TUGAS AKHIR

VALUE INNOVATION PADA BATAKO SEKAM PADI
(VALUE INNOVATION ON RICE HUSK BRICKS)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil

Fahrizal Musthofa Achyar
20511091

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2024

TUGAS AKHIR

VALUE INNOVATION PADA BATAKO SEKAM PADI
(VALUE INNOVATION ON RICE HUSK BRICKS)

Disusun oleh

Fahrizal Musthofa Achyar
20511091

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 20 Juni 2024

Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing	Penguji I	Penguji II
Setya Winarno, S.T., M.T., Ph.D	Ir. T. N. Sulistyantoro, S.T., M.T.	Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IPM
NIP: 945110101	NIP: 195110502	NIP: 005110101

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

a.n. Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng).
NIP: 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Dengan penuh kesadaran, saya menegaskan bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai prasyarat untuk menyelesaikan program studi Sarjana di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia adalah hasil dari usaha saya sendiri. Bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya ambil dari karya orang lain telah saya tuliskan sumbernya dengan jelas sesuai dengan aturan, norma, dan etika penulisan karya ilmiah. Jika di kemudian hari ditemukan bahwa seluruh atau sebagian dari laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau terdapat plagiasi dalam bagian tertentu, saya siap menerima hukuman, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya peroleh sesuai dengan hukum yang berlaku. Saya juga berkomitmen untuk terus belajar dan mengembangkan pengetahuan saya dalam bidang ini, serta berkontribusi pada peningkatan kualitas pendidikan dan penelitian di Universitas Islam Indonesia. Saya berharap laporan Tugas Akhir ini dapat menjadi referensi yang berguna bagi mahasiswa lain yang sedang menyelesaikan studi mereka.

Yogyakarta, 19 Juni 2024

Yang membuat pernyataan,



Fahrizal Musthofa Achyar

20511091

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul *Inovasi Nilai pada Batako Sekam Padi* di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng). selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Bapak Setya Winarno, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, menasehati, dan memberikan tambahan ilmu.
3. Bapak Ir. Tri Nugroho Sulistyantoro S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I.
4. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IPM selaku Dosen Penguji II.

Akhirnya, penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 19 Juni 2024

Yang membuat pernyataan,



Fahrizal Musthofa Achyar

20511091

DEDIKASI

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya,

Ibu Siti Khoiriyah dan Bapak Hari Santoso, S.T.

yang selalu mendoakan dan mendukung setiap langkah kehidupan saya.
Semoga Allah SWT selalu merahmati mereka.

Ucapan terima kasih kepada:

Bapak Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T.
Sebagai dosen, mentor, dan teman di dalam dan di luar dunia perkuliahan

Audyta Intan Widyanti, S.Pd.
Sebagai pasangan yang selalu memberikan semangat dan *support*

Muhammad Farrel Ghiffary, S.T.
Sebagai sahabat yang selalu hadir untuk membantu pada saat perkuliahan

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Halaman Pengesahan ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iii
KATA PENGANTAR iv
DEDIKASI v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR LAMPIRAN xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN xiv
ABSTRAK xv
ABSTRACT xvi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 6
1.3 Tujuan Penelitian 6
1.4 Batasan Penelitian 7
1.5 Manfaat Penelitian 7
1.6 Lokasi Penelitian 8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 9
2.1 Tinjauan Umum 9
2.2 Penelitian Terdahulu 9
2.2.1 Optimasi Batako Sekam Padi yang Dicetak Secara Manual 9
2.2.2 Kemampuan Variasi Campuran Sekam Padi Pada Batako Terhadap Peredaman Suhu 10
2.2.3 Pengaruh Sekam Padi Sebagai Agregat Pada Batako dengan Penambahan Abu Batu dan Fly Ash Terhadap Aspek Teknis, Biaya Produksi, dan Redaman Suara 11

2.2.4 Pemanfaatan Serbuk Limbah Gypsum Sebagai Substitusi Parsial Komposisi Tanah Liat dan Abu Daun Bambu Sebagai Substitusi Parsial Komposisi Sekam Padi Terhadap Batu Bata Merah 12
2.2.5 Pemanfaatan Penerapan Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) pada Pembangunan Proyek Gedung Kantor BKD Prov. Jawa Timur 13
2.3 Perbandingan Penelitian yang Dilakukan 14
BAB III LANDASAN TEORI 17
3.1 Batako 17
3.1.1 Klasifikasi Batako 19
3.1.2 Syarat Mutu 20
3.2 Material Penyusun Batako 21
3.2.1 Semen 21
3.2.2 Abu Batu 22
3.2.3 Sekam Padi 22
3.2.4 Air 24
3.3 Pengujian yang Dilakukan 24
3.3.1 Uji Kuat Desak dan Lendutan 24
3.3.2 Uji Penyerapan Air 25
3.3.3 Uji Daya Redaman Suhu 25
3.3.4 Uji Daya Redaman Suara 26
3.4 Survei Harga dan *Value Innovation* 28
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 29
4.1 Tinjauan Umum 29
4.2 Data Primer dan Sekunder 29
4.2.1 Data Primer 29
4.2.2 Data Sekunder 30
4.3 Metode Pengujian 30
4.3.1 Mencari Referensi Berdasarkan Tujuan Penelitian 31
4.3.2 Studi Referensi 31
4.3.3 Pembelian Sampel 31
4.3.4 Pengumpulan Data dengan Pengujian 31

4.3.5 Pengumpulan Data 32
4.3.6 Analisis dan Pembahasan 32
4.3.7 Kesimpulan 32
4.4 Pelaksanaan Penelitian 33
4.4.1 Pembelian Batako Sekam Padi dan Bata Ringan Blesscon 33
4.4.2 Pengumpulan Data Melalui Pengujian Laboratorium 34
4.4.3 Pengumpulan Data Harga Satuan Sampel 42
4.4.4 Pengumpulan Data *Value Innovation* dengan Metode Survei 42
4.5 Tahap Analisis Data dan Pembahasan 44
4.6 Tahap Kesimpulan 44
4.7 Bagan Alir Penelitian 45
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN 47
5.1 Tinjauan Umum 47
5.2 Hasil Pengujian Berat Volume Batako 47
5.3 Data Hasil Pengujian Sampel Batako 49
5.3.1 Hasil Pengujian Kuat Desak 49
5.3.2 Hasil Pengujian Serapan Air 57
5.3.3 Hasil Pengujian Redaman Suhu 60
5.3.4 Hasil Pengujian Redaman Suara 62
5.4 Hasil Data Survei Harga Bata Ringan di Pasaran 65
5.5 Hasil Data Survei *Value Innovation* 67
5.5.1 Matriks Perbandingan Berpasangan 69
5.5.2 Menormalisasi Matriks 70
5.5.3 Mencari Vektor Bobot (w) 73
5.5.4 Menguji Konsistensi 74
5.5.5 Rekapitulasi Hasil *Analitical Hierarchy Process (AHP)* 77
5.5.6 Rekapitulasi Opini Responden 79
BAB VI KESIMPULAN 83
6.1 Kesimpulan 83
6.2 Saran 85
DAFTAR PUSTAKA 86

