

**RANCANG BANGUN ALAT UJI TEKAN DAN PENGUJIAN BATA  
RINGAN CLC DENGAN AKUISISI DATA BERBASIS IoT  
MENGUNAKAN BLYNK**

**(Skripsi)**

**Oleh:**

**FLAVIO FIGO  
NPM 2015021004**



**PROGRAM SARJANA TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

## ABSTRAK

# RANCANG BANGUN ALAT UJI TEKAN DAN PENGUJIAN BATA RINGAN CLC DENGAN AKUISISI DATA BERBASIS IoT MENGGUNAKAN BLYNK

Oleh:

**FLAVIO FIGO**

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat uji tekan bata ringan CLC dengan akuisisi data berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan aplikasi Blynk. Sistem ini terdiri dari load cell, sensor displacement, dan modul HX711 yang terhubung dengan mikrokontroler Arduino serta modul komunikasi ESP-01 untuk memungkinkan pemantauan dan pengendalian jarak jauh melalui aplikasi Blynk. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi akurasi dan keandalan alat dalam mengukur kekuatan tekan bata ringan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat yang dirancang memiliki tingkat akurasi yang memadai dalam mengukur kekuatan tekan sesuai dengan standar pengujian yang berlaku. Rangka alat terbukti memiliki ketahanan yang baik selama pengujian berulang tanpa mengalami gangguan. Integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak menunjukkan performa yang stabil, memungkinkan pengambilan data yang konsisten dan real-time. Selain itu, konektivitas dengan aplikasi Blynk memberikan kemudahan dalam pemantauan data dan kontrol sistem, sehingga meningkatkan efisiensi proses pengujian. Dengan hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa alat uji tekan bata ringan CLC yang dirancang dalam penelitian ini memiliki keandalan yang tinggi dan dapat digunakan sebagai alternatif dalam pengujian material konstruksi.

**Kata Kunci:** Alat uji tekan, bata ringan CLC, Internet of Things (IoT), Blynk, Akuisisi Data.

## **Abstract**

### **DESIGN AND DEVELOPMENT OF A COMPRESSION TESTING DEVICE AND TESTING OF CLC LIGHTWEIGHT BRICKS WITH IoT-BASED DATA ACQUISITION USING BLYNK.**

**By:**

**FLAVIO FIGO**

This research aims to design and develop a compression testing device for lightweight CLC bricks with data acquisition based on the Internet of Things (IoT) using the Blynk application. The system consists of a load cell, displacement sensor, and HX711 module connected to an Arduino microcontroller and an ESP-01 communication module, enabling remote monitoring and control through the Blynk application. Testing was conducted to evaluate the accuracy and reliability of the device in measuring the compressive strength of lightweight bricks. The test results show that the designed device has an adequate level of accuracy in measuring compressive strength according to applicable testing standards. The device frame has proven to have good durability during repeated testing without experiencing any disruptions. The integration of hardware and software demonstrates stable performance, allowing consistent and real-time data acquisition. Moreover, connectivity with the Blynk application provides ease in data monitoring and system control, thereby improving testing efficiency. Based on the obtained results, it can be concluded that the compression testing device for lightweight CLC bricks designed in this research has high reliability and can be used as an alternative in construction material testing. The implementation of IoT technology in this system offers advantages in terms of efficient data acquisition, ease of monitoring, and increased productivity in material testing.

**Keywords:** Compression testing device, lightweight CLC bricks, Internet of Things (IoT), Blynk, data acquisition.

**RANCANG BANGUN ALAT UJI TEKAN DAN PENGUJIAN BATA  
RINGAN CLC DENGAN AKUISISI DATA BERBASIS IoT  
MENGUNAKAN BLYNK**

**Oleh:**

**FLAVIO FIGO**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Pada**

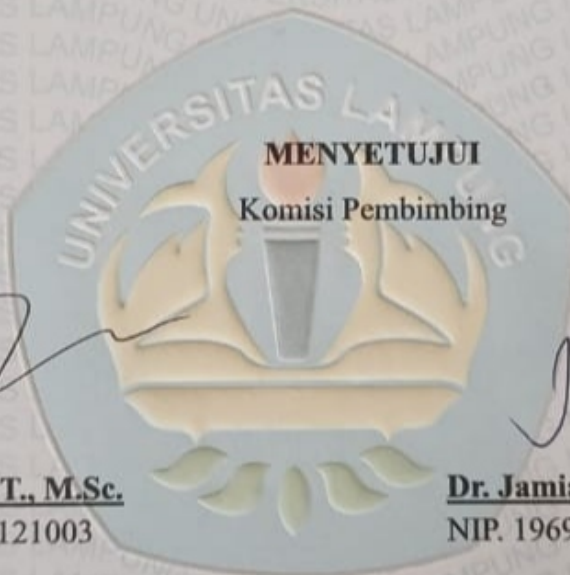
**Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**PROGRAM SARJANA TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN ALAT UJI TEKAN  
DAN PENGUJIAN BATA RINGAN CLC  
DENGAN AKUISISI DATA BERBASIS IoT  
MENGUNAKAN BLYNK**

Nama Mahasiswa : Flavio Figo  
Nomor Pokok Mahasiswa : 2015021004  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik



Dr. Ir. Martinus, S.T., M.Sc.  
NIP. 197908212003121003

Dr. Jamiatul Akmal, S. T., M. T.  
NIP. 196908011999031002

Ketua Jurusan  
Teknik Mesin

Ketua Program Studi  
S1 Teknik Mesin

Prof. Ir. Gusri Akhyar Ibrahim, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP. 197108171998021003

Dr. Ir. Martinus, S.T., M.Sc.  
NIP. 197908212003121003

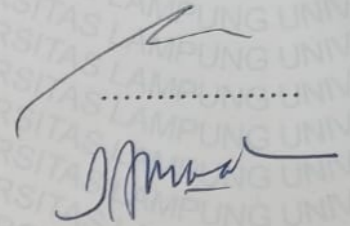
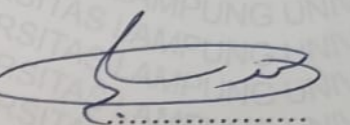
## MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Ir. Martinus, S. T., M.Sc.

Anggota Penguji : Dr. Jamiatul Akmal, S. T., M. T

Penguji Utama : Akhmad Riszal , S.Pd., M.Eng.

.....  
  
.....  
  
.....

2. Dekan Fakultas Teknik



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 9 Desember 2024

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Flavio Figo  
Nomor Pokok Mahasiswa : 2015021004  
Program Studi : S1 Teknik Mesin  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik

Skripsi dengan judul “RANCANG BANGUN ALAT UJI TEKAN DAN PENGUJIAN BATA RINGAN CLC DENGAN AKUISISI DATA BERBASIS IoT MENGGUNAKAN BLYNK” dibuat sendiri oleh penulis dan bukan merupakan hasil plagiat siapapun sebagaimana diatur didalam Pasal 27 Peraturan Akademik Universitas Lampung dengan Surat Keputusan Rektor Nomor 3187/H26/DT/2010.

Bandar Lampung, 20 Januari 2025

Pembuat Pernyataan



**FLAVIO FIGO**

NPM. 2015021004

## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Flavio Figo, lahir di kota Metro, pada 21 Juli 2002. Penulis merupakan anak pertama dari 2 bersaudara dari pasangan Bapak Ery Ujianto dan Ibu Sulistyawati. Penulis menyelesaikan jenjang pendidikan sekolah dasar di SDN 2 Pratama Mandira (2014), sekolah menengah pertama di SMPN 1 Tulang Bawang Tengan (2017), dan sekolah menengah atas di SMAN 2 Tumijajar (2020).

Pada 2020 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi S1 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi (SNMPTN). Selama masa studi penulis mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM) Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Penulis juga mengikuti Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Mahasiswa Pecinta Alam (Mapala) Universitas Lampung. Penulis mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada Januari 2023 di Desa Triharjo, Kec. Merbau Mataram, Kab. Lampung Selatan. Penulis mengikuti Kerja Praktik (KP) di PT. GGP pada Juli-Agustus 2023..



## **MOTTO**

*"Janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah."*

**(QS. Az-Zumar: 53)**

"Jangan tunggu dunia menunggu. Jangan tunggu dunia setuju."

**(Baskara Putra)**

## **PERSEMBAHAN**

Kupersembahkan sebuah karya yang penuh perjuangan untuk kedua orang tua tercinta bapak (Ery Ujianto) dan ibu (Sulistyawati) yang telah membesarkan, memberikan kasih sayang yang paling tulus, senantiasa mendoakan anaknya, membimbing dan mengajari dengan cinta dan kesabaran.

Keluarga besar dan sahabat-sahabat untuk semua doa, dukungan, dan kasih sayangnya.

Seluruh guru dan dosen ucapan terimakasih untuk segala ilmu yang telah diberikan.

Serta

Almamater tercinta yang telah turut dalam membentuk pribadi menjadi lebih dewasa dalam berpikir, berucap dan bertindak

## SANWACANA

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas segala berkat dan rahmat yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

Skripsi ini berjudul **“Rancang Bangun Alat Uji Tekan dan pengujian Bata Ringan CLC dengan Akuisisi Data Berbasis IoT Menggunakan Blynk”**. Semua sumber yang dirangkum dan dijadikan sebagai acuan dalam penyusunan skripsi ini yaitu berasal dari buku yang berkaitan dengan tema, jurnal dan prosiding nasional maupun internasional serta Tugas Akhir Mahasiswa dari seluruh kampus yang ada di Indonesia. Hasil dari penelitian disajikan secara terstruktur didalam skripsi ini sehingga para pembaca dapat memahaminya dengan mudah.

Dalam penulisan skripsi ini penulis banyak mendapat bimbingan, masukan, motivasi dan juga bantuan baik itu secara moral maupun materi dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M. selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Prof. Ir. Gusri Akhyar Ibrahim, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.

4. Dr. Ir. Martinus, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program studi Sarjana S1 Teknik Mesin Universitas Lampung.
5. Dr. Ir. Martinus, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga, ide pemikiran dan semangat yang telah diberikan untuk membimbing penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Dr. Jamiatul Akmal, S. T., M. T. selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu, memberikan saran dan masukan sehingga skripsi ini menjadi lebih baik.
7. Akhmad Riszal, S.Pd., M.Eng. selaku dosen pembahas yang telah meluangkan waktu, tenaga, serta memberikan saran, kritikan dan masukan kepada penulis sehingga skripsi ini menjadi lebih baik.
8. Seluruh dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung, berkat ilmu yang telah diajarkan kepada penulis selama penulis menjalani masa studi di perkuliahan.
9. Staf Akademik serta staf Laboratorium yang telah banyak membantu penulis.
10. Kedua orang tua tercinta Bapak Ery Ujjianto dan Ibu Sulistyawati yang telah memberikan dukungan penuh, do'a, materi, dan kesabaran sepanjang penulis menjalani studi sampai dapat menyelesaikan skripsi.
11. Keluarga besar yang selalu memberikan dukungan dan semangat yang luar biasa.
12. Semua member lakh lhey crew yang selama ini berperan penting dalam proses kehidupan kampus.
13. Semua rekan Teknik Mesin Universitas Lampung khususnya angkatan 2020 untuk kebersamaan yang telah dijalani, "**Salam M Solver**".
14. Pemiliki NPM 2053053046 yang selalu memberikan doa, dukungan, semangat, motivasi dan juga selalu menemani dalam menyelesaikan skripsi ini.
15. Dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, namun Penulis berharap agar skripsi yang sederhana ini dapat memberi inspirasi dan berguna bagi semua kalangan civitas akademik maupun masyarakat Indonesia. Aamiin.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Bandar Lampung, 9 Desember 2024

Penulis,

**Flavio Figo**

NPM. 2015021004

## DAFTAR ISI

<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	3
1.3. Hipotesis.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Sistematika Penulisan.....	4
1.5.1. Pendahuluan.....	4
1.5.2. Tinjauan Pustaka .....	4
1.5.3. Metodologi.....	5
1.5.4. Hasil dan Pembahasan .....	5
1.5.5. Kesimpulan dan Saran .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1. Bata Ringan CLC .....	6
2.2. Bahan Pembentuk Bata Ringan.....	7
2.3. Proses Pembuatan Bata Ringan <i>Celullar Ligethtweight Concrete</i> (CLC)...	9
2.4. Karakteristik Bata Ringan CLC .....	9
2.5. Rancang Bangun .....	10
2.6. Alat Uji Tekan .....	13
2.7. <i>Load cell</i> .....	14
2.8. <i>Displacement</i> .....	16
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>18</b>
3.1. Waktu dan Tempat.....	18
3.2. Diagram Alir Penelitian.....	19

