lampung. Ada tiga minuman dalam kemasan plastik yang dipilih yaitu minuman air mineral dalam kemasan cangkir plastik merek Great dan Tripanca serta minuman teh dalam kemasan cangkir plastik dengan merek Teh Gelas. Pengujian kemudian dilakukan untuk tiga merek minuman dalam kemasan cangkir plastik. Hasil uji dari ketiga merek tersebut dapat dilihat pada tiga buah grafik di bawah ini.



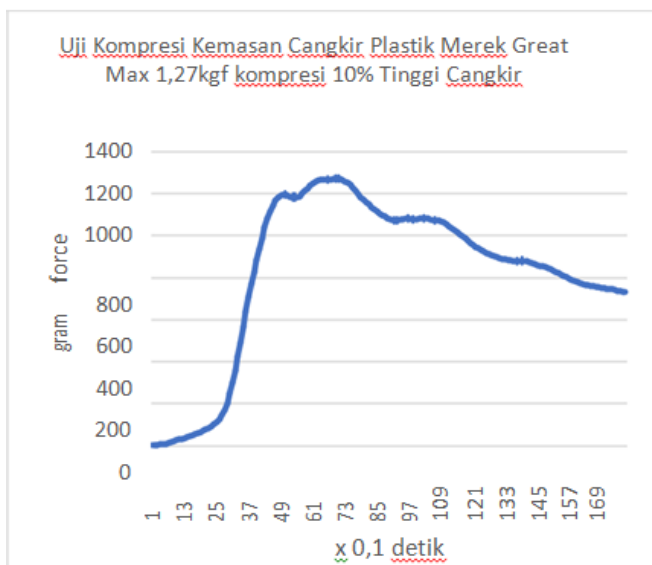
Gambar 7. Uji Kompresi Kemasan Cangkir Plastik Merek Teh Gelas

Hasil yang didapatkan untuk cangkir plastik merek Teh Gelas dengan tahanan kompresi maksimal 1,36 kgf. Dengan tahanan kompresi sebesar ini maka apabila berat total minuman kemasan adalah 250 gram, maka kemasan bermerek Teh Gelas hanya boleh ditumpuk sebanyak lima tumpuk.



Gambar 8. Uji Kompresi Kemasan Cangkir Plastik Merek Tripanca

Hasil yang didapatkan untuk cangkir plastik merek Tripanca dengan tahanan kompresi maksimal 1,65 kgf. Dengan tahanan kompresi sebesar ini maka apabila berat total minuman kemasan adalah 250 gram, maka kemasan bermerek Tripanca bisa ditumpuk sebanyak enam tumpuk.



Gambar 9. Uji Kompresi Kemasan Cangkir Plastik Merek Great

Hasil yang didapatkan untuk cangkir plastik merek Great dengan tahanan kompresi maksimal 1,27 kgf. Dengan tahanan

kompresi sebesar ini maka apabila berat total minuman kemasan adalah 250 gram, maka kemasan bermerek Great hanya bisa ditumpuk sebanyak lima tumpuk.

Alat uji dapat berfungsi dengan baik dari pengujian dan kalibrasi yang dilakukan. Hasil uji yang dilakukan pada ketiga merek minuman dalam kemasan didapatkan bahwa cangkir plastik dengan merek Tripanca lebih baik dari merek Teh Gelas dan merek Great. Merek Tripanca memiliki tahanan kompresi sebesar 1,65 kgf, sementara tahanan kompresi merek Teh Gelas hanya 1,36 kgf serta tahanan kompresi minuman kemasan Merek Great hanya 1,27 kgf.

KESIMPULAN

Alat uji kompresi cangkir plastik sudah berhasil dibuat dan dapat berfungsi dengan baik. Hasil uji dari tiga jenis kemasan cangkir plastik komersial didapatkan cangkir plastik dengan merek Tripanca lebih baik dari merek Teh Gelas dan merek Great. Merek Tripanca memiliki tahanan kompresi sebesar 1,65 kgf, sementara tahanan kompresi merek Teh Gelas hanya 1,36 kgf serta tahanan kompresi minuman kemasan merek Great hanya 1,27 kgf.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achcha, V. (2021) Arduino Based Data Logger For Environmental Monitoring. *SSRN Electronic Journal*.
- [2] Andrady, A.L. & Neal, M.A. (2009) Applications and societal benefits of plastics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526): 1977–1984.
- [3] ASTM C39/C39M (2003) Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens *ASTM Standard Book*, i(March): 1–5.
- [4] Djamil, S., Suardana, N.P.G., Irawan, A.P., Sugita, I.K.G., Lubis S.Y. & Dicky, T. (2020) Bamboo composite compressive strength with three layer configuration. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1007(1).
- [5] Haque, D.R. (1999) Plastics: Wonde Material in Trouble. *Paradigm*, 3: 160–163.
- [6] Husaina, I., Alalyanib, M. & Hanga, A.H. (2015) Disposable plastic food container and its impacts on health. *The Journal of Energy and Environmental Science*, 130(12): 618–623.
- [7] Masengere, K.N. & Mushiri, T. (2018) Design for manufacture and assembly of a paper cup making machine in a developing nation. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 2018-March: 1908–1922.
- [8] Pascua, A., Pascua, M.L. & Peralta, E. (2020) Compression Damage Threshold Of Young Coconut (*Cocos nucifera* L.) at Two Maturity Stages. *International Journal of Engineering Technologies and Management Research*, 5: 8–19.
- [9] Setiawan, A., Andi, R. & Wiyono, E. (2021) Karakterisasi Gelas Bioplastik Berbasis Pati Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) dengan Penambahan Serbuk Sabut Kelapa. 7(1): 91–107.

- [10] SNI 12-4259-2004 (2004) Gelas Plastik untuk Air Minum dalam kemasan.