LAMPIRAN 88

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Pengukuran Redaman Suhu Batako 11
Tabel 2.2 Perbandingan Penelitian Terdahulu 14
Tabel 3.1 Syarat Ukuran Bata Beton 20
Tabel 3.2 Syarat Fisis Bata Beton 20
Tabel 3.4 Komposisi Kimia Sekam Padi 23
Tabel 4.1 Komposisi Bahan Susun Batako 33
Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Berat Volume 48
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kuat Desak 50
Tabel 5.3 Lendutan Batako Sekam Variasi I dan II 53
Tabel 5.4 Lendutan Bata Ringan Blesscon 54
Tabel 5.5 Regangan Batako Sekam Variasi I dan II 55
Tabel 5.6 Regangan Blesscon 56
Tabel 5.7 Hasil Pengujian Serapan Air 58
Tabel 5.8 Penggolongan Mutu Batako 59
Tabel 5.9 Hasil Uji Redaman Suhu 61
Tabel 5.10 Hasil Perhitungan Nilai Daya Redam Panas 62
Tabel 5.11 Hasil Pengujian Redaman Suara 63
Tabel 5.12 Hasil Perhitungan Nilai Daya Redaman Suara 64
Tabel 5.13 Harga Satuan Bata Ringan Blesscon di Toko Bangunan 66
Tabel 5.14 Data Responden 68
Tabel 5.15 Sampel Responden Survei *Value Innovation* 69
Tabel 5.16 Matriks Perbandingan Berpasangan 70
Tabel 5.17 Jumlah Matriks Kolom 70
Tabel 5.18 Matriks Normalisasi 73
Tabel 5.19 Vektor Bobot 74
Tabel 5.20 Vektor Aw 74
Tabel 5.21 Vektor Konsistensi (λ) 75
Tabel 5.22 Angka IR 76

Tabel 5.23 Rekapitulasi Vektor Bobot 78
Tabel 5.24 Rekapitulasi Vektor Aw 78
Tabel 5.25 Rekapitulasi Vektor Konsistensi (λ) 78
Tabel 5.26 Rekapitulasi Pemilihan Material Konstruksi Dinding 80
Tabel 5.27 Rekapitulasi Saran untuk Batako Sekam Padi 81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Konsep Value Innovation 2
Gambar 3.1 Batako Semen 18
Gambar 3.2 Batako Trass 18
Gambar 3.3 Bata Ringan 19
Gambar 3.4 Ilustrasi Pegujian Redaman Suhu di Dalam Bangunan 26
Gambar 3.5 Ilustrasi Pegujian Redaman Suhu di Luar Bangunan 26
Gambar 3.6 Ilustrasi Pegujian Redaman Suara di Dalam Bangunan 27
Gambar 3.7 Ilustrasi Pegujian Redaman Suara di Luar Bangunan 27
Gambar 4.1 Hasil Batako yang Siap untuk Diuji 33
Gambar 4.2 Pemberian Tanda Untuk Pengukuran Lendutan 35
Gambar 4.3 Sampel Batako Ditimbang Sebelum Pengujian 35
Gambar 4.4 Proses Pengujian Kuat Desak Batako 36
Gambar 4.5 Kondisi Batako Setalah Dilakukan Uji Kuat Desak 37
Gambar 4.6 Pemotongan Sampel Batako 38
Gambar 4.7 Proses Perendaman Batako 38
Gambar 4.8 Proses Pengeringan Batako Menggunakan Oven 39
Gambar 4.9 Bangunan Sederhana 40
Gambar 4.10 Pengujian Redaman Suara 41
Gambar 4.11 Flowchart Penelitian 45
Gambar 5.1 3D Benda Uji Batako Berlubang 47
Gambar 5.2 Hubungan Berat Volume vs Kuat Desak Batako Sekam I 52
Gambar 5.3 Hubungan Berat Volume vs Kuat Desak Batako Sekam II 52
Gambar 5.4 Hubungan Berat Volume vs Kuat Desak Bata Ringan Blesscon 53
Gambar 5.5 Grafik Serapan Air Batako dan Bata Ringan 59
Gambar 5.6 Sarana Pengujian Bangunan Sederhana 61
Gambar 5.7 Lokasi Survei Value Innovation 67
Gambar 5.8 Vektor Bobot Tiap Kriteria 77
Gambar 5.9 Rekapitulasi Nilai Vektor Bobot Tiap Kriteria 79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Kuisioner *Value Innovation* 89

Lampiran 2 Data Karakteristik dan Dokumentasi Pengujian Sampel 92

Lampiran 3 Banner *Value Innovation* 93

Lampiran 4 Harga Bata Ringan 94

Lampiran 5 Dokumentasi Survei *Value Innovation* 95

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

SNI = Standar Nasional Indonesia

Σ = Jumlah

Δ = Selisih

dB = Desibel (satuan besaran suara)

W = Berat

ABSTRAK

Saat ini, banyak bisnis yang memiliki produk baru untuk dijual ke pasar. Untuk meningkatkan keuntungan dan pertumbuhan penjualan, perusahaan harus menciptakan *blue ocean*, yang didefinisikan sebagai bidang baru yang dapat diciptakan oleh perusahaan melalui konsep inovasi nilai, yaitu *big value and lower cost*: nilai yang besar dan biaya yang lebih rendah. Terinspirasi dari hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan inovasi produk dalam hal material konstruksi dinding, yaitu batako sekam padi. Agar batu bata sekam padi dapat bersaing di pasaran, maka harus dilakukan pengujian teknis berupa berat volume, kuat tekan dan regangan, daya serap air, peredam suhu, dan peredam suara berdasarkan SNI-03-0449-2002 dan SNI-03-0349-1989. Selanjutnya dilakukan survei harga bata ringan sebagai pembanding di beberapa toko di Kabupaten Sleman dan pelaksanaan survei *value innovation* untuk mengetahui respon masyarakat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bata ringan sekam padi dengan campuran 1 PC : 1 abu batu : 2 sekam padi lebih unggul dalam pengujian dengan daya serap air 11,095% lebih rendah, peredaman suara 6,83% lebih baik, harga lebih murah 10,714%. Namun, bata ringan Blesscon unggul dalam aspek berat volume dengan 31,238% lebih ringan, kuat tekan dengan 0,144% lebih kuat dan peredaman suara dengan 6,83% lebih senyap. Aspek tertinggi yang dipilih oleh responden dalam survei *value innovation* adalah kekuatan tekan dengan 18,63%. Kemudian, terdapat 30 orang (76,92%) responden yang memilih batu bata sekam padi dan terdapat 18 orang (46,15%) responden yang menyarankan pemasaran yang lebih luas untuk batu bata sekam padi.