3.3. Pembuatan Benda Uji.....	21
3.4. Rancang Bangun Alat Uji Tekan .....	23
3.5. Sistem Akuisisi Data .....	31
3.6. Sistem IoT pada Alat Uji Tekan Bata Ringan CLC.....	34
3.6.1. Pengaturan Blynk.....	35
3.6.2. Pengaturan Arduino.....	36
3.6.3. Komunikasi Serial.....	37
3.7. Rancangan Grafik Beban Tekan Terhadap <i>Displacement</i> Bata Ringan CLC .....	38
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>40</b>
4.1. Hasil dan Pembahasan.....	40
4.1.1. Kalibrasi Alat Uji .....	41
4.1.2. Pemasangan Sensor-sensor .....	43
4.1.3. Komunikasi Serial Arduino-Esp 01 .....	46
4.1.4. Pengujian dan Integrasi dengan Blynk.....	47
4.1.5. Pengolahan Data Hasil Pengujian dari Sensor <i>Load cell</i> .....	49
4.1.6. Pengolahan Data Hasil Pengujian Dari Sensor <i>Displacement</i> .....	51
<b>V. PENUTUP.....</b>	<b>56</b>
5.1. Kesimpulan .....	56
5.2. Saran.....	57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bata Ringan CLC .....	6
Gambar 2.2 Foaming Agent .....	8
Gambar 2.3 Alat Uji Tekan .....	13
Gambar 2.4 Sensor <i>Load cell</i> .....	15
Gambar 3.1 Gambar Konsep Alat Uji Tekan Pertama .....	25
Gambar 3.2 Gambar Konsep Alat Uji Tekan Kedua .....	26
Gambar 3.3 Gambar Konsep Alat Uji Tekan Ketiga .....	26
Gambar 3.4 Desain Alat Uji Tekan Bata Ringan CLC .....	29
Gambar 3.5 Posisi <i>Load cell</i> pada Alat Uji Tekan .....	32
Gambar 4.1 Program Kalibrasi .....	41
Gambar 4. 2 Grafik Kalibrasi .....	42
Gambar 4.3 Sensor Displacement (Potensiometer) .....	44
Gambar 4.4 Rangkaian Pembacaan Data dari Sensor .....	45
Gambar 4.5 <i>Circuit Diagram</i> Rangkaian Pembacaan Sensor .....	45
Gambar 4.6 Proses pengujian Alat Uji Tekan Bata Ringan CLC .....	46
Gambar 4.7 Kode Program Pembacaan Alat Uji .....	47
Gambar 4.8 Tampilan pada Aplikasi Blynk .....	48
Gambar 4.9 Grafik Beban Tekan Bata Ringan CLC .....	50
Gambar 4.10 Grafik Displacement Dalam Rentang Waktu Tertentu .....	52
Gambar 4.11 Grafik Uji Tekan Bata Ringan CLC .....	54



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jadwal Kegiatan Penelitian .....	18
Tabel 2. Komposisi Variasi Campuran Bata Ringan .....	22
Tabel 3. Tabel Morfologi.....	25
Tabel 4. Evaluasi penilaian konsep alat uji tekan bata ringan CLC .....	27
Tabel 5. Kalibrasi Alat Uji .....	42
Tabel 6. Data Hasil Stabilitas Alat Uji Tekan.....	43
Tabel 7. Data Hasil Uji Kuat Tekan .....	49
Tabel 8. Data Hasil Uji <i>Displacement</i> .....	51



## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pada zaman modern ini, pembangunan konstruksi gedung di kota-kota besar berkembang begitu pesat. Bangunan gedung terdiri dari atap, dinding, dan juga lantai. Dinding yang biasa di gunakan dalam pembuatan yaitu bata beton, bata merah dan bata ringan. Bata beton dan bata merah saat ini mulai tergantikan dengan adanya bata ringan yang lebih ramah lingkungan. Bata ringan yang dikenal saat ini yaitu jenis *autoclaved aerated concrete* (AAC) dan *cellular lightweight concrete* (CLC). Keduanya didasarkan pada gagasan yang sama, yaitu dibuat dengan menambahkan gelembung udara ke dalam mortar sehingga akan mengurangi berat beton yang dihasilkan secara drastis (Anam dan Sugiyanto, 2022).

Bata Ringan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) telah menjadi salah satu bahan bangunan yang semakin populer digunakan. Bata ringan CLC ditandai dengan sifat-sifatnya yang ringan, isolasi termal yang baik, dan kemampuan struktural yang memadai. Oleh karena itu, penggunaannya telah mendapatkan perhatian yang signifikan dalam pembangunan gedung dan infrastruktur. Bata ringan CLC ini mengurangi beban struktural dan meningkatkan efisiensi energi. Kualitas dan kekuatan bata ringan CLC sangat penting dalam memastikan keamanan dan keberlangsungan proyek konstruksi.

Penggunaan bata ringan dalam berbagai proyek konstruksi, termasuk rumah dan bangunan lainnya, semakin populer di masyarakat kita. Bata ringan memiliki sejumlah kelebihan yang membuatnya menjadi pilihan yang menarik. Pertama, bata

ringan memiliki bentuk, ukuran, dan kualitas yang seragam, sehingga hasilnya adalah dinding yang rapi dan estetik. Selain itu, penggunaan bata ringan dapat menghemat perekat karena bata ini tidak memerlukan lapisan plesteran yang tebal. Bata Ringan secara umum memiliki keunggulan yaitu densitasnya yang kecil dapat mengurangi beban mati struktur sehingga dapat pula memperkecil ukuran elemen struktur, biaya pembuatan dan operasional yang kecil, peredam panas yang baik, awet, bentuknya seragam, mengurangi penyerapan, tahan api dan mengurangi resiko kerusakan akibat gempa. Keuntungan lainnya adalah waktu pelaksanaan yang lebih cepat daripada pemakaian bata biasa. Selain itu, karena struktur bata ringan yang kuat, plesteran yang diperlukan biasanya lebih tipis, hanya sekitar 2,5 cm. Bata ringan juga memiliki sifat kedap suara dan kedap air, mengurangi risiko rembesan air, dan menawarkan ketahanan yang baik terhadap gempa bumi karena kuat terhadap tekanan tinggi. Dengan semua kelebihan ini, penggunaan bata ringan menjadi alternatif menarik dalam konstruksi bangunan modern sehingga kecil kemungkinan terjadinya rembesan air (Kaselle, 2020).

Ada banyak penelitian penelitian tentang bata ringan, guna memaksimalkan dan memperoleh hasil terbaik dari teknologi bata ringan. Berdasarkan penelitian sebelumnya dengan menggantikan semen dengan menggunakan abu ampas tebu, namun dalam penelitiannya masih banyak mempunyai kekurangan yaitu densitas bata ringan yang terbentuk masih terlalu besar yaitu 1014–1037 kg/m<sup>3</sup>. Dan berdasarkan penelitian (Absar, 2016) tentang penelitian produk bata ringan AAC dengan menggunakan simulasi jaringan syaraf tiruan, perlu dibuktikan dengan adanya penelitian secara eksperimen dengan melakukan fabrikasi bata ringan, dikarenakan penelitian secara simulasi dilakukan dengan asumsi keadaan yang ideal tanpa adanya faktor eksternal. Maka dari itu perlu adanya penelitian secara nyata untuk memperoleh formulasi komposisi bahan penyusun bata ringan terbaik dengan densitas sesuai batas bata ringan standar.

Untuk mengukur kekuatan bata ringan CLC, salah satu pengujian yang umum dilakukan adalah pengujian tekan. Pengujian tekan ini membantu dalam menentukan daya tahan dan performa bata ringan CLC terhadap beban tekanan

yang diberikan. Namun, dalam praktiknya pengujian tekan bata ringan CLC seringkali melibatkan peralatan yang sederhana dan pengukuran manual. Proses ini dapat menghasilkan ketidakpastian dalam pengukuran dan memerlukan waktu yang cukup lama. Proses pengujian sudah termasuk dalam proses produksi suatu industri, tetapi umumnya ada industri yang masih menggunakan jasa pengujian diluar dari perusahaannya untuk menguji hasil produknya agar mendapat suatu label berstandar khusus, seperti SNI, ASTM, JIS, dan lain sebagainya.

Alat uji adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengujian kekuatan pada suatu bahan atau material. Saat ini ada banyak perusahaan industri yang sedang tumbuh pesat. Banyaknya industri ini tentu akan membuat persaingan antar industri semakin sengit, dimana setiap industri harus mempunyai kelebihan di banding industri-industri lain dalam bidang mutu kualitas produknya. Pengujian suatu produk hasil industri membutuhkan biaya yang mahal, sehingga tidak semua perusahaan industri menguji produknya. Produk bata ringan CLC yang ada di pasaran tidak semua telah lulus uji bahkan mungkin tidak diuji. Bata ringan CLC yang dibeli akan digunakan untuk membuat suatu alat yang membutuhkan perhitungan kekuatan tertentu (Fais dan Ningsih, 2022).

Berdasarkan kasus diatas membuat suatu pemikiran untuk membuat alat uji yang bersifat sederhana dan mudah dioperasikan. Alat uji yang dibuat yaitu alat uji tekan dengan kapasitas tertentu untuk memenuhi uji tekan bata ringan CLC itu sendiri. Alat uji tekan ini dapat mengetahui kekuatan tekan dari bata ringan kususnya CLC yang sedang diproduksi. Dengan adanya alat uji tekan ini dapat membantu mahasiswa untuk melakukan proses pengujian secara mandiri (Pentura dkk., 2023)

## **1.2. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini yaitu mendapatkan alat uji tekan dengan sistem akuisisi data untuk bata ringan CLC.

## **1.3. Hipotesis**

Penulis memiliki hipotesa pada kajian penelitian ini. Hipotesis dalam penelitian ini penulis memiliki hipotesis sebagai berikut:

1. Hasil pengujian menggunakan alat uji tekan yang dibangun akan menunjukkan variasi yang signifikan dalam kekuatan tekan bata ringan CLC tergantung pada komposisi dan faktor-faktor lainnya.
2. Penggunaan alat uji tekan ini oleh industri konstruksi akan membantu meningkatkan kualitas bata ringan CLC yang mereka produksi.
3. Internet of Things (IoT) mempermudah pembacaan data pada alat uji tekan ini.

#### **1.4. Batasan Masalah**

Penulis dengan melihat permasalahan yang terjadi. Kajian dalam penelitian ini penulis membatasi masalah sebagai berikut:

1. Penulis hanya melakukan perhitungan nilai daya tekan bata ringan dengan menggunakan eksperimen dan analitik.
2. Jenis bata ringan yang digunakan merupakan bata ringan CLC biasa dan bata ringan CLC dengan kombinasi serat bambu.
3. Penelitian tidak akan mencakup rancangan alat uji untuk pengujian parameter lain pada bata ringan CLC.
4. IoT pada alat uji hanya sebatas pembacaan data pada alat uji tekan
5. Software yang digunakan untuk pembacaan data hanya Arduino IDE dan Blynk

#### **1.5. Sistematika Penulisan**

Isi dari laporan Tugas Akhir ini terdiri dari beberapa bagian bab dengan substansi yang beragam antara lain:

##### **1.5.1. Pendahuluan**

Pada bagian ini dijelaskan secara singkat latar belakang dilakukannya penelitian. Kemudian dijelaskan pula secara singkat mengenai metode yang akan digunakan dan batasannya. Dibutuhkan wawasan yang dalam mengenai rancang bangun alat uji tekan dan sistem akuisisi data. Memfokuskan penelitian, penelitian ini ditekankan pada beberapa pokok subjek yang terdapat pada batasan masalah.

##### **1.5.2. Tinjauan Pustaka**

Berisi tentang teori dasar yang digunakan untuk dapat melakukan penelitian. Bagian ini berisi teori yang paling berkaitan dengan penelitian, diantaranya seperti penjelasan mengenai bata ringan CLC, karakteristik bata ringan CLC, bahan pembuat bata ringan CLC, penjelasan mengenai uji tekan, penjelasan mengenai alat uji tekan, dan penjelasan mengenai rancang bangun alat uji tekan.

### **1.5.3. Metodologi**

Pada bagian ini dijabarkan tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan hasil penelitian. Termasuk di dalamnya adalah agenda dan rancangan waktu penelitian. Kemudian dipaparkan mengenai pembuatan benda uji bata ringan CLC termasuk alat dan bahan. Selanjutnya yaitu melakukan perancangan alat uji tekan bata ringan clc yang dimulai dari rancangan konsep, rancangan body sampai dengan akuisisi data yang dilakukan menggunakan beberapa *software* dan *hardware* seperti arduino IDE, Blynk, ESP 01, HX711 dan lainnya.

### **1.5.4. Hasil dan Pembahasan**

Hasil penelitian dijabarkan pada bab ini yang diawali dengan penjabaran hasil dan dilanjutkan dengan pembahasan hasil yang telah didapatkan. Bagian ini menjelaskan mengenai perancangan komponen-komponen yang dibutuhkan untuk merangkai alat uji tekan menjadi kesatuan yang utuh dan dapat dilakukan pengujian terhadap alat tersebut. Dalam penjabaran pembahasan didapatkan data berupa pemograman yang akan digunakan dalam sistem akuisisi data pada alat uji tekan bata ringan CLC. Selain itu didapatkan grafik hasil uji tekan dengan beberapa parameter yang dilakukan menggunakan alat uji tekan bata ringan CLC tersebut. Kemudian didapatkan juga gambar teknik dari alat uji tekan bata ringan CLC tersebut.

### **1.5.5. Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan yang didapatkan kemudian dituliskan pada bagian ini secara ringkas dan jelas. Kemudian dilanjutkan dengan saran untuk kelanjutan penelitian ini...

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Bata Ringan CLC

Bata ringan adalah beton yang memakai agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alam sebagai pengganti agregat halus dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m<sup>3</sup>. Bata ringan *Celular Lightweight Cbridgeoncrete* (CLC) merupakan beton selular (berpori) yang mengalami proses *curing* secara alami. CLC adalah beton konvensional yang mana agregat kasar (kerikil) digantikan oleh udara, dalam prosesnya menggunakan busa organik yang sangat stabil dan tidak ada reaksi kimia ketika proses pencampuran adonan, *foam* atau busa berfungsi sebagai media untuk membungkus udara (Eban dkk., 2018). Gambar 2.1 merupakan contoh bata ringan CLC yang ada dipasaran.



Gambar 2.1 Bata Ringan CLC

(Sumber: Tjakra & Malingkas, 2020)

Apabila nilai kuat tekan bata ringan CLC semakin tinggi maka kinerja bata ringan semakin bagus. Dan apabila nilai densitas dan serapan air semakin rendah maka



nilai kinerja bata ringan tersebut semakin bagus. Atau dengan kata lain kinerja bata ringan berbanding lurus dengan kuat tekan bata ringan dan berbanding terbalik dengan densitas serta berbanding terbalik juga dengan serapan air. Kinerja terpadu bata ringan CLC dapat diketahui dengan nilai kuat tekan dibagi dengan nilai berat volume dikali nilai serapan air.

## **2.2. Bahan Pembentuk Bata Ringan**

Bahan pembentuk bata ringan terdiri dari berbagai macam material. Salah satu bahan dari bata ringan yang paling utama adalah semen. Semen adalah bahan yang mempunyai sifat adhesif maupun kohesif, yaitu sebagai bahan. Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Terdapat dua macam semen, yaitu semen non-hidrolis adalah semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras didalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara, dan semen hidrolis adalah semen yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air.

Selain semen bata ringan juga dilengkapi oleh bahan tambahan yaitu pasir. Pasir merupakan salah satu bahan campuran yang penting dalam pembuatan bata ringan, pasir merupakan agregat halus yang proses sejarahnya terbentuknya berasal dari peristiwa geologi yaitu proses beku, sedimen, dan metamorf. Setelah pasir bahan tambahan yaitu air dan *foam agent*. Air merupakan salah satu bahan penting dalam campuran bata ringan karena tanpa air maka pengikatan reaksi kimiawi antara material penyusun bata ringan antara semen, pasir dan bahan tambahan tidak dapat terjadi. Bahan pembentuk yang menjadikan bata ringan berbeda dengan bata pada umumnya adalah *foaming agent*.



Gambar 2.2 *Foaming Agent*

(Sumber: Vijayalakshmi & Ramanagopal, 2020)

Gambar 2.2 merupakan *foaming agent* yang merupakan zat dengan fungsi memperbesar volume bata beton ringan tanpa menambahkan berat dari bata ringan itu sendiri. *Foaming agent* digunakan sebagai pengembang karena ketika dicampurkan dengan campuran yang lainnya menjadi bata ringan lalu *foaming agent* bereaksi dengan kalsium hidrosida atau kapur non aktif dengan air dan membentuk hidrogen gas hidrogen mengembang dan melipatkan volume campuran untuk bata ringan dengan menciptakan gelembung hingga diameter lebih dari 1/8 inchi (Arita dkk., 2017). Oleh karena itu berat bangunan akan lebih ringan jika menggunakan bata ringan sebagai material terutama pada bangunan tinggi sehingga beban yang dipikul pondasi akan lebih berkurang (Riadi dkk., 2021).

Dalam industri pembuatan bata ringan, salah satu persoalan yang dihadapi adalah menemukan mix design yang tepat sehingga menghasilkan bata ringan yang bermutu. Oleh karena itu perlu dilakukan studi rancang campur untuk memperoleh kekuatan tekan bata ringan yang maksimal. Studi rancang campur yang dimaksud antara lain merupakan faktor air semen (FAS) dan faktor air *foam agent* (FAF) Faktor air semen merupakan hal terpenting dalam pembentukan beton biasa maupun bata ringan. Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan bata ringan dan faktor air *foam agent* merupakan perbandingan antara volume air dan volume *foam agent* yang digunakan dalam pembuatan *foam*. Pada bata ringan biasa, jika faktor air

semen tinggi maka dapat menghasilkan bata ringan dengan kuat tekan yang rendah (Pah dkk., 2022).

### **2.3. Proses Pembuatan Bata Ringan *Cellular Ligethtweight Concrete* (CLC)**

Proses dalam pembuatan bata ringan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) antara lain :

1. Semen, pasir, dan air di masukan ke dalam mixer hingga campuran merata.
2. Busa yang dihasilkan dari *foam generator* di masukan ke dalam campuran mixer, hingga campuran merata.
3. Setelah campuran merata, adonan tersebut dituang ke dalam cetakan bata ringan.
4. Cetakan dibuka setelah  $\pm$  12 jam.
5. Setelah cetakan dibuka, bata ringan disimpan di tempat yang tidak terkena sinar matahari langsung.
6. Bata ringan disiram selama 10 hari.
7. Hari ke-11 sampai hari ke-20 bata disimpan di tempat yang teduh.
8. Setelah 20 hari, bata ringan siap untuk dijual.

### **2.4. Karakteristik Bata Ringan CLC**

Bata ringan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) adalah jenis bahan konstruksi yang memiliki karakteristik fisik dan mekanik yang khas. Dalam konteks ini, akan dibahas beberapa aspek penting dari karakteristik ini:

- a. Kekuatan Tekan: Salah satu karakteristik paling penting dari bata ringan CLC adalah kekuatan tekan. Kekuatan tekan paling sering digunakan untuk pengujian beton. Pada pengujian kekuatan tekan beton terdapat kurva tegangan-regangan.
- b. Densitas: Densitas bata ringan CLC memainkan peran penting dalam sifat mekanik dan isolasi termalnya. Diskusikan bagaimana densitas dapat mempengaruhi kinerja bata ringan CLC dalam situasi konstruksi tertentu.
- c. Kekuatan Isolasi Termal: Bata ringan CLC dikenal memiliki sifat isolasi termal yang baik. Tinjau bagaimana karakteristik fisik bata ringan CLC berkontribusi

pada isolasi termalnya dan mengapa ini penting dalam konstruksi yang efisien energi.

- d. Kekuatan Tarik dan Kekakuan: Selain kekuatan tekan, karakteristik mekanik seperti kekuatan tarik dan kekakuan juga relevan. Bata ringan CLC memiliki sifat mekanik yang unik, dan pemahaman yang mendalam tentang hal ini diperlukan untuk memahami bagaimana bata ringan CLC berperilaku dalam situasi beban dinamis atau pengujian.
- e. Durabilitas: Selain karakteristik kekuatan, faktor-faktor seperti ketahanan terhadap cuaca dan perubahan lingkungan juga relevan. Tinjauan pustaka dapat mencakup bagaimana bata ringan CLC mempertahankan integritasnya dalam jangka waktu yang panjang dan dalam berbagai kondisi lingkungan.

## 2.5. Rancang Bangun

Rancang bangun adalah suatu pendekatan sistematis untuk menciptakan, mengembangkan, dan merancang komponen, mesin, atau sistem mekanis. Ini melibatkan perencanaan, perancangan, dan pemodelan komponen yang dapat memenuhi kebutuhan tertentu, termasuk performa, keandalan, efisiensi, dan keamanan. Proses rancang bangun mencakup pemilihan materi, pemilihan metode pembuatan, analisis struktural, serta pemahaman mendalam tentang prinsip-prinsip mekanik dan termodinamika yang relevan. Salah satu hal yang harus diperhatikan dalam rancang bangun adalah desain alat. Desain alat biasanya dilakukan dengan menggunakan *software* seperti *solidworks* (Putra dkk., 2022)

Rancang bangun juga mencakup uji coba, pengujian, dan iterasi untuk memastikan bahwa solusi yang dirancang memenuhi standar kualitas dan spesifikasi yang telah ditentukan. Ini berlaku untuk berbagai aplikasi, mulai dari mesin industri, kendaraan, hingga perangkat mekanis mikro. Dalam esensi, rancang bangun adalah inti dari pengembangan dan inovasi perangkat mekanis yang memajukan berbagai industri, membantu efisiensi, dan memastikan bahwa peralatan mekanis memenuhi standar keamanan serta kinerja yang ditetapkan. Agar dapat memenuhi kriteria tertentu, diperlukan seleksi komponen yang akan membentuk satu sistem alat uji (Khoirul Huda & Setia Aji, 2018).

Uji tekan merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kekuatan tekan dari suatu bahan atau material. Kekuatan tekan adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan suatu material hancur bila diberi beban dengan gaya tekan tertentu. Kekuatan tekan dapat diukur dengan memasukkannya ke dalam kurva tegangan-regangan dari data yang didapatkan dari mesin uji. Beberapa bahan akan patah pada batas tekan, beberapa mengalami deformasi yang tidak dapat dikembalikan. Deformasi tertentu dapat dianggap sebagai batas kekuatan tekan, meski belum patah secara keseluruhan, terutama pada bahan yang tidak dapat kembali ke kondisi semula (*irreversible*). Tujuan dari pengujian kuat tekan adalah untuk mengetahui kekuatan benda uji terhadap gaya tekan. Kuat tekan benda uji mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur, semakin tinggi kuat tekan maka semakin tinggi kekuatan struktur dan mutu benda uji yang dihasilkan (Hardagung dkk., 2014).

Untuk mengetahui kekuatan tekan bata ringan dilakukan pemeriksaan uji kuat tekan dengan menggunakan Kekuatan tekan dapat diukur dengan menggunakan mesin uji tekan (*Compression Testing Machine*). Pada mesin uji tekan, sampel diletakkan dan diberikan beban sampai benda hancur, yaitu pada saat beban maksimum bekerja. Untuk menghitung besarnya nilai kuat tekan dapat dihitung secara matematis dengan menggunakan persamaan 2 berikut (Hunggurami dkk., 2014) :

$$F_c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:  $F_c$  = Kuat tekan (N/mm<sup>2</sup>)

$P$  = Gaya tekan maksimum (N)

$A$  = Luas penampang sampel (mm<sup>2</sup>)

Secara teoritis faktor – faktor yang mempengaruhi hasil uji kuat tekan bata ringan meliputi.

1. Pasta semen
2. Volume rongga
3. Agregat
4. Interface (hubungan antara pasta semen dengan agregat)

Uji tekan banyak digunakan untuk menguji material yang akan diproduksi contohnya yaitu bata ringan. Uji tekan pada bata ringan sangat penting karena memberikan informasi kritis tentang sifat mekanik dan kinerja material tersebut. Beberapa alasan mengapa perlu dilakukan uji tekan pada bata ringan antara lain yaitu untuk penilaian kekuatan struktural. Uji tekan membantu dalam menentukan kekuatan tekan maksimal dari bata ringan. Informasi ini penting untuk menilai apakah bata ringan memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan beban struktural yang diberikan, seperti beban lantai atau beban atap.

Selain itu uji tekan bata ringan juga diperlukan untuk perancangan struktur. Data kekuatan tekan dari uji membantu insinyur struktural dalam merancang struktur yang melibatkan penggunaan bata ringan. Hal ini memastikan bahwa struktur memenuhi persyaratan keamanan dan daya tahan yang diperlukan. Uji tekan juga dapat memberikan petunjuk tentang kualitas bata ringan itu sendiri. Hasil yang baik pada uji tekan menunjukkan bahwa bata ringan diproduksi dengan baik dan memiliki daya tahan yang memadai. Kemudian pada tingkat produksi, uji tekan digunakan untuk mengontrol kualitas bata ringan. Ini membantu produsen untuk memastikan bahwa setiap batch produksi memenuhi standar yang ditetapkan.

Data hasil uji tekan membantu arsitek dan insinyur dalam memilih bahan yang tepat untuk proyek konstruksi. Dengan mengetahui kekuatan tekan bata ringan, mereka dapat memutuskan apakah bahan tersebut sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi proyek. Hasil uji tekan juga dapat memberikan kontribusi pada pembaruan standar dan peraturan terkait dengan penggunaan bata ringan dalam konstruksi. Ini dapat membantu meningkatkan keamanan dan efisiensi dalam penggunaan bata ringan.

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang menyimpulkan bahwa bata ringan memiliki kekuatan tekan yang dipengaruhi oleh perbedaan jenis pasir yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pasir jenis kuarsa menghasilkan kekuatan tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan pasir jenis woro. Ditemukan bahwa komposisi optimal untuk campuran semen, pasir, *foaming agent*, dan air mencakup penambahan variasi *foaming agent*

sebanyak 0,6 lt/m<sup>3</sup>, dengan rincian semen 6,2 kg, pasir 12,3 kg, air 3,1 kg, dan *foaming agent* 8 ml.