Kata kunci: *Value Innovation*, Batako Sekam Padi

ABSTRACT

Today, many businesses have new products to sell to the market. To increase profits and sales growth, companies must create a blue ocean, which is defined as a new field that companies can create through the concept of value innovation, namely big value and lower cost. Inspired by this, this study aims to conduct product innovation in terms of wall construction materials, namely rice husk bricks. In order for rice husk bricks to compete in the market, technical testing must be carried out in the form of volume weight, compressive strength and strain, water absorption, temperature reduction, and sound reduction based on SNI-03-0449-2002 and SNI-03-0349-1989. Furthermore, a survey of the price of lightweight bricks as a comparison in several stores in Sleman Regency and the implementation of a value innovation survey to determine the public response.

The results showed that rice husk lightweight bricks with a mixture of 1 PC : 1 stone ash: 2 rice husk is superior in testing with 11.095% lower water absorption, 6.83% better soundproofing, 10.714% cheaper price. However, Blesscon lightweight bricks excelled in the aspects of volume weight with 31.238% lighter, compressive strength with 0.144% stronger and soundproofing with 6.83% quieter. The highest aspect selected by respondents in the value innovation survey was compressive strength with 18.63%. Then, there were 30 (76.92%) respondents who chose rice husk bricks and there were 18 (46.15%) respondents who suggested wider marketing for rice husk bricks.

Keywords: *Value Innovation, Rice Husk Bricks*

BAB I
PENDAHULUAN

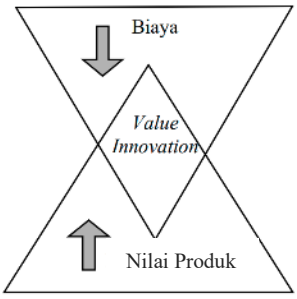
1.1 Latar Belakang

Banyak perusahaan menciptakan produk baru untuk dijual ke pasar. Volume penjualan produk-produk ini merupakan elemen kunci dalam pertumbuhan dan kelangsungan hidup perusahaan di lingkungan yang kompetitif. Dengan berbagai produk serupa yang banyak tersedia di pasaran, konsumen akan memiliki kesempatan yang luas untuk memilih dan membeli produk yang sesuai dengan keinginan dan standar kualitas mereka. Perilaku konsumen dapat berubah dalam proses pembelian ini, seiring dengan adanya arus informasi terbaru. Pada kenyataannya, jumlah konsumen yang akan membeli produk serupa adalah relatif sama. Pada saat yang sama, perusahaan akan terus menerus mengeluarkan produk baru yang lebih inovatif dibandingkan dengan produk yang lama pada segmen pasar yang relatif sama. Perusahaan-perusahaan akan berkompetisi untuk mendapatkan bagian pasar yang sama terhadap produk baru yang dihasilkannya. Produk yang tidak inovatif berpotensi akan ditinggalkan oleh konsumennya.

Pada umumnya, produk yang mampu berkompetisi dan disukai pembeli di pasaran memiliki kriteria-kriteria antara lain: (1) kualitas dan tampilan produk yang baik, (2) unggul di segmen pasarnya atau '*brand positioning*', (3) harga kompetitif, (4) pemasaran yang terus menerus, (5) pelayanan yang baik, dan (6) testimoni yang viral di media sosial atau '*perception truth*' (Lalamove, 2023).

Kompetisi dalam penjualan produk untuk mendapatkan simpati dari konsumen tidak dapat dihindari di dalam pasar bebas. Indrawati (2013) menegaskan bahwa tidak semua kompetisi bisnis bersifat merugikan. Untuk meningkatkan keuntungan dan pertumbuhan penjualan, perusahaan harus menciptakan *blue ocean*, yang didefinisikan sebagai bidang baru yang dapat diciptakan oleh perusahaan melalui konsep inovasi nilai (*value innovation*), yaitu: *big value* dan *lower cost*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.1. Konsep ini memberikan

penekanan tentang keseimbangan antara nilai produk dan biayanya karena pembeli akan cenderung memilih produk yang memiliki nilai yang tinggi dengan harga yang relatif murah. Pada saat yang sama, perusahaan tidak mungkin membuat produk yang bernilai tinggi dengan harga yang murah. Selain itu, nilai tanpa inovasi cenderung berfokus pada penciptaan nilai produk semata, tetapi tidak cukup untuk membuat produk menonjol di pasar dibandingkan dengan produk sejenis yang memiliki inovasi (Indrawati, 2013). Dengan demikian harus diciptakan *value innovation* pada sebuah produk yang mana ada keseimbangan antara *value* dan biaya yang masih diterima oleh pembeli pada segmen pasar yang dituju.



Gambar 1.1 Konsep Value Innovation

Konsumen di era modern ini cenderung mencari produk-produk yang inovatif, yang dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan mereka dengan cara yang baru dan menarik. Konsumen akan menghargai perusahaan yang berani berinovasi dan menciptakan produk atau layanan yang belum pernah ada sebelumnya. Bagi perusahaan, inovasi produk bukan hanya tentang menciptakan sesuatu yang baru, tetapi juga tentang memahami apa yang diinginkan konsumen dan bagaimana memenuhi keinginan tersebut dengan cara yang efektif dan efisien. Keberhasilan dalam melakukan inovasi produk dapat menjadi indikator kuat dari kemampuan perusahaan untuk bersaing di pasar.

Salah satu produk inovasi berbasiskan hasil penelitian yang telah dikembangkan oleh Amali (2019) dan Winarno dkk (2023) adalah batako sekam padi. Batako ini menggunakan limbah sekam padi yang melimpah sebagai salah satu bahan susun yang menggantikan pasir. Berdasarkan data dari Kementrian

Pertanian Indonesia pada tahun 2023 produksi padi Indonesia mencapai 10,20 juta hektare dengan produksi padi sekitar 53,63 juta ton gabah kering giling (Badan Pusat Statistik, 2022). Banyak daerah di Indonesia yang memiliki area persawahan yang luas, salah satunya adalah Kabupaten Sleman. Banyaknya area pesawahan berbanding lurus dengan banyaknya limbah sekam padi yang tidak terpakai. Sekam padi adalah sisa dari proses penggilingan padi. Ketika proses penggilingan, butir beras terpisah dengan sekamnya sehingga menjadi bahan limbah sisa penggilingan. Hasil penggilingan padi dapat menghasilkan limbah sekam padi sebesar 20-30%, dedak sebesar 8-12%, dan beras giling sebesar 50-63,5% (Badan Litbang Pertanian, 2011). Limbah dalam jumlah besar ini tentunya akan menjadi bahan buangan di lingkungan sekitar. Padahal, sekam padi masih dapat digunakan menjadi bahan yang bermanfaat, salah satu contohnya dibuat menjadi bahan campuran batako.