## 2.6. Alat Uji Tekan

Uji tekan adalah suatu alat uji mekanik yang berguna untuk mengukur dan mengetahui kekuatan benda terhadap gaya tekan. Alat ini digunakan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tekan dengan memberikan gaya tekan kepada bahan uji.



Gambar 2.3 Alat Uji Tekan

(Sumber: Matmey & Bahar, 2022)

Gambar 2.3 merupakan proses pengujian kuat tekan uniaksial terhadap salah satu sampel yang dilakukan pada alat kompresi, sampel tersebut kemudian diberikan tegangan dengan satuan kN (kilo Newton) dan saat proses penekanan terbentuk rekahan-rekahan pada sampel yang diuji kemudian pada tekanan tertentu menentukan nilai kuat tekan sesuai hasil akhir berupa hancurnya sampel tersebut.

Alat uji tekan bata ringan merupakan suatu perangkat esensial dalam industri konstruksi yang dirancang khusus untuk mengukur kekuatan tekan dan daya tahan bata ringan. Bata ringan, dengan karakteristik kelebihan berat yang rendah dan kemampuan isolasi termal yang baik, sering digunakan dalam berbagai proyek konstruksi. Alat ini bekerja dengan memberikan beban tekan secara bertahap pada

sampel bata ringan, dan selama proses tersebut, parameter seperti kuat tekan dan modulus elastisitas diukur dengan cermat. Hasil pengujian ini memberikan wawasan mendalam tentang performa material konstruksi tersebut, memastikan bahwa bata ringan yang digunakan memenuhi standar keamanan dan kinerja yang ditetapkan. Proses pengujian menggunakan alat uji tekan bata ringan bukan hanya tentang menilai kekuatan material tersebut, tetapi juga membantu mendeteksi potensi cacat produksi.

## 2.7. *Load cell*

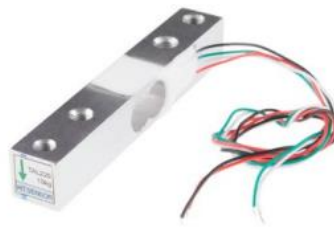
*Load cell* adalah alat electromekanik yang biasa disebut transduser. *Load cell* merupakan sebuah sensor yang memiliki tingkat presisi relatif tinggi yang mampu mengubah tekanan menjadi sinyal elektrik. Sebuah tingkat keakuratan atau kepresisian pembacaan dari sensor *load cell* tidak lepas dari pengaruh komponen elektronik dan desain mekanik, dimana komponen elektronik digunakan sebagai pengendali dan pengkalkulasi pembacaan dari sensor. *Load cell* digunakan untuk mengukur gaya atau berat dan mengubahnya menjadi sinyal (Saputra dkk., 2022)

*Load cell* terdiri dari strain gauge yang mengukur perubahan regangan pada material akibat gaya yang bekerja, dan menghasilkan sinyal listrik sebagai output. *Load cell* merupakan komponen utama pada sistem timbangan digital dan dapat digunakan untuk mengukur berbagai jenis beban. Selain itu, *load cell* perlu dikalibrasi untuk memastikan tingkat keakuratannya. Prinsip kerja *load cell* didasarkan pada jembatan *wheatstone*, di mana perubahan resistansi pada strain gauge dikonversi menjadi sinyal listrik

Tingkat keakuratan timbangan bergantung dari jenis *load cell* yang dipakai. Sensor *load cell* apabila diberi beban pada inti besi maka nilai resistansi di strain gauge-nya akan berubah yang dikeluarkan melalui empat buah kabel. Dua kabel sebagai eksitasi dan dua kabel lainnya sebagai sinyal keluaran ke kontrolnya. Pada Gambar 2.4 berikut memperlihatkan salah satu jenis sensor *load cell* (Debriand dkk., 2016)



*Load cell* memiliki banyak kegunaan dalam industri, terutama dalam pengukuran berat dan gaya. *Load cell* umumnya digunakan sebagai komponen utama pada sistem timbangan digital dan dapat diaplikasikan pada jembatan timbangan yang digunakan untuk mengukur berat kendaraan, pada mesin pengemasan untuk mengukur berat produk, pada mesin produksi untuk mengukur tekanan dan gaya, dan pada mesin pengangkat untuk mengukur beban yang diangkat.



Gambar 2.4 Sensor *Load cell*

(Sumber: Debriand dkk., 2016)

Gambar 2.4 merupakan Sensor *load cell* tipe *Quarter Bridge*. Sensor ini merupakan sensor yang menggunakan prinsip kerja jembatan *wheatstone*. Yang membedakan *load cell Quarter Bridge* dengan sensor *load cell* lainnya adalah jumlah strain gauge yang terpasang pada sensor. Pada sensor *load cell Quarter Bridge* ini hanya terpasang satu strain gauge pada R4. Berikut adalah beberapa poin penting terkait dengan *load cell* quarter bridge:

1. *Quarter Bridge Configuration*: *Quarter bridge* menggunakan hanya satu strain gauge yang ditempatkan pada satu sisi dari *load cell beam*. Terdapat tiga konfigurasi utama dalam *quarter bridge*: *quarter bridge active* (*strain gauge* diaktifkan saat beban diterapkan), *quarter bridge passive* (*strain gauge* dalam keadaan tidak aktif saat beban diterapkan), dan *quarter bridge temperature-compensated* (memiliki elemen kompensasi suhu).
2. *Wheatstone Bridge*: *Quarter bridge* bekerja dengan prinsip *Wheatstone Bridge*, di mana perubahan resistansi pada strain gauge diukur sebagai perubahan tegangan keluaran. Pada *quarter bridge*, hanya satu resistansi yang berubah (*strain gauge*), sedangkan tiga resistansi lainnya tetap konstan.

3. *Output Voltage*: Perubahan tegangan pada keluaran *Wheatstone Bridge* dapat diukur dengan menggunakan instrumen pengukur tegangan (voltmeter). Perubahan tegangan ini proporsional dengan perubahan resistansi pada strain gauge, yang pada gilirannya berkaitan dengan beban yang diterapkan pada *load cell*.

Sensor ini memiliki keuntungan dan kekurangan didalamnya. Keuntungan dari konfigurasi *quarter bridge* termasuk desain yang sederhana dan ekonomis. Kekurangan utama sensor ini yaitu sensitivitas yang rendah terhadap perubahan resistansi dan perubahan suhu. Oleh karena itu, *quarter bridge* sering memerlukan teknik kompensasi suhu tambahan. *Load cell quarter bridge* umumnya digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan pemantauan beban atau gaya secara sederhana, dan di mana kompleksitas dan biaya harus diminimalkan. Pemahaman yang baik tentang karakteristik dan kebutuhan aplikasi adalah kunci dalam pemilihan dan penggunaan jenis *load cell* ini.

*Load cell* memiliki banyak kegunaan dalam industri, terutama dalam pengukuran berat dan gaya. *Load cell* umumnya digunakan sebagai komponen utama pada sistem timbangan digital dan dapat diaplikasikan pada jembatan timbangan yang digunakan untuk mengukur berat kendaraan, pada mesin pengemasan untuk mengukur berat produk, pada mesin produksi untuk mengukur tekanan dan gaya, dan pada mesin pengangkat untuk mengukur beban yang diangkat.

## 2.8. *Displacement*

*Displacement* mengacu pada perubahan posisi suatu benda selama proses kompresi atau tekan. Pada uji tekan, ini dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh benda tersebut bergerak atau berubah posisinya ketika diberi tekanan. Pengukuran *displacement* membantu memahami deformasi yang terjadi pada benda selama uji tekan. Nilai *displacement* dapat diperoleh dari perbedaan posisi awal dan posisi akhir benda setelah diberi beban. Sementara itu, beban adalah tekanan atau gaya yang diberikan pada benda selama uji tekan. Hal ini untuk mengetahui seberapa

besar beban yang dapat ditahan oleh benda sebelum mengalami kegagalan (misalnya patah atau runtuh).

Pengukuran beban membantu kita memahami kekuatan benda dan batas toleransinya. Dalam analisis uji tekan, akan diperhatikan hubungan antara beban dan *displacement*. Grafik beban versus *displacement* (dikenal sebagai kurva beban-*displacement*) memberikan informasi tentang sifat mekanik benda yang diuji. Titik puncak pada kurva menunjukkan beban maksimum yang dapat ditahan sebelum benda mengalami kegagalan. Dengan demikian, pengukuran beban dan *displacement* membantu kita memahami karakteristik benda, termasuk kekuatan, deformasi, dan batas toleransi sebelum kegagalan terjadi. *Displacement* dalam konteks mekanika atau ilmu material, juga dapat merujuk pada perubahan bentuk atau deformasi suatu objek. Ini mencakup perubahan dimensi objek, baik itu linear (seperti panjang, lebar, atau tinggi), maupun bentuknya secara keseluruhan. Dalam pengujian tekan bata ringan, *displacement* mencakup perubahan dimensi dari sampel bata ringan yang terjadi sebagai respons terhadap gaya tekan yang diberikan.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Rancang bangun alat uji tekan berguna untuk mengetahui nilai kekuatan tekan dari bata ringan CLC. Pengujian dilakukan secara eksperimen dengan alat uji tekan yang sudah dirancang dengan sistem *load cell* untuk pengambilan data nilai kekuatan tekan bata ringan CLC tersebut.

#### 3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari September 2023 hingga Januari 2024. Lokasi penelitian berada di Laboratorium Mekanika Struktur Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Penelitian dilaksanakan menggunakan metode eksperimen yang menggunakan alat uji tekan dengan akuisisi data. Jadwal kegiatan penelitian sampai dengan pembuatan laporan akhir dapat dilihat pada Tabel 1.