Pemanfaatan limbah sekam padi ini tidak hanya menjawab tantangan inovasi, tetapi juga berkontribusi dalam upaya pelestarian lingkungan. Sekam padi, yang biasanya menjadi limbah pertanian, kini dapat dimanfaatkan sehingga mengurangi jumlah limbah. Selain itu, penggunaan sekam padi juga dapat mengurangi penggunaan bahan-bahan konstruksi lain yang mungkin lebih berdampak negatif terhadap lingkungan. Dengan demikian, inovasi dalam industri batako ini mencerminkan suatu langkah maju yang menggabungkan kebutuhan konsumen, dinamika pasar, dan tanggung jawab lingkungan. Ini adalah contoh bagaimana industri dapat beradaptasi dan berkembang seiring dengan perubahan zaman dan tuntutan lingkungan.

Pada penelitian yang lain, contoh beton ramah lingkungan yaitu dengan menggunakan abu sekam padi seperti dalam penelitian Jung dkk. (2018) yang bertujuan untuk menganalisis kelayakan dan keuntungan ekonomis untuk penggunaan abu sekam padi (*rice husk ash*) residu alami pada beton struktural konvensional dan material berbasis semen lainnya. Penelitian beton dengan abu sekam padi ini menghasilkan produk yang mahal sehingga tidak bisa berkompetisi dengan harga produk beton normal di pasaran. Alasan utamanya adalah biaya material abu sekam padi yang mahal, sedangkan produk batako sekam padi yang

dikembangkan oleh Amali (2019) dan Winarno dkk (2023) menggunakan bahan susun sekam padi yang relatif murah karena hanya berupa limbah semata.

Amali (2019) dan Winarno dkk (2023) menganalisis batako pejal dengan ukuran 12 cm x 40 cm x 20 cm yang dibuat di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi (PIMVM), Universitas Islam Indonesia (UII). Proses pencetakan batako dilakukan secara manual (Amali, 2019) dan secara mekanis dengan mesin press (Winarno dkk, 2023). Secara umum, proses pencetakan dilakukan dalam dua proses. Proses pertama adalah pengambilan bahan baku dengan bejana ukur yang terdiri dari sekam padi, semen, dan abu batu kemudian dituang ke dalam mesin pencampur untuk proses pencampuran sambil ditambah air secara bertahap. Kemudian, pada proses yang kedua adalah pemindahan campuran atau hasil adukan bahan susun dari alat pencampur ke cetakan.

Komposisi material pada penelitian ini adalah semen, abu batu, dan sekam padi. Sekam padi adalah limbah dari hasil penggilingan padi dan abu batu adalah limbah dari penggergajian batu andesit yang banyak tersedia di Kapenawon Cangkringan, Kabupaten Sleman. Batako sekam padi dari hasil penelitian Amali (2019) menghasilkan hasil kuat desak sebesar 26,24 kg/cm^2 dan berat volume = 1721 kg/m^3 pada komposisi 1 semen : 3 abu batu : dan 6 sekam padi. Penelitian Winarno dkk (2023) menghasilkan hasil kuat desak sebesar 28 kg/cm^2 dan berat volume = 1345 kg/m^3 pada komposisi 1 semen : 1 abu batu : dan 3 sekam padi. Standar berat volume maksimum untuk beton ringan adalah 1400 kg/m^3 (SNI-03-3449-2002 tentang prosedur pembuatan beton ringan) dan standar kuat desak minimum untuk batako adalah 25 kg/cm^2 (SNI-03-0349-1989 tentang blok beton (batako) untuk material dinding). Batako yang dikembangkan oleh Winarno dkk (2023) telah memenuhi standar berat volume dan kuat desak untuk batako sekam padi.

Produksi batako sekam padi yang dikembangkan Winarno (2023) dalam rangka untuk bersaing dengan bata ringan yang sudah banyak diperjual belikan di toko-toko bangunan. Bata ringan telah mempu menggantikan bata merah dan batako konvensional, dan salah satunya adalah bata ringan dengan merk dagang Blesscon. Bata ringan Blesscon merupakan produk bata ringan berbahan material

yang ramah lingkungan. Bata ringan ini memiliki berat volume sekitar 600 kg/m^3 yang cukup ringan dibandingkan dengan batako konvensional dengan berat volume sekitar 2000 kg/m^3. Harga bata ringan Blesscon adalah sekitar Rp 700.000,- per m^3. Bentuk bata ringan memiliki dimensi dengan presisi yang tinggi, sehingga pada saat pemasangan, antar bata ringan cukup direkatkan dengan mortar atau lem khusus, dengan ketebalan 3 mm–5 mm. Bata ringan memiliki rongga-rongga udara di dalamnya sehingga ditengarai memiliki redaman suhu dan suara yang baik.

Uraian-uraian di atas menggambarkan tentang fakta-fakta atas 3 hal pokok berikut: (1) sebuah produk baru yang akan dipasarkan perlu dilakukan adanya analisis *value innovation*, (2) produk baru berupa batako sekam padi: yang diteliti oleh Winarno dkk (2023) telah memenuhi standar SNI, yang telah diproduksi oleh PIMVM UII, dan yang mana produk batako sekam ini belum ada proses analisis *value innovation*-nya untuk bisa bersaing dengan bata ringan, dan (3) produk sejenis yang berupa bata ringan dengan merek dagang Blesscon telah tersedia di pasaran. Kondisi idealnya adalah bahwa batako sekam padi hasil penelitian Winarno dkk (2023) dan telah diproduksi oleh PIMVM UII dapat dipasarkan dan diterima konsumen sebagai alternatif material dinding di samping material bata ringan yang sudah lazim digunakan saat ini.

Fakta-fakta dan kondisi ideal di atas menunjukkan adanya celah yang perlu diteliti lebih lanjut, yaitu bagaimana analisis *value innovation* pada batako sekam padi yang diproduksi oleh PIMVM UII agar produk baru ini dapat diterima dan laku di pasaran, serta mampu bersaing dengan bata ringan yang sudah lazim digunakan saat ini. *Value* pada batako sekam padi yang diproduksi PIMVM UII harus diselaraskan dengan aspek teknis berupa berat volume sesuai SNI-03-0449-2002, serta aspek kekuatan serta serapan air harus sesuai SNI-03-0349-1989. Selain itu, *value* lainnya, yaitu: redaman suhu, redaman suara, dan harga juga harus dikaji secara mendalam. Analisis *value* dan harga pada bata ringan Blesscon akan dilakukan sebagai pembanding. Untuk mendapatkan gambaran secara obyektif dari pengguna, sebuah survei tentang opini para pengguna material bangunan atas batako sekam padi dan bata ringan akan dilakukan melalui media kuesioner.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dapat diketahui sebagai berikut.