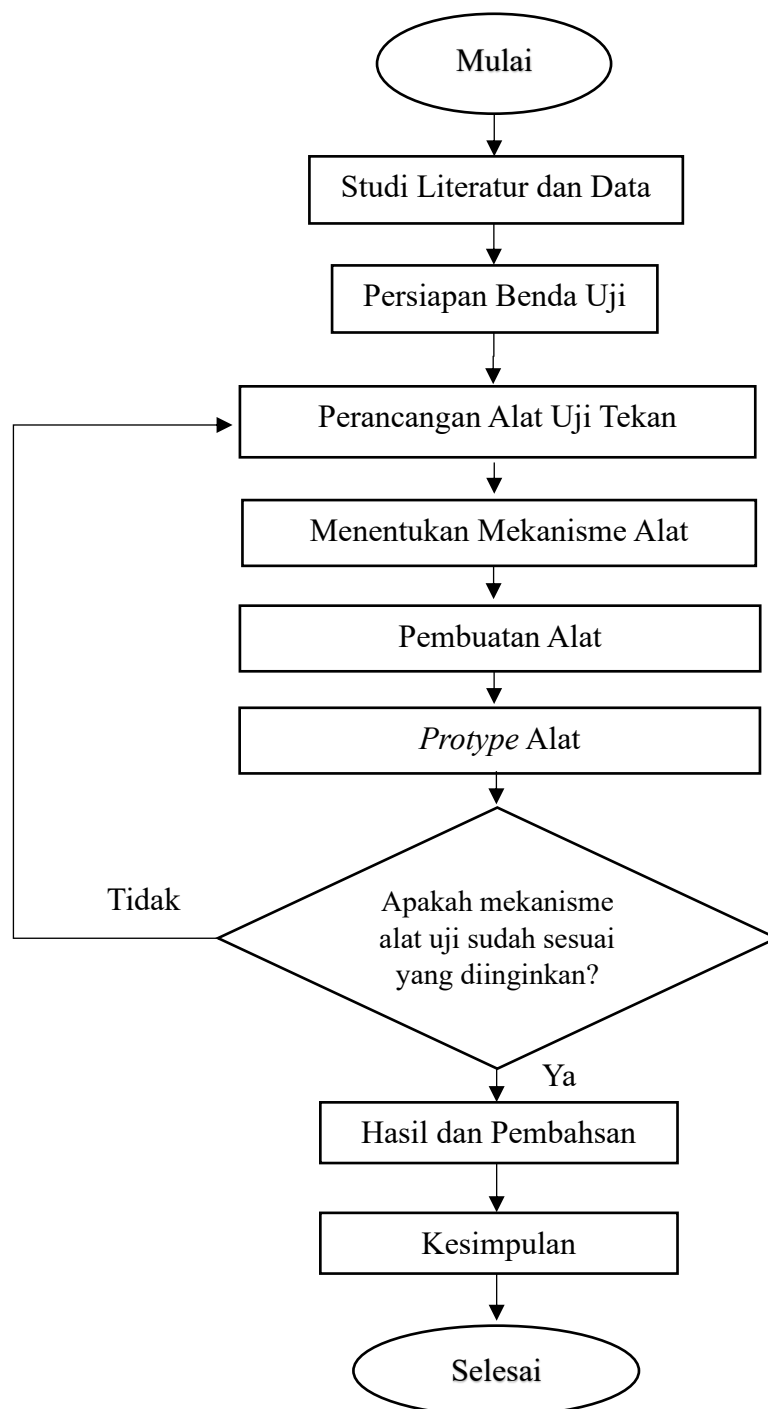
Tabel 1. Jadwal Kegiatan Penelitian

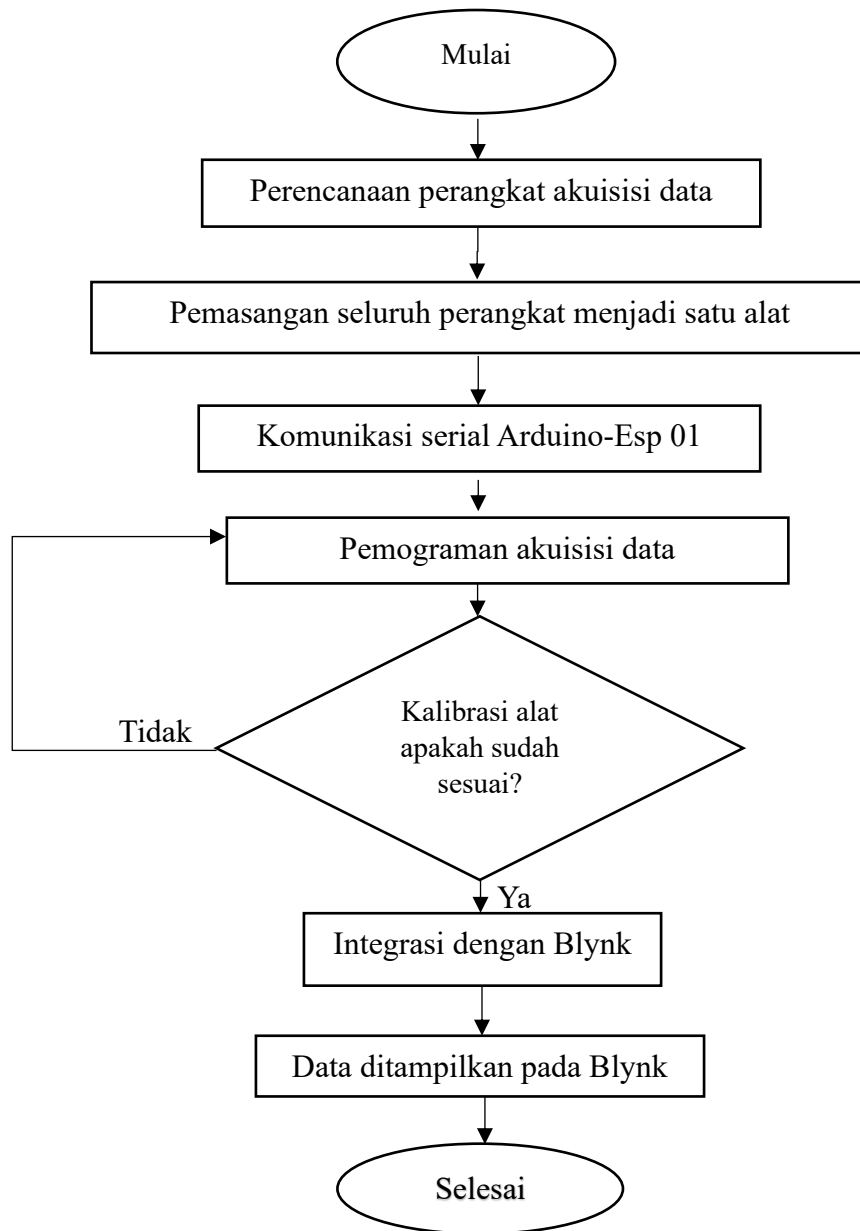
Kegiatan	Agustus				September				November				Desember			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1 Studi Literatur	■	■	■													
2 Perancangan alat			■	■	■											
3 Persiapan pembuatan alat					■	■	■	■								
4 Pembuatan alat							■	■	■	■						
5 Eksperimen alat										■	■	■	■			
6 Pembuatan laporan akhir										■	■	■	■	■	■	■

### 3.2. Diagram Alir Penelitian

Secara makro, pelaksanaan penelitian ini dapat dijelaskan melalui dua *flow* berikut ini:

1. *flowchart* pengujian tekan bata ringan CLC



2. *Flowchart* akuisisi data

### 3.3. Pembuatan Benda Uji

Setelah melakukan studi pustaka melalui literatur-literatur yang tersedia di internet, langkah selanjutnya adalah menerapkan temuan dari studi pustaka tersebut dalam penelitian yang akan dilakukan di laboratorium. Tahapan awalnya dimulai dengan pembuatan benda uji. Benda uji ini bisa berupa model, prototipe, atau objek yang mewakili sistem atau fenomena yang akan diteliti.

#### 1. Persiapan Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini merupakan alat yang berkaitan dengan proses pembuatan bata ringan yaitu:

- Foam Generator*
- Kompresor
- Mesin pengaduk komposisi bata ringan
- gelas ukur
- Timbangan
- Cetakan benda uji
- Ember
- Gunting

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Semen
- Pasir
- Air
- Foaming Agent*
- Serat Alam

#### 2. Pengkondisian Bahan

Bahan yang digunakan untuk membuat bata perlu dilakukan pemeriksaan terlebih dahulu. Pemeriksaan atau pengecekan bisa berupa penyaringan pasir, takaran pembuatan *foam agent*, dan pengeringan serat yang akan dicampurkan ke dalam adonan bata ringan CLC.

### 3. Perencanaan variasi campuran pada bata ringan

Berbagai teknik komposisi digunakan dalam menciptakan campuran bata ringan, yang melibatkan variasi metode campuran. Variasi ini dilakukan dengan mengubah persentase kandungan serat alam, yang memiliki dampak signifikan pada kekuatan benda uji. Berikut pada Tabel 2 merupakan takaran komposisi dalam pencampuran adonan bata ringan CLC.

Tabel 2. Komposisi Variasi Campuran Bata Ringan

No	Air (lt/m <sup>3</sup> )	<i>Foam Agent</i> (lt/m <sup>3</sup> )	Panjang serat (cm)	Persentase Serat	Perbandingan Semen Dan Pasir
1	180	1	3	0,5%	1 : 1.2

### 4. Pembuatan adukan bata ringan dan pembuatan benda uji

Adukan bata ringan menggunakan komposisi campuran serat sedang dengan panjang 3 cm dan kadar yaitu 0.5% dari total adukan bata ringan.

### 5. Dalam penelitian ini digunakan 2 bentuk cetakan atau bekisting yaitu kubus dan cetakan bata ringan dengan masing-masing dimensi yaitu:

- Kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm
- Balok 10 cm x 60 cm x 20 cm

### 6. *Maintenance* benda uji

*Maintenance* dilakukan dengan pengeringan selama 28 hari dan dilakukan penyiraman pada hari ke 5 dan juga 15.

### 7. Pengujian benda uji

Perangkat uji ini difungsikan untuk menguji tekan bata ringan. Desain perangkat uji ini mencakup kapasitas kekuatan sebesar 10 ton. Kapasitas ini dipilih untuk memungkinkan perbandingan antara *green composite* dengan berbagai material potensial penggantinya, seperti logam, serat kaca, serat karbon, atau komposit lainnya. Alat uji dilengkapi dengan sistem akuisisi data yang dapat merekam data secara berkelanjutan berdasarkan waktu, menggunakan teknologi arduino.



### 3.4. Rancang Bangun Alat Uji Tekan

Rancang bangun alat uji tekan dimulai dengan mendesain kerangka dari alat tersebut. Setelah mendesain dilakukan maka akan dilakukan pemilihan material atau bahan yang cocok untuk menjadi rangka dari alat uji tekan ini. Kemudian dilakukan perancangan dan pembangunan dari alat uji tekan dengan pembacaan data pengujian menggunakan *load cell* serta seperangkat alat penunjang *load cell* yaitu ESP 01, Arduino, HX711, *Access Point* (AP), serta *software* Arduino IDE dan juga Blynk.

Perancangan alat uji tekan ini memerlukan kalibrasi terlebih dahulu agar dapat terhubung dengan *software* arduino IDE. Kalibrasi alat ini memerlukan pemrograman yang sesuai agar dapat terbaca pada *software* tersebut. Setelah dikalibrasi ESP 01 akan mengatur koneksi WIFI dengan AP yang sesuai dan akan menerima data dari Arduino. Kemudian ESP 01 mengirimkan data ke server Blynk menggunakan protokol Blynk. Aplikasi Blynk akan digunakan untuk menampilkan data yang diterima dari alat uji berupa grafik dan aplikasi akan mengirimkan token autentikasi yang akan digunakan oleh ESP 01 untuk mengirimkan data ke server Blynk. Sebagai tambahan, alat uji tekan ini akan dirancang dengan menggunakan sensor tambahan untuk mengukur deformasi atau *displacement* dari benda uji. Sensor yang digunakan pada alat uji ini belum dapat dipastikan namun ada beberapa pilihan yang kemungkinan akan digunakan yaitu sensor M18 Ultrasonic Sensor, Lidar, dan kemungkinan juga menggunakan potensiometer.

#### 1. Daftar Kebutuhan Rangka

##### a. Kapasitas

Alat uji tekan yang dirancang memiliki kemampuan maksimal menahan tekanan pada pada material sebesar 10 ton. Alat uji tekan dapat memberikan beban tekan hingga 10 ton.

##### b. Dimensi

Alat uji tekan yang dirancang memiliki panjang keseluruhan sebesar 55,25 cm – 60,5 cm m, tinggi 89,4 cm, lebar dan memiliki area benda uji sebesar 0,54 m.

c. Material

Material utama yang digunakan yaitu berupa H beam dengan bahan dasarnya baja karbon. Baja karbon memiliki kekuatan yang baik dan relatif kuat. Selain itu terdapat material tambahan yaitu berupa besi pipa dan juga plat baja dengan tebal 2 cm.

2. Rancangan konsep

a. Tabel Morfologi

Tabel morfologi merupakan bagian dari rancang konsep yang berisi beberapa ide untuk merancang sebuah alat. Tabel morfologi dapat dikatakan sebagai alat yang digunakan dalam konsep perancangan alat untuk mengorganisir, menggambarkan, dan mengelompokkan berbagai elemen atau komponen yang terlibat dalam desain suatu alat. Tujuan utamanya adalah untuk memudahkan pengembangan ide dan pemilihan opsi desain yang terbaik.

Dengan menggunakan tabel morfologi, perancang dapat secara sistematis mengeksplorasi berbagai kombinasi desain yang mungkin, memperluas ruang desain yang dipertimbangkan. Kemudian juga tabel morfologi dapat memudahkan dalam membandingkan dan memilih opsi desain yang paling sesuai dengan kebutuhan dan kriteria yang telah ditetapkan. Alat uji tekan bata ringan CLC yang dirancang memiliki tabel morfologi yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabel Morfologi

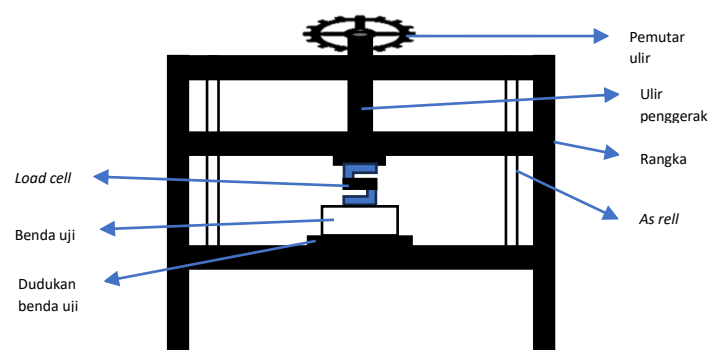
ALAT UJI TEKAN BATA RINGAN			
Daftar Kebutuhan	Variasi Solusi		
Rangka kuat	H Beam	I Beam	Channel beam
Platen (pelat penyangga)	Silinder	Plate	Flat
Daya tekan	Hidrolik	Ulir	Dongkrak
Jenis <i>load cell</i>	Shear beam	10 Ton zemic	S

## b. Desain konsep

Desain konsep adalah tahap awal dalam proses perancangan di mana ide-ide awal dikembangkan menjadi konsep-konsep yang lebih konkret dan terstruktur. Berikut merupakan gambar konsep dari ide-ide pada tabel morfologi.

- Gambar konsep pertama

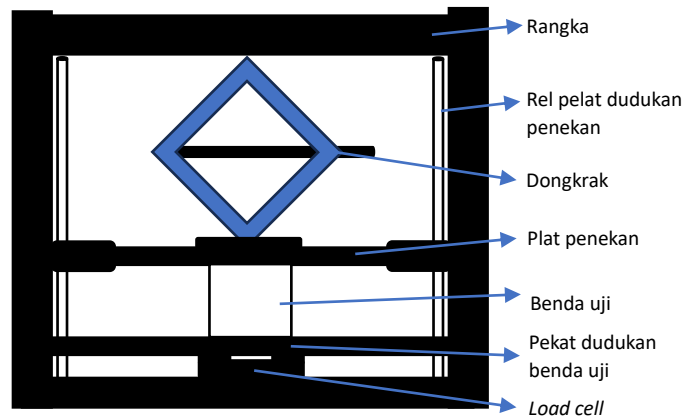
Gambar 3.1 merupakan gambar konsep alat uji tekan bata ringan CLC pertama.