1. Bagaimana *value* pada batako sekam padi yang diproduksi PIMVM UII dan bata ringan merek Blesscon atas nilai aspek teknisnya sesuai SNI-03-0449-2002 dan SNI-03-0349-1989?
2. Bagaimana *value* pada batako sekam padi yang diproduksi PIMVM UII dan bata ringan merek Blesscon atas nilai redaman suhunya?
3. Bagaimana *value* pada batako sekam padi yang diproduksi PIMVM UII dan bata ringan merek Blesscon atas nilai redaman suaranya?
4. Bagaimana *value* dan harga pada batako sekam padi yang diproduksi PIMVM UII dan bata ringan Blesscon?
5. Bagaimana pendapat pengguna material dinding atas analisis *value innovation* pada batako sekam padi yang diproduksi PIMVM UII dan bata ringan merek Blesscon?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan di atas maka didapatkan tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Mengetahui *value* pada batako sekam padi yang diproduksi PIMVM UII dan bata ringan merek Blesscon atas nilai aspek teknisnya sesuai SNI-03-0449-2002 dan SNI-03-0349-1989.
2. Mengetahui *value* pada batako sekam padi yang diproduksi PIMVM UII dan bata ringan merek Blesscon atas nilai redaman suhunya.
3. Mengetahui *value* pada batako sekam padi yang diproduksi PIMVM UII dan bata ringan merek Blesscon atas nilai redaman suaranya.
4. Mengetahui *value* dan harga pada batako sekam padi yang diproduksi PIMVM UII dan bata ringan merek Blesscon.

5. Mengetahui pendapat pengguna material dinding atas analisis *value innovation* pada batako sekam padi yang diproduksi PIMVM UII dan bata ringan merek Blesscon.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan penelitian pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Produk yang dikaji adalah batako sekam padi adalah hasil produksi dari PIMVM UII yang dicetak dengan menggunakan mesin press batako.
2. Produk yang digunakan sebagai pembanding hasil uji adalah bata ringan merek Blesscon.
3. Dimensi batako sekam padi adalah 36 cm × 20 cm × 10 cm.
4. Dimensi bata ringan merek Blesscon adalah 60 cm × 20 cm × 10 cm.
5. Aspek teknis yang akan dilakukan pengujian adalah kuat desak, penyerapan air (*water absorption)*, berat volume, redaman suhu, dan redaman suara.
6. Pengujian benda uji dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia (Lab. BKT UII) dan pengujian lapangan di PIMVM UII.
7. Pelakanaan survei pasar terkait *value innovation* pada pada batako sekam dilakukan melalui media kuesioner pada pengguna bata ringan di daerah Kabupaten Sleman.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan manfaat kepada kontraktor dan konsultan perencana dalam menentukan bahan dinding bangunan yang memiliki kualitas dalam segi teknis dan harga yang lebih baik serta lebih tahan terhadap gempa. Penelitian ini menggunakan batako berlubang dengan sekam padi dan abu batu sebagai pengganti agregat, yang dapat membuat bangunan lebih ringan dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dari limbah sekam padi dan abu batu.

1.6 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di *workshop* Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi Universitas Islam Indonesia (PIMVM UII) dan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia (Lab. BKT UII), Jalan Kaliurang Km. 14,5, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, sedangkan pelaksanaan survei dengan media kuesioner akan dilakukan di Toko Bangunan Murah Jaya, yang terletak di Jalan Kaliurang Km. 8.5, Dayu, Sinduharjo, Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan, manfaat, serta lokasi penelitian telah dijelaskan secara rinci pada Bab I. Tinjauan pustaka pada Bab II ini akan berisi tentang beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh penulis, penelitian ini nantinya akan digunakan oleh penulis sebagai referensi dan acuan dalam melakukan penelitian. Referensi yang digunakan sekurang-kurangnya berasal dari tiga sumber yang berbeda, hal ini terdapat pada Panduan Tugas Akhir Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia tahun 2017. Beberapa referensi yang digunakan pada tinjauan pustaka ini telah dicantumkan nama penulis dan tahun penerbitannya yang bertujuan untuk menghindari plagiasi.

2.2 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan judul penulis yang akan dilaksanakan sangat penting digunakan sebagai pembanding agar mendapatkan hasil yang lebih baik.

2.2.1 Optimasi Batako Sekam Padi yang Dicetak Secara Manual

Amali (2019) telah melakukan penelitian tentang Optimasi Batako Sekam Padi yang Dicetak Secara Manual. Dalam penelitiannya, Amali menggunakan metode eksperimental. Penelitian ini berfokus pada pembuatan batako sekam padi yang dicetak dalam posisi tidur dan secara manual, tanpa menggunakan mesin cetak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui komposisi material sekam padi agar dapat menghasilkan kuat desak yang memenuhi SNI-03-0349-1989 tentang bata beton, mengetahui nilai penyerapan air, dan menentukan harga pokok produksi batako sekam padi. Objek uji yang digunakan adalah beton pejal dengan ukuran 40 cm × 22 cm × 12 cm. Penelitian ini dilakukan dengan membuat sembilan

variasi campuran, dengan setiap variasi menggunakan enam sampel, sehingga total sampel yang digunakan adalah 54 buah. Pengujian kuat tekan dan penyerapan air dilakukan pada batako yang telah berumur 28 hari.

Berdasarkan hasil penelitian Amali (2019), ditemukan bahwa variasi I dengan komposisi campuran semen : abu batu : sekam padi, 1 : 3 : 2,5 memiliki kuat tekan paling besar, yaitu sebesar 79,472 kg/cm^2. Menurut SNI 03-0349-1989, ini termasuk dalam kategori mutu kelas II, dengan batas minimum untuk mutu kelas II adalah 70 kg/cm^2. Variasi II, III, IV dan V juga memenuhi standar kuat tekan yang tertera dalam SNI 03-0349-1989. Namun, variasi VI sampai IX tidak memenuhi persyaratan minimum sesuai dengan SNI. Kesimpulan dari penelitian Amali (2019) adalah semakin banyak komposisi sekam padi, maka semakin rendah juga kuat tekannya. Dalam pengujian penyerapan air, semua variasi telah memenuhi persyaratan penyerapan air maksimum berdasarkan SNI. Dari perhitungan harga batako sekam padi, didapatkan bahwa satu buah batako memiliki harga sebesar Rp 10.000,- dan hanya dapat memproduksi sebanyak 60 batako per hari. Menurut Amali (2019), jika dibandingkan dengan harga batako pada penelitian Hesti (2014) dan harga batako di pasaran, harga ini masih tergolong mahal.