Gambar 3.1 Gambar Konsep Alat Uji Tekan Pertama

- Gambar konsep kedua

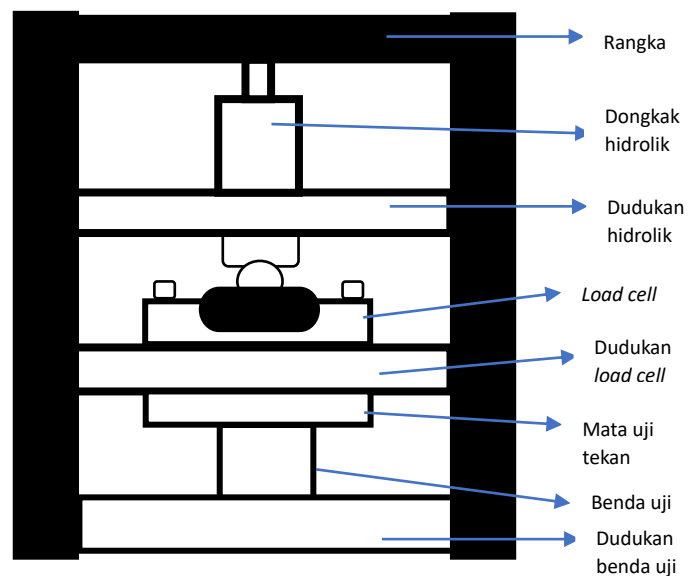
Gambar 3.2 merupakan gambar konsep sederhana dari alat uji tekan bata CLC kedua.



Gambar 3.2 Gambar Konsep Alat Uji Tekan Kedua

- Gambar konsep ketiga

Gambar 3.3 berikut merupakan gambar konsep untuk alat uji tekan bata ringan yang terakhir yang akan dibuatkan rancang body 3D.



Gambar 3.3 Gambar Konsep Alat Uji Tekan Ketiga

### 3. Pemilihan konsep

Dari ketiga rancangan konsep yang sudah dibuat, maka tahap selanjutnya yaitu memilih konsep mana yang akan dirancang seutuhnya mulai dari desain body menggunakan *software* sampai dengan direalisasikannya alat agar dapat digunakan. Dari ketiga konsep tersebut, ada pertimbangan-pertimbangan yang diperlukan untuk mendapatkan alat uji tekan bata ringan CLC yang layak untuk dibangun. Pertimbangan tersebut bisa berupa kekuatan rangka, efektivitas, dana yang diperlukan dan lain-lain. Tentunya konsep yang akan diambil dan akan dibangun harus unggul dari konsep lainnya dalam berbagai segi penilaian agar alat yang dibangun nantinya layak untuk digunakan dan juga bertahan lama. Untuk mempermudah penilaian dan pemilihan konsep maka dibuatlah tabel penilaian pribadi terhadap beberapa kriteria. Penilaian pada konsep alat uji tekan bata ringan CLC dapat dilihat pada Tabel 4. berikut:

Tabel 4. Evaluasi penilaian konsep alat uji tekan bata ringan CLC

Kriteria	Konsep 1			Konsep 2			Konsep 3		
	buruk	cukup	baik	buruk	cukup	baik	buruk	cukup	baik
Kinerja		✓			✓				✓
Keandalan		✓			✓				✓
Kemudahan penggunaan	✓				✓			✓	
Biaya produksi			✓		✓			✓	
Dukungan teknis	✓				✓		✓		
Portabilitas			✓	✓			✓		
Keamanan		✓				✓			✓
Kemudahan perawatan		✓				✓			✓
Ketersediaan bahan		✓				✓			✓
Daya tahan	✓					✓		✓	
Integrasi dengan sistem	✓			✓				✓	

Dari Tabel 4. dapat dilihat beberapa kriteria yang digunakan dalam penilaian terhadap konsep alat uji tekan bata ringan CLC yang dibuat. Beberapa kriteria tersebut menjadi dasar pandangan untuk menilai apakah konsep yang dibuat layak untuk dilanjutkan atau tidak. Kriteria pertama yang terdapat dalam tabel yaitu kinerja. Dari penilaian, kinerja konsep satu yaitu sedang dikarenakan lamanya proses pengambilan data pada konsep tersebut. Konsep kedua dinilai sedang karena kinerja dongkrak yang cenderung lama. Untuk konsep tiga mendapat nilai baik karena sistem yang lengkap dan kinerja dongkrak yang cepat.

Konsep satu dan dua memiliki nilai keandalan yang sedang karna menggunakan *load cell* yang cukup sederhana. Sedangkan pada konsep 3 mendapatkan nilai yang baik karna menggunakan *load cell* yang cukup baik yaitu *load cell* 10 ton Zemic BM14G-10t. Untuk kriteria yang ketiga kemudahan penggunaan konsep 1 memiliki tingkat kemudahan penggunaan yang cukup buruk karn menggunakan sistem ulir putar yang berat. Sedangkan konsep dua terbilang cukup karna dongkrak dan rangka yang mudah digunakan. Untuk konsep tiga juga dapat nilai cukup karna hidrolik yang digunakan pada alat termasuk cukup mudah untuk digunakan.

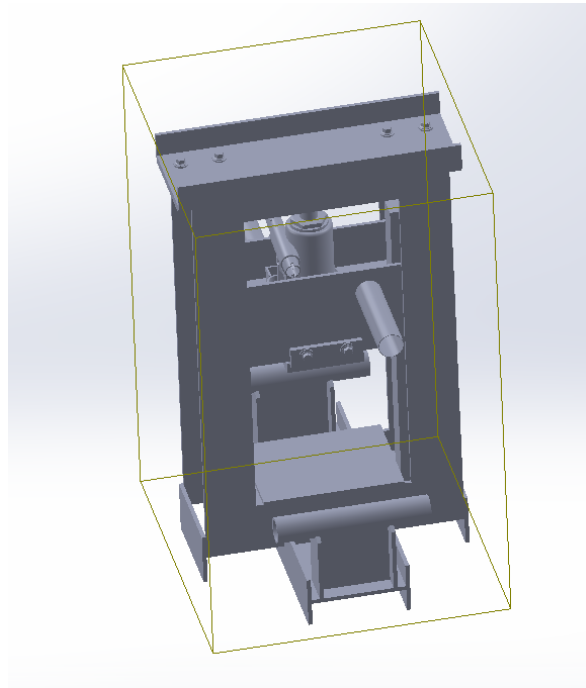
Biaya produksi yang digunakan pada konsep dua dan tiga dinilai cukup karena menggunakan besi H yang tidak terlalu mahal dan dimensi yang cenderung kecil. Untuk konsep satu biaya produksi baik karena menggunakan besi U yang tergolong murah. Kriteria dukungan teknis pada konsep satu dan tiga dinilai buruk karna perakitan alat yang tergolong cukup rumit dibandingkan dengan konsep dua. Bagian portabilitas konsep satu dapat dinilai baik dibandingn konsep dua dan tiga karena cenderung ringan dan memiliki kaki agar mudah dipindahkan.

Selanjutnya kriteria yang dibahas yaitu keamanan dan kemudahan perawatan. Konsep dua dan tiga memiliki nilai yang baik dikarenakan body yang kokoh dibandingkan konsep satu yang menggunakan kaki penyangga. Untuk ketersediaan bahan yang digunakan pada konsep satu dapat dibiliang

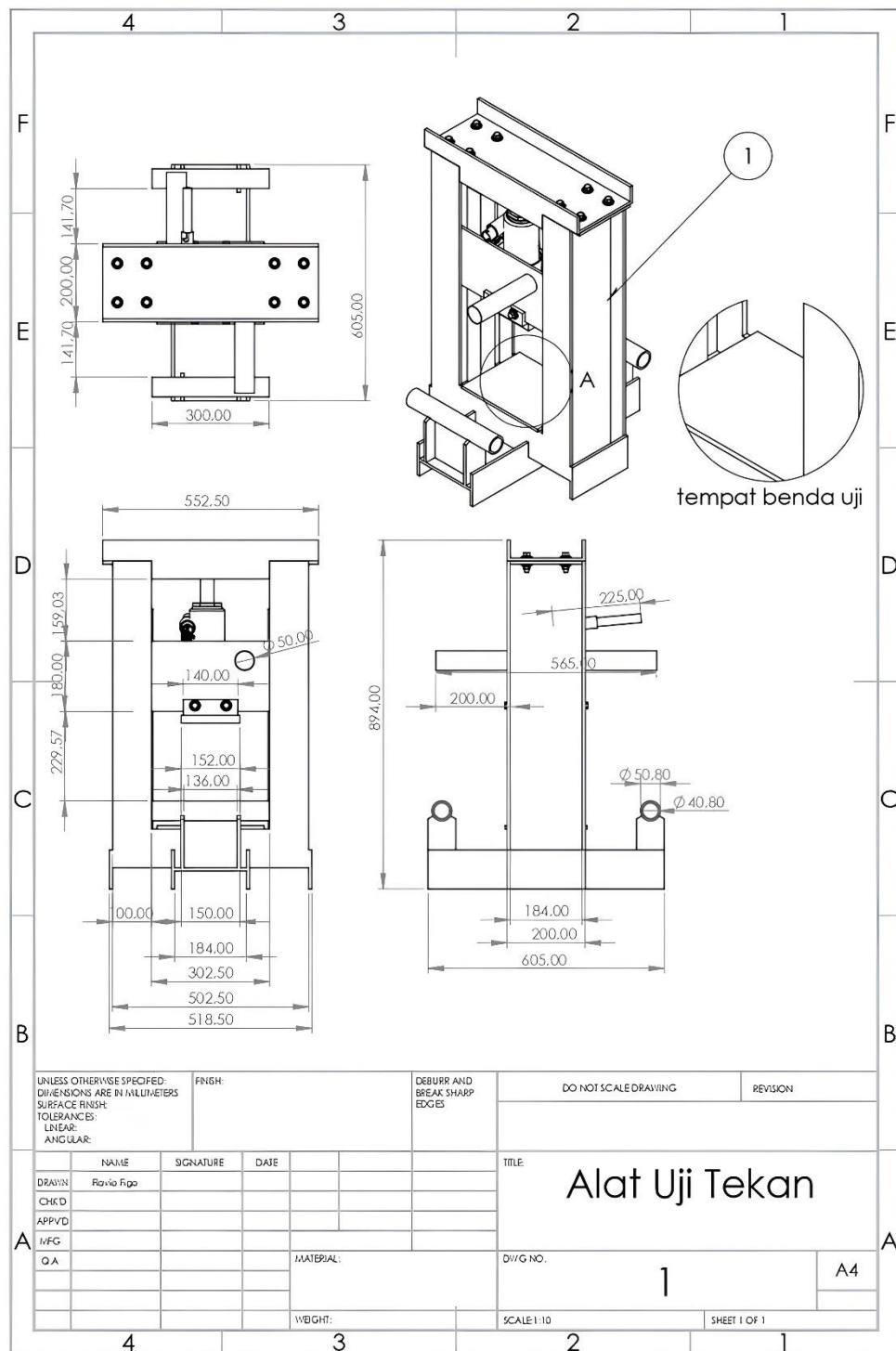
cukup karena penggunaan ulir dan besi U yang kurang dikenal. Sedangkan konsep dua dan tiga dinilai baik karena menggunakan besi H dan dongkrak yang mudah ditemukan disekitar. Daya tahan pada konsep satu kurang baik karena menggunakan kaki penyangga yang bisa saja alat uji mengalami roboh saat digunakan. Konsep tiga dapat dinilai baik untuk kriteria integrasi dengan sistem karena alat tersebut mudah untuk digabung atau dikombinasi dengan berbagai aspek dan indikator yang membuatnya sangat berguna. Dari total penilaian pada tabel, konsep tiga yang memiliki keunggulan dibanding konsep satu maupun dua maka konsep tiga akan dipilih sebagai alat uji tekan bata ringan CLC yang akan dirancang bangun.