2.2.2 Kemampuan Variasi Campuran Sekam Padi Pada Batako Terhadap Peredaman Suhu

Parmin, dkk. (2022) telah melakukan penelitian mengenai kemampuan variasi campuran sekam padi pada batako terhadap peredaman suhu. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami pengaruh variasi campuran sekam padi terhadap peredaman suhu batako. Batako yang digunakan dalam penelitian ini dibuat dengan mencampur semen, pasir, sekam padi, dan air. Variasi campuran sekam padi yang digunakan adalah 10 %, 20 %, dan 30 % dari jumlah semen yang digunakan.

Hasil dari pengukuran yang dilakukan 4 kali setiap 5 menit dengan interval waktu 15 menit, mendapatkan hasil rata-rata dari pengukuran t_1 dan t_2, serta (Δt) yang merupakan perubahan suhunya pada waktu 0 menit, 5 menit, 10 menit dan 15 menit disajikan dalam Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Hasil Pengukuran Redaman Suhu Batako

Waktu (menit)	Pengukuran Suhu Pada Batako (°C)								
	Tipe A			Tipe B			Tipe C		
	t_1	t_2	Δt	t_1	t_2	Δt	t_1	t_2	Δt
0	25,80	5,80	0,000	26,00	26,00	0,00	26,00	26,00	0,00
5	15,25	48,93	66,33	120,40	48,30	72,10	124,53	46,23	78,30
10	129,53	58,25	71,28	128,58	54,70	73,88	126,53	47,24	79,28
15	132,18	52,95	79,23	131,28	51,05	80,23	129,25	46,98	82,28

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, ditemukan bahwa batako dengan peredaman suhu tertinggi adalah batako tipe-C (0,3) pada waktu 15 menit, dengan peredaman suhu sebesar 82,275°C. Sementara itu, peredaman suhu terendah adalah 66,325°C pada waktu 5 menit. Peredaman suhu ini disebabkan oleh kandungan silika dan oksigen yang ada dalam sekam padi.

2.2.3 Pengaruh Sekam Padi Sebagai Agregat Pada Batako dengan Penambahan Abu Batu dan Fly Ash Terhadap Aspek Teknis, Biaya Produksi, dan Redaman Suara

Wibisono (2023) telah melakukan suatu pengujian yang berjudul Pengaruh Sekam Padi Sebagai Agregat Pada Batako dengan Penambahan Abu Batu dan Fly Ash Terhadap Aspek Teknis, Biaya Produksi, dan Redaman Suara. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui perbandingan komposisi penyusun batako, aspek teknis, nilai redaman suara, dan harga produksinya. Pengujian ini menggunakan lima variasi sampel batako pejal sekam padi dengan dimensi 40 cm × 22 cm × 12 cm yang akan dibandingkan menggunakan bata ringan merk Blesscon dan batako konvensional. Penelitian yang dilakukan merupakan jenis ekperimen dengan pengujian adalah kuat desak, penyerapan air, berat volume, dan redaman suara.

Berdasarkan hasil pengujian, batako sekam padi variasi I dengan komposisi campuran 1 : 0,5 : 0,5 : 2 terbukti optimal dan memenuhi semua aspek teknis. Batako ini memiliki kuat tekan sebesar 29,583 kg/cm^2 yang sudah melebihi standar

SNI yaitu 25 kg/cm^2. Berat volume batako ini adalah 1255,30 kg/m^3, sehingga masih termasuk dalam kategori bata ringan. Daya serap airnya mencapai 19,038%, masuk dalam kategori mutu I yang digunakan sebagai konstruksi yang tidak terlindung (di luar atap). Redaman suara optimal yang dihasilkan oleh batako ini adalah sebesar 26,2 dB. Harga pokok produksi batako ini adalah Rp. 5.857,- per buah dan dijual dengan harga Rp. 7.028,- per buah.

2.2.4 Pemanfaatan Serbuk Limbah Gypsum Sebagai Substitusi Parsial Komposisi Tanah Liat dan Abu Daun Bambu Sebagai Substitusi Parsial Komposisi Sekam Padi Terhadap Batu Bata Merah

Siti dan Rani (2023) telah melaksanakan pengujian yang berkaitan dengan inovasi nilai dalam penggunaan serbuk limbah gypsum untuk menggantikan sebagian komposisi tanah liat, dan abu daun bambu untuk menggantikan sebagian komposisi sekam padi dalam pembuatan batu bata merah. Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah menganalisis efek penambahan serbuk limbah gypsum dan abu daun bambu terhadap kuat tekan, penyerapan air batu bata, dan dampaknya terhadap biaya produksi. Dalam pengujian ini sampel yang digunakan berupa 3 buah batu bata sekam padi, 3 buah batu bata limbah bubuk *gypsum* 2,5% pada tanah liat, 3 buah batu bata limbah bubuk *gypsum* 2,5% & abu daun bambu 5% pada sekam padi, dan 3 buah batu bata limbah bubuk gypsum 2.5% dan abu daun bambu 7,5% pada sekam padi.

Dalam penelitian ini, batu bata merah menunjukkan kekuatan tekan sebesar 1,27 MPa dan tingkat penyerapan air mencapai 11%. Namun, batu bata merah inovasi yang mengandung 2,5% limbah serbuk *gypsum* dan 5% abu daun bambu pada sekam padi menunjukkan peningkatan performa dengan kekuatan tekan mencapai 1,58 MPa dan tingkat penyerapan air hanya 9%. Hasil ini menunjukkan bahwa batu bata merah yang mengandung campuran ini memiliki performa yang lebih baik dibandingkan dengan batu bata merah konvensional. Oleh karena itu, penelitian ini menunjukkan potensi penggunaan limbah serbuk *gypsum* dan abu daun bambu dalam meningkatkan kualitas batu bata merah.

2.2.5 Pemanfaatan Penerapan Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) pada Pembangunan Proyek Gedung Kantor BKD Provinsi Jawa Timur

Rycko dan Retno (2023) telah melakukan penelitian mengenai rekayasa nilai (*value engineering)* dalam dunia konstruksi yang lebih tepatnya pada pembangunan proyek Gedung Kantor BKD Provinsi Jawa Timur. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan normalisasi pembobotan alternatif berdasarkan kriteria biaya, melaksanakan sintesa penilaian dari hasil normalisasi pembobotan untuk mendapatkan kesimpulan hasil perhitungan AHP, menentukan alternatif desain terbaik berdasarkan nilai tertinggi dari sintesa penilaian, dan mengajukan rekomendasi serta alasan mengapa alternatif terpilih dapat menggantikan desain eksisting.