#### 4. Rancangan *body*

Rancang *body* alat uji tekan bata ringan CLC dibuat menggunakan *software* solidwork. Dari gambar konsep yang sudah dibuat sebelumnya maka akan dibuat desain 3D dari salah satu gambar konsep agar dapat direalisasikan. Gambar konsep yang akan dibuat yaitu gambar konsep ketiga yaitu dengan menggunakan hidrolik. Gambar rancang *body* alat uji tekan CLC dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Desain Alat Uji Tekan Bata Ringan CLC



Gambar 3.5 Desain 2D Alat Uji Tekan Bata Ringan CLC



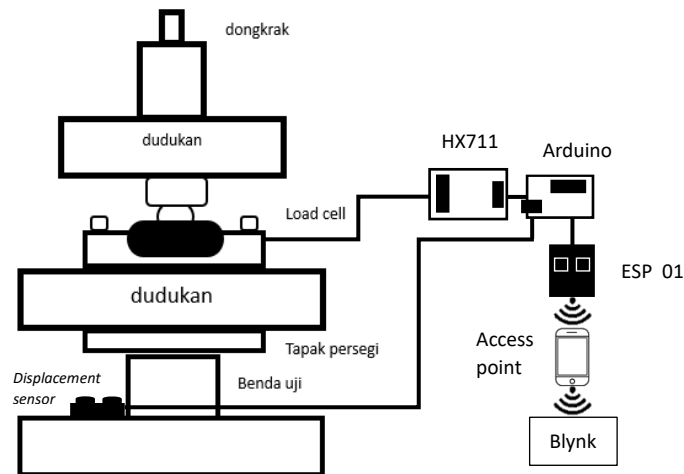
### 3.5. Sistem Akuisisi Data

Akuisisi data merupakan proses pengumpulan data fisik yang dapat diukur oleh sensor. Sistem akuisisi data pada alat uji merupakan suatu kerangka konseptual yang didesain untuk menghimpun, menyimpan, dan menganalisis data yang dihasilkan oleh alat uji atau perangkat pengukuran. Dalam kasus sinyal analog, sistem akuisisi data menggunakan perangkat yang dikenal sebagai *Analog-to-Digital Converter* (ADC) untuk mentransformasikannya menjadi format digital. Proses konversi ini memungkinkan agar sinyal dapat diolah oleh perangkat digital. Langkah berikutnya melibatkan pengambilan data pada interval waktu tertentu atau sesuai dengan kebutuhan pengujian.

Data yang diambil kemudian diproses untuk menghilangkan gangguan atau noise, menghasilkan data yang lebih bersih dan akurat. Data yang telah melalui proses pengolahan selanjutnya disimpan dalam format yang sesuai, baik itu dalam bentuk *file* maupun database. Pengolahan data tersebut akan lebih sempurna jika dikaitkan dengan IoT. Dalam alat uji tekan bata ringan CLC yang dibangun, akuisisi data akan dilengkapi dengan IoT yang akan terintegrasi dengan Arduino dan *Access Point*. Perangkat IoT yang digunakan yaitu aplikasi Blynk. Aplikasi Blynk akan menampilkan grafik *displacement* yang terjadi pada benda uji selama pengujian. Grafik tersebut dihasilkan dari sensor pengukuran *displacement* yang sudah terintegrasi dengan sistem akuisisi data dan juga IoT dengan Blynk. Adapun tahapan akuisisi data dalam rancang bangun alat uji tekan ini adalah sebagai berikut.

1. Penerimaan beban

Saat beban atau gaya diterapkan pada *load cell*, elemen strain gauge di dalam sensor akan mengalami deformasi atau perubahan bentuk. Perubahan bentuk ini kemudian diubah menjadi sinyal listrik oleh kawat strain gauge. Selain itu penempatan *load cell* pada alat uji tekan harus tepat agar pembacaan data hasil uji tekan dapat memiliki akurasi yang tinggi. Dapat dilihat pada Gambar 3.6 merupakan posisi penempatan *load cell* dan juga skema pada alat uji tekan.



Gambar 3.6 Posisi *Load cell* pada Alat Uji Tekan

Ukuran benda uji yang digunakan dalam pengujian ini adalah 15cm x 15cm x 15cm. Pengujian tekan dilakukan dengan menempatkan benda uji di antara tapak persegi dengan bagian dasar dari alat uji tekan. Pada alat ini *load cell* ditempatkan dibagian atas dari benda uji yang dipisahkan dengan dudukan serta tapak persegi. Bagian bawah benda uji diatur diam dan bagian atas yang bebas bergerak naik turun sehingga jika ada beban yang terdapat pada *loadcell* maka diteruskan ke benda uji melalui dudukan yang bergerak ke bawah.

2. Penguat sinyal

Sinyal listrik yang dihasilkan oleh *load cell* masih lemah, sehingga membutuhkan suatu rangkaian penguat (amplifier) agar sinyal tersebut dapat terbaca oleh mikrokontroler. Dalam hal ini, modul HX711 digunakan untuk memperkuat sinyal yang diterima dari *load cell*. *Load cell* dan HX711 dihubungkan dengan kabel yang sudah tersedia dari *load cell* itu sendiri. *Load cell* memiliki empat kabel yaitu merah (VCC), hitam (GND), hijau (data), dan putih (*clock*).

3. Program Arduino

Buatlah program (sketch) Arduino yang akan digunakan untuk membaca data dari HX711 dan mengirimkannya ke ESP 01. Program ini harus mencakup pengaturan komunikasi serial antara Arduino dan ESP 01 serta proses

pembacaan data dari HX711. Pastikan program dapat menangani kalibrasi *load cell* dan melakukan konversi data yang sesuai.

4. Konfigurasi ESP 01

Atur ESP 01 dalam mode *Access Point* (AP) agar dapat membuat jaringan WiFi yang akan digunakan oleh perangkat pengguna untuk terhubung. Siapkan kode atau program untuk ESP 01 yang akan digunakan untuk menerima data dari Arduino melalui koneksi serial dan mengirimkannya ke server Blynk melalui koneksi internet.

5. Pembuatan Proyek di Aplikasi Blynk

Unduh dan pasang aplikasi Blynk pada perangkat pengguna seperti *smartphone*. Buat proyek baru di aplikasi Blynk dan tentukan widget yang akan digunakan untuk menampilkan data dari alat uji tekan, misalnya grafik untuk menampilkan data tekanan atau nilai numerik (*Value Display*) untuk menampilkan hasil pengukuran.

6. Pengujian

Uji semua komponen dan perangkat untuk memastikan koneksi dan fungsi operasionalnya berjalan dengan baik. Perhatikan masalah potensial seperti kebocoran data, kesalahan pengukuran, atau masalah koneksi internet. Hubungkan semua komponen dan perangkat ke dalam satu sistem yang utuh. Lakukan pengujian untuk memastikan bahwa data dapat dikirimkan dari Arduino ke ESP 01 dan akhirnya diterima oleh aplikasi Blynk dengan benar.

7. Penambahan sensor untuk *displacement*

Sebagai tambahan, akan digunakan sensor pengukuran jarak pada alat uji tekan bata ringan CLC ini. Sensor ini akan digunakan untuk mengukur *displacement* pada pengujian tekan bata ringan. *Displacement* mengacu pada perubahan posisi atau jarak dari bata ringan saat tekanan diberikan padanya. Ketika tekanan diberikan pada bata ringan, bata ringan akan mengalami deformasi atau perubahan bentuk. Terdapat beberapa alternatif pilihan sensor yang akan diaplikasikan ke dalam alat uji ini. Sensor tersebut yaitu M18 Ultrasonic Sensor, Lidar, Sensor Laser CMOS Digital Seri LR-X, dan penggunaan potensiometer sebagai alternatif menggantikan peran sensor.

Sensor-sensor tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan yang tentunya menjadi bahan pertimbangan untuk dapat dipasangkan dengan alat uji tekan bata ringan CLC. M18 Ultrasonic Sensor dan Sensor Laser CMOS Digital Seri LR-X cenderung memiliki harga yang relatif mahal dan kurang terjangkau untuk alat uji ini. Untuk sensor Lidar dirasa memiliki tingkan resolusi yang masih rendah sehingga tidak bisa membaca perubahan ukuran pada bata ringan CLC yang diuji. Untuk itu akan digunakan potensiometer dalam mengukur *displacement* pada benda uji. Potensiometer berfungsi sebagai sensor *displacement* dengan memanfaatkan perubahan resistansi pada elemen resistifnya ketika terjadi pergerakan pada bagian yang terhubung dengannya. Saat bagian yang terhubung bergerak, posisi wiper pada elemen resistif potensiometer berubah, menyebabkan perubahan resistansi. Hal ini menghasilkan perubahan tegangan output yang dapat diukur dan dikonversi menjadi nilai *displacement*. Dengan kalibrasi yang tepat, potensiometer dapat memberikan pengukuran *displacement* yang akurat.

### **3.6. Sistem IoT pada Alat Uji Tekan Bata Ringan CLC**

Sistem IoT pada alat uji tekan bata ringan CLC ini berfungsi untuk mengumpulkan, memantau, dan menganalisis data dari jarak jauh. Dengan menggunakan mikrokontroler seperti ESP 01 yang terhubung ke internet, data dari sensor *load cell* dapat dikirim ke platform IoT seperti Blynk. Platform ini dapat digunakan untuk memantau dan mengontrol perangkat dari jarak jauh melalui internet.

Dalam penelitian ini, dirancang dan diimplementasikan sebuah alat uji tekan yang terhubung dengan internet menggunakan mikrokontroler ESP 01 dan platform Blynk. Alat uji tekan ini dirancang untuk mengukur tekanan atau beban pada benda uji secara IoT dan mengirimkan data hasil pengukuran ke aplikasi Blynk di ponsel pintar pengguna. Pertama-tama, dilakukan persiapan perangkat keras (*hardware*) dengan menghubungkan sensor *load cell* 10 ton Zemic BM14G-10t dan juga potensiometer ke ESP 01 melalui modul HX711 sebagai antarmuka. Sensor *load cell* tersebut digunakan untuk mengukur tekanan atau beban pada benda uji dan potensiometer digunakan sebagai sensor untuk mengukur *displacement* pada benda uji. Kemudian ESP 01 bertindak sebagai kontroler dan unit pengirim data.

Selanjutnya, dipersiapkan perangkat lunak dengan membuat proyek di aplikasi Blynk dan mendapatkan token autentikasi untuk menghubungkan ESP 01 ke server Blynk. Dalam proyek Blynk, ditambahkan *widget* yang sesuai, seperti *widget Value Display* untuk menampilkan nilai tekanan dari sensor *load cell* dan nilai *displacement* dari potensiometer. Kemudian, diprogram ESP 01 menggunakan Arduino IDE dengan memasukkan kode program yang telah dibuat sebelumnya. Kode program tersebut berfungsi untuk membaca data dari sensor *load cell* dan potensiometer melalui modul HX711 dan mengirimkannya ke server Blynk menggunakan protokol Blynk.

Koneksi Wi-Fi ESP 01 ke jaringan Wi-Fi yang tersedia dan menggunakan token autentikasi Blynk yang telah diperoleh. Setelah mengunggah program ke ESP-01, dilakukan uji coba integrasi antara ESP 01, sensor *load cell*, potensiometer dan aplikasi Blynk. Aplikasi Blynk dibuka di ponsel pintar dan menjalankan proyek yang telah dibuat. Hasilnya, berhasil menampilkan data tekanan dan *displacement* dari sensor *load cell* dan potensiometer secara IoT di aplikasi Blynk. Dengan demikian, alat uji tekan yang dirancang dan diimplementasikan berhasil terhubung dengan internet menggunakan ESP 01 dan platform Blynk.

### **3.6.1. Pengaturan Blynk**

Penyetingan Blynk adalah proses yang melibatkan konfigurasi dan pengaturan aplikasi Blynk serta integrasinya dengan perangkat keras yang ingin kendalikan atau monitor melalui aplikasi Blynk. Berikut adalah langkah-langkah yang umumnya terlibat dalam penyetingan Blynk:

1. **Membuat Akun dan Mengunduh Aplikasi Blynk**

Langkah pertama adalah membuat akun Blynk melalui situs web resmi Blynk atau melalui aplikasi seluler Blynk yang dapat diunduh dari toko aplikasi.

2. **Membuat Proyek Baru**

Setelah berhasil masuk ke akun Blynk buatlah proyek baru dengan memilih opsi "*Create New Project*". Pilih perangkat yang akan digunakan dalam proyek, misalnya ESP-01 atau Arduino. Beri nama proyek dan pilih zona waktu yang sesuai.

3. Mendapatkan Token Autentikasi  
Setelah membuat proyek, Blynk akan mengirimkan token autentikasi ke alamat email. Token ini akan digunakan untuk menghubungkan perangkat keras (seperti ESP-01) dengan proyek Blynk yang baru dibuat.
4. Menambahkan Widget  
Setelah proyek dibuat, tambahkan widget ke dalam proyek sesuai dengan kebutuhan. Misalnya, jika ingin memantau suhu, dilakukan dengan menambahkan widget Value Display. Jika ingin mengendalikan lampu, dapat menambahkan widget Button atau Slider.
5. Konfigurasi Widget  
Setelah menambahkan widget, perlu dilakukan konfigurasi sesuai dengan pengaturan yang diinginkan. Misalnya, dengan menambahkan widget Value Display untuk memantau suhu, maka perlu menetapkan pin virtual yang sesuai dengan kode program pada *hardware*.
6. Implementasi Kode Program pada Perangkat Keras  
Buat kode program pada perangkat keras menggunakan Arduino IDE atau platform pengembangan lainnya. Dalam kode program, perlu mengintegrasikan token autentikasi Blynk yang telah didapatkan serta logika untuk berkomunikasi dengan widget yang ditambahkan dalam proyek Blynk.
7. Uji Coba Integrasi  
Unggah kode program ke perangkat keras dan pastikan perangkat terhubung ke internet. Buka aplikasi Blynk di handphone, lalu jalankan proyek yang telah dibuat. Periksa apakah *hardware* dapat berkomunikasi dengan aplikasi Blynk dengan benar.