Pada jurnal yang sedang dilihat, parameter pengujian yang digunakan dalam penelitian terkait penerapan metode rekayasa nilai (*value engineering)* pada proyek pembangunan Gedung Kantor BKD Provinsi Jawa Timur meliputi beberapa tahapan. Tahap pertama adalah identifikasi item pekerjaan struktur berbiaya tinggi menggunakan cost breakdown structure dan analisis fungsi. Tahap kedua, tahap kreatif, mencari alternatif desain baru untuk pekerjaan berbiaya tinggi tersebut. Tahap ketiga, tahap analisis, melibatkan seleksi alternatif dengan analisis Life Cycle Cost (LCC) dan Analytical Hierarchy Process (AHP) untuk menemukan alternatif terbaik. Tahap terakhir, tahap rekomendasi, memberikan saran alternatif terpilih berdasarkan hasil analisis. Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwasanya penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan biaya tanpa menghilangkan nilai fungsi dari struktur yang dibangun.

2.3 Perbandingan Penelitian yang Dilakukan

Berdasarkan tinjauan pustaka yang telah penulis gunakan, kita dapat melihat variasi dalam setiap penelitian yang tercantum dalam Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Aspek	**Penelitian Terdahulu**					**Penelitian Sekarang**
	Amali (2019)	Parmin, dkk. (2022)	Wibisono (2023)	Siti dan Rani (2023)	Rycko dan Retno (2023)	Penulis (2024)
Judul Penelitian	Optimasi Batako Sekam Padi Yang Dicetak Secara Manual	Kemampuan Variasi Campuran Sekam Padi Pada Batako Terhadap Peredaman Suhu	Pengaruh Sekam Padi Sebagai Agregat Pada Batako dengan Penambahan Abu Batu dan Fly Ash Terhadap Aspek Teknis, Biaya Produksi, dan Redaman Suara	Pemanfaatan Serbuk Limbah *Gypsum* Sebagai Substitusi Parsial Komposisi Tanah Liat dan Abu Daun Bambu Sebagai Substitusi Parsial Komposisi Sekam Padi Terhadap Batu Bata Merah	Pemanfaatan Penerapan Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) pada Pembangunan Proyek Gedung Kantor BKD Provinsi Jawa Timur	Inovasi Nilai Pada Batako Sekam Padi

Lanjutan Tabel 2.2 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Aspek	Penelitian Terdahulu					Penelitian Sekarang
	Amali (2019)	Parmin, dkk. (2022)	Wibisono (2023)	Siti dan Rani (2023)	Rycko dan Retno (2023)	Penulis (2024)
Tujuan Penelitian	Mengetahui campuran material sekam padi agar dapat menghasilkan kuat desak yang memenuhi SNI, mengetahui nilai penyerapan air, dan harga pokok produksi batako sekam padi.	Mengetahui pengaruh variasi campuran sekam padi terhadap peredaman suhu batako	Mengetahui perbedaan komposisi penyusun batako, aspek teknis, nilai redaman suara, dan harga produksinya	Menganalisis efek penambahan serbuk limbah gypsum dan abu daun bambu terhadap kuat tekan, penyerapan air batu bata, dan dampaknya terhadap biaya produksi.	Mengoptimalkan pemilihan desain menggunakan AHP untuk menilai alternatif berdasarkan biaya, menentukan yang terbaik, serta memberikan rekomendasi pengganti desain saat ini.	Mengetahui kesesuaian batako sekam padi PIMVM UII dan bata ringan merek Blesscon dalam hal kuat tekan dan lendutan, efektivitas redaman suhu dan suara, harga pasar, serta inovasi nilai pada kedua sampel tersebut.
Metode Penelitian	Pengujian variasi sampel, pengujian kuat tekan, pengujian penyerapan air, dan analisis biaya produksi	Pengukuran dan pengamatan terhadap suhu dari berbagai variasi sampel batako	Pengujian kuat desak, penyerapan air, berat volume, dan redaman suara pada lima variasi sampel batako pejal sekam padi dengan dimensi 40 cm × 22 cm × 12 cm.	Pengujian pengukuran kuat tekan dan penyerapan air, serta mengevaluasi biaya produksi pada sampel batu bata dengan variasi tertentu	Identifikasi item pekerjaan struktur berbiaya tinggi, pencarian alternatif desain baru, analisis Life Cycle Cost (LCC), dan Analytical Hierarchy Process (AHP).	Pengujian bada batako sekam padi dan bata ringan Blesscon terhadap kuat desak, lendutan, penyerapan air, redaman suhu, redaman suara, harga jual, serta pelaksanaan survei *value innovation*.

Lanjutan Tabel 2.2 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Aspek	Penelitian Terdahulu					Penelitian Sekarang
	Amali (2019)	Parmin, dkk. (2022)	Wibisono (2023)	Siti dan Rani (2023)	Rycko dan Retno (2023)	Penulis (2024)
Hasil Penelitian	Variasi I dengan campuran 1 PC : 3 abu batu : 2,5 sekam padi memiliki kuat tekan paling besar, yaitu sebesar 79,472 kg/cm^2. Variasi II, III, IV, dan V juga memenuhi standar kuat tekan yang tertera dalam SNI 03-0349-1989. Namun, variasi VI sampai IX tidak memenuhi syarat minimum sesuai dengan SNI. Semua variasi memenuhi syarat penyerapan air maksimum berdasarkan SNI.	Batako tipe-C (dengan 30% campuran sekam padi) memiliki redaman suhu tertinggi pada waktu 15 menit, yaitu sebesar 82,275°C. Redaman suhu ini dipengaruhi oleh kandungan silika dan oksigen dalam sekam padi	Batako sekam padi paling optimal adalah variasi I dengan komposisi campuran 1 : 0,5 : 0,5 : 2 memiliki kuat tekan 29,583 kg/cm2, berat volume 1255,30 kg/m^3, serta daya serap air 19,038%. Redaman suara optimalnya adalah 26,2 dB. Harga pokok produksi per buah adalah Rp. 5.857,- dan dijual dengan harga Rp. 7.028,-.	Batu bata merah dengan 2,5% limbah serbuk gypsum dan 5% abu daun bambu memiliki kuat tekan yang lebih tinggi (1,58 MPa) dan penyerapan air yang lebih rendah (9%) dibandingkan dengan batu bata merah biasa. Hasil ini menunjukkan peningkatan kualitas dan potensi penggunaan limbah gypsum dan abu daun bambu dalam produksi batu bata merah.	Alternatif desain batu bata merah menggunakan 2,5% limbah dari serbuk gypsum dan 5% abu daun bambu pada sekam padi memiliki kuat tekan yang lebih tinggi (1,58 MPa) dan penyerapan air yang lebih rendah (9%) dibandingkan dengan batu bata merah biasa. Penelitian ini mengoptimalkan biaya tanpa mengurangi nilai fungsi dari struktur yang dibangun.	

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Batako

Batako merupakan salah satu bahan bangunan yang sering digunakan untuk membuat dinding rumah. Batako terbuat dari campuran pasir, semen, dan air yang dicetak menjadi bentuk persegi dan memiliki dimensi lebih besar daripada batu bata tanah liat. Menurut SNI 03-0349-1989, batako adalah unsur bangunan yang berbahan dasar semen portland, air, dan agregat atau bahan tambahan lainnya (*additive*) yang berfungsi sebagai material dinding. Menurut Armendariz (2015) kualitas atau mutu batako dipengaruhi oleh banyak hal, seperti faktor air semen atau FAS, usia batako, kepadatan batako, tekstur dan ukuran agregat, dan sebagainya. Mutu batako akan meningkat seiring dengan usia batako. Seperti material beton pada umumnya, umur batako yang dijadikan acuan untuk mengukur kekuatannya adalah 28 hari. Selain itu, kekuatan batako juga tergantung pada tingkat kepadatannya. Oleh karena itu, saat pembuatan, campuran harus dipadatkan sebaik mungkin dengan cara ditekan (*pressed*). Hal ini akan membuat bahan-bahan penyusun batako memadat dan rongga-rongga udara menjadi lebih kecil.

Anhadi (2018) mengklasifikasikan batako menjadi tiga jenis berdasarkan bahan yang digunakan untuk membuatnya, yaitu batako semen, batako *trass* atau batako putih, dan bata ringan.

1. Batako semen adalah batako yang dibuat dari campuran pasir dan semen. Batako ini juga disebut batako *press* karena proses pembuatannya menggunakan sistem *press* menggunakan mesin atau tangan. Batako ini biasanya berukuran panjang 36 – 40 cm, tinggi 18 – 20 cm, dan tebal 8 – 10 cm.



Gambar 3.1 Batako Semen

(www.99.co/blog/indonesia/jenis-batako/)

2. Batako *trass* atau atau batako putih adalah batako yang terbuat dari campuran trass, batu kapur, dan air. *Trass* adalah tanah yang berasal dari batuan vulkanik yang telah mengalami pelapukan dan biasanya berwarna putih atau coklat muda. Batako jenis ini umumnya berukuran panjang 20-30 cm, tebal 8-10 cm, dan tinggi 14-18 cm. Batako *trass* memiliki keunggulan dalam hal pemasangan karena ukurannya yang lebih luas dari batu bata. Proses pemasangan menjadi lebih cepat dan hemat karena satu batako tras bisa menutupi area yang lebih lebar.



Gambar 3.2 Batako Trass

(www.99.co/blog/indonesia/jenis-batako/)

3. Bata ringan adalah bahan bangunan yang digunakan untuk membuat dinding seperti halnya bata merah dan batako. Bata ringan memiliki bobot yang lebih ringan daripada bahan bangunan lainnya meskipun terlihat seperti beton biasa.

Bata ringan biasanya terbuat dari adonan pasir silika, semen, batu kapur, gypsum, air, dan aluminium bubuk, yang diawetkan dengan cara dipanaskan dan diberi tekanan tinggi menggunakan mesin *autoclave*. Bata ringan berukuran 60 cm × 20 cm dengan ketebalan yang berbeda-beda antara 7 – 15 cm. Bata ringan umumnya memiliki berat volume sekitar 850 kg/m^3.



Gambar 3.3 Bata Ringan

(www.blessconbataringan.com/bataringan-blesscon/)

3.1.1 Klasifikasi Batako

Menurut SNI 03-0349-1989, batako dapat dibagi menjadi empat tingkat mutu berdasarkan fungsi dan kondisi penggunaannya, yaitu:

1. Tingkat Mutu I

   Merupakan bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban dan juga untuk konstruksi yang terpapar cuaca atau di luar atap.

2. Tingkat Mutu II

   Merupakan bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban saja, tidak digunakan untuk konstruksi yang terpapar cuaca (di dalam atap).

3. Tingkat Mutu III

   Adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban seperti dinding pembatas atau konstruksi lainnya yang masih terlindungi (di dalam atap) dan permukaan dinding tersebut tidak boleh diplester.

4. Tingkat Mutu IV

Adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban seperti dinding pembatas atau konstruksi lainnya yang masih terlindungi (di dalam atap) dan harus diplester.

3.1.2 Syarat Mutu

Berdasarkan SNI 03-0349-1989, syarat mutu yang harus dipenuhi oleh bata beton adalah sebagai berikut.

1. Penampilan Luar
   a. Permukaan bata harus dalam kondisi baik;
   b. Permukaan bata yang berbentuk khusus, diperbolehkan;
   c. Rusuk-rusuk bata harus saling tegak lurus satu sama lain;
   d. Sudut rusuk bata harus tidak mudah dirusak dengan tekanan jari tangan.
2. Ukuran dan Toleransi

Berikut merupakan ukuran bata beton yang memenuhi syarat SNI 03-0349-1989 pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Syarat Ukuran Bata Beton

No.	Jenis	Ukuran (mm)		
		Panjang	Lebar	Tebal
1.	Pejal	390 +3 atau -5	90 ± 2	100 ± 2
2.	Berlubang a. Kecil b. Besar	 390 +3 atau -5 390 +3 atau -5	 190 +3 atau -5 190 +3 atau -5	 100 ± 2 200 ± 3

3. Syarat Fisis

Syarat fisis sebuah bata beton yang memenuhi SNI 03-0349-1989 adalah pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Syarat Fisis Bata Beton

No	Syarat Fisis	Satuan	Tingkat Mutu Bata Beton Pejal				Tingkat Mutu Bata Beton Berlobang			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV
1.	Kuat desak bruto* rata-rata min.	Kg/cm^2	100	70	40	25	70	50	35	20

Lanjutan Tabel 3.2 Syarat Fisis Bata Beton

No	Syarat Fisis	Satuan	Tingkat Mutu Bata Beton Pejal				Tingkat Mutu Bata Beton Berlobang			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV
2.	Kuat desak bruto masing-masing benda uji min.	kg/cm^2	90	65	35	21	65	45	30	17
3.	Penyerapan air rata-rata, maks.	%	25	35	-	-	25	35	-	-

*) Kuat tekan bruto merupakan beban tekan keseluruhan saat *sample* pecah, dibagi dengan luas dari bata termasuk luas lubang serta cekungan tepi.

3.2 Material Penyusun Batako

3.2.1 Semen

Menurut Budirahardjo, dkk. (2014) semen pozzolan adalah semen yang mengandung bahan pozzolan, yaitu bahan yang dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida yang dihasilkan dari hidrasi semen. Bahan pozzolan dapat meningkatkan kekuatan, kedap air, dan tahan terhadap serangan kimia pada beton. Semen pozzolan adalah salah satu jenis semen hidrolis atau semen portland, yaitu semen yang mengeras saat dicampur dengan air. Semen pozzolan dibuat dengan mencampur semen portland dengan pozzolan halus, baik dengan