### **3.6.2. Pengaturan Arduino**

Dalam konteks penyetingan Arduino untuk alat uji tekan yang terhubung dengan platform Blynk, beberapa langkah penting harus dilakukan. Ini termasuk pengaturan pustaka Blynk, pengaturan koneksi Wi-Fi, dan pengaturan pin yang digunakan untuk berkomunikasi dengan sensor *load cell*, potensiometer dan modul HX711. Berikut tahapan lebih lengkapnya:

1. **Pengaturan Pustaka Blynk**  
Pastikan telah *terinstall* pustaka Blynk di Arduino IDE. Ini dapat dilakukan melalui Library Manager di Arduino IDE. Setelah pustaka Blynk *terinstall*, perlu mengimpor pustaka tersebut ke dalam kode program Arduino.
2. **Pengaturan Koneksi Wi-Fi**  
Dalam kode program Arduino, perlu ditambahkan kode untuk mengatur koneksi Wi-Fi ESP-01 ke jaringan Wi-Fi yang tersedia. Pastikan untuk menyertakan nama SSID (nama jaringan Wi-Fi) dan kata sandi Wi-Fi yang sesuai.
3. **Pengaturan Pin I/O**  
Tentukan pin I/O yang akan digunakan untuk berkomunikasi dengan sensor *load cell* dan modul HX711. Misalnya, dapat menggunakan pin GPIO yang tersedia pada ESP-01, seperti GPIO0 (pin 0) dan GPIO2 (pin 2). Dalam kode program Arduino, perlu menetapkan pin-pin tersebut sebagai input atau output, tergantung pada fungsi mereka dalam aplikasi.
4. **Pengaturan Kode Program**  
Buat kode program Arduino yang mencakup logika untuk membaca data dari sensor *load cell* dan potensiometer melalui modul HX711 dan mengirimkannya ke server Blynk. Pastikan untuk menambahkan kode untuk inisialisasi koneksi ke server Blynk menggunakan token autentikasi yang telah peroleh.
5. **Unggah Program ke ESP-01**  
Hubungkan ESP-01 ke komputer melalui USB-to-Serial Converter. Unggah kode program yang telah buat ke ESP-01 menggunakan Arduino IDE.

### **3.6.3. Komunikasi Serial**

Ketika mengintegrasikan Arduino dengan modul ESP 01, langkah penting yang perlu diperhatikan adalah pengaturan komunikasi serial antara keduanya. Komunikasi serial adalah cara perangkat komputer atau mikrokontroler saling berbicara satu sama lain dengan mengirimkan data secara berurutan, satu bit atau byte pada satu waktu, melalui satu jalur koneksi. Saat berkomunikasi secara serial, setiap bit atau byte data dikirimkan secara berurutan, satu demi satu, dari pengirim

ke penerima. Sebelum ESP 01 dan Arduino terhubung, ESP 01 akan diatur ke dalam kondisi mode kerja, terkoneksi dengan WiFi, dan menginisialisasi koneksi serial. Kondisi ESP tersebut menandakan ESP 01 sudah siap untuk mengirim data ke arduino.

Hal pertama yang dilakukan yaitu memastikan penentuan pin serial yang tepat pada kedua perangkat. Ini termasuk menghubungkan pin TX (*transmit*) dari Arduino ke pin RX (*receive*) pada ESP8266-01, dan sebaliknya. Penetapan pin yang tepat memastikan aliran data yang lancar antara keduanya. Selanjutnya baud rate harus ditetapkan dengan nilai yang sama di kedua perangkat. Baud rate adalah kecepatan transmisi data dalam komunikasi serial, dan harus konsisten di kedua perangkat agar data dapat ditransmisikan dan diterima dengan benar. Pastikan untuk menggunakan nilai baud rate yang sama dengan yang ditetapkan di ESP 01, dan memanggil fungsi ini pada awal program. Pastikan juga program Arduino sudah mencakup kode untuk mengirim dan menerima data melalui komunikasi serial.

Atur juga komunikasi serial di ESP 01 menggunakan perintah AT meliputi penetapan baud rate yang sesuai dengan yang ditetapkan di Arduino, serta konfigurasi port serial untuk menerima data dari Arduino. Dalam program ESP 01, harus ditetapkan mode kerja serial menggunakan perintah AT untuk mode AP+STA (*Access Point + Station*). Selain itu, perlu menetapkan mode koneksi (TCP atau UDP) dan mengatur ESP 01 untuk menerima data dari Arduino melalui koneksi serial. Setelah semuanya selesai, lakukan pengujian untuk memastikan bahwa keduanya dapat berkomunikasi secara efektif.

### **3.7. Rancangan Grafik Beban Tekan Terhadap *Displacement* Bata Ringan CLC**

Data yang dihasilkan oleh potensiometer dan diolah di dalam Blynk kemudian akan dibuatkan grafik. Grafik yang dihasilkan dari potensiometer akan menunjukkan perubahan jarak dari waktu ke waktu. Grafik ini dapat dihasilkan dengan merekam nilai tegangan output potensiometer pada berbagai posisi atau *displacement* saat bata ringan diberi tekanan. Setiap perubahan posisi wiper pada potensiometer akan mencerminkan perubahan resistansi dan tegangan output yang berubah secara proporsional dengan *displacement*. Dengan merekam nilai tegangan output pada



setiap posisi dan menghubungkannya dengan kuat tekan yang sesuai, grafik hubungan antara kuat tekan dan *displacement* dapat dibuat. Hal ini memungkinkan untuk melihat pola hubungan antara gaya tekan yang diberikan pada bata ringan dengan perubahan posisinya, yang dapat memberikan wawasan tentang perilaku materialnya selama pengujian tekan. Grafik ini dapat menunjukkan penurunan jarak yang linear seiring dengan peningkatan tekanan, atau mungkin menunjukkan pola yang lebih kompleks tergantung pada sifat deformasi bata ringan.

## V. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan dan pengujian yang telah dilaksanakan hingga mendapatkan hasil yang tepat, dapat disimpulkan bahwa alat uji tekan yang dirancang menunjukkan tingkat akurasi yang memadai dalam mengukur kekuatan tekan bata ringan CLC. Rangka yang dirancang terbukti memiliki ketahanan yang sangat baik ketika proses pengujian berlangsung. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa alat ini mampu memberikan hasil pengukuran yang konsisten dan sesuai dengan standar pengujian kekuatan tekan yang berlaku. Penggunaan *load cell*, sensor *displacement* dan modul HX711 yang terhubung dengan Arduino, serta integrasi dengan ESP 01 dan aplikasi Blynk, memungkinkan akuisisi data yang cukup stabil. Selain itu, sistem alat uji tekan ini juga tetap kokoh dalam melakukan pengujian berulang tanpa mengalami gangguan yang menunjukkan bahwa desain sistem dan pemilihan perangkat akuisisi data telah tepat dan mampu mendukung kebutuhan pengujian. Keandalan ini juga diperkuat dengan kemampuan alat untuk terhubung dengan aplikasi Blynk, yang mempermudah pemantauan dan kontrol proses pengujian. Dengan demikian, alat uji tekan yang dibangun dalam penelitian ini memiliki keandalan yang baik, serta mampu menghasilkan data yang dapat dimanfaatkan, sekaligus meningkatkan efisiensi dan kemudahan dalam proses pengujian material konstruksi bata ringan CLC.

## 5.2. Saran

Selama proses perancangan keseluruhan alat dari mulai rangka sampai akuisisi data dan juga selama proses pengujian terdapat beberapa kendala yang perlu dibenahi. Adapaun saran yang dapat diberikan untuk kendala yang dialami saat proses pengujian yaitu sebagai berikut:

1. Sebaiknya alat uji tekan bata ringan CLC harus ditempatkan di tempat yang stabil dan tidak boleh dipindah-pindahkan untuk menghindari gangguan pada kalibrasi dan hasil pengukuran serta memberikan tempat terbaik untuk pengujian agar tidak merusak alat-yang lain.
2. Hasil retakan atau *crack* pada benda uji yaitu bata ringan CLC memberikan dampak yang cukup membahayakan bagi penguji jika sebagian kecil material sampai terhempas ke arah penguji. Jadi sebaiknya pada alat uji tekan bata ringan CLC diberikan dinding pelindung berupa plastik kaca untuk menghindari material yang terhempas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Absa, M. (2016). *Prediksi Pengaruh Komposisi Pada Sifat Mekanik Bata Ringan dengan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Anam, C., dan Sugiyanto, S. (2022). Analisa Efisiensi Penggunaan Bata Merah Dibanding Bata Ringan pada Proyek Pembangunan Gedung Madrasah Tsanawiyah Salafiyah Kerek Tuban. *Rang Teknik Journal*, 5(2), 235–247. <https://doi.org/10.31869/rtj.v5i2.3119>
- Arita, D., Kurniawandy, A., Taufik, H. (2017). Tinjauan Kuat Tekan Bata Ringan Menggunakan Bahan Tambah Foaming Agent. Dalam *Jom FTEKNIK* (Vol. 4, Nomor 1).
- Debriand, R., Doloksaribu, M., dan Damanik, I. (2016). *RANCANG BANGUN TIMBANGAN LOAD CELL TIPE S DESIGN OF WEIGHT SENSOR LOAD CELL TYPE S*.
- Eban, K. K., M., Utomo, S., dan Simatupang, P. H. (2018). Perbandingan Kuat Tekan Bata Ringan CLC Menggunakan Pasir Gunung Boleng dan Pasir Takari. Dalam *Jurnal Teknik Sipil: Vol. VII* (Nomor 2).
- Fais, F. M., dan Ningsih, T. H. (2022). *Rancang Bangun Alat Uji Bending dengan Sistem Hidrolik*. Dalam *Jurnal Rekayasa Mesin* (Vol. 07, Nomor 01).
- Hardagung, H. T., Gunawan, P., dan Sambowo, K. A. (2014). Kajian Nilai *Slump*, Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Dengan Bahan Tambahan *Filler* Abu Batu Paras. Dalam *Jurnal Matriks Teknik Sipil* (Vol. 2, Nomor 2).
- Hunggurami, E., Bunganaen, W., dan Muskanan, R. Y. (2014). Studi Eksperimental Kuat Tekan dan Serapan Air Bata Ringan *Cellular Lightweight Concrete* Dengan Tanah Putih Sebagai Agregat. Dalam *Jurnal Teknik Sipil: Vol. III* (Nomor 2). <http://bataringan.co.id>
- Kaselle, H. (2020). *Prosiding 4 th Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat 2020*.
- Khoirul Huda, M., dan Setia Aji, G. (2018). Rancang Bangun Alat Uji Impact Metode Charpy. *Mechonversio: Mechanical Engineering Journal*, 1(1), 7–11.
- Matmey, S. F., dan Hendra Bahar, D. (2022). Studi dan Analisis Uji Kuat Tekan Uniaksial pada Batu Andesit di Desa Kronongan. Dalam *J. SEMITAN* (Vol. 1, Nomor 1). <https://ejurnal.itats.ac.id/semitan>

Pah, J. J. S., Tulle, P. M., Bella, R. A., dan Sina, D. A. T. (2022). Hubungan Faktor Air-Semen dan Fakto Air-Foam terhadap Kuat Tekan dan Berat Volume Bara Ringan CLC. Dalam *Jurnal Teknik Sipil* (Vol. 11, Nomor 2).

Pentura, B., Tornando, R., Taufiqurrahman, M., dan Lubis, G. S. (2023). *Rancang Bangun Alat Uji Bending Pada Laboratorium Dasar Teknik Mesin*. 4(2), 90–97.

Putra, D., Diansyah, A., dan Ningsih, T. H. (2022). Rancang Bangun Alat Uji Bending Hidrolik pada Komposit Sandwich Serat Karbon. Universitas Negeri Surabaya. Dalam *Jurnal Rekayasa Mesin* (Vol. 7, Nomor 02).

Riadi, A., Maizir, H., dan Suryanita, R. (2021). Perilaku Mekanik dan Fisik Bata Ringan Akibat Terpapar Suhu Tinggi. *Universitas Andalas (Unand) Naskah*, 17(1). <https://doi.org/10.25077/jrs.17.1.72-84.2021>

Saputra, A., Junaidi, Supriyanto, A., dan Surtono, A. (2022). Desain dan Realisasi Alat Ukur Massa (Neraca Digital) Menggunakan Sensor Load Cell Berbasis Arduino. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 10(02), 159–168.

Suryanita, R. (2020). *Monograf perilaku Mekanik Bata Ringan Celullar Lightweight Concrete (CLC) dengan Campuran Silica Fume*.

Tjakra, L. H. T. J. T., dan Malingkas, Y. G. (2020). METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN DINDING PASANGAN BATA RINGAN DAN PLESTERAN PADA PEKERJAAN PROYEK OFFICE AND DISTRIBUTION CENTRE PT. SUKANDA JAYA AIRMADIDI-MINAHASA UTARA. *Jurnal Sipil Statik*, 8(5), 695–708.

Vijayalakshmi, R., dan Ramanagopal, S. (2020). Experimental Investigation Into Banana Fibre Reinforced Lightweight Cironcrete Masonry Prism Sandwiched with GFRP Sheet. *Civil and Environmental Engineering Reports*, 30(2), 15–31. <https://doi.org/10.2478/ceer-2020-0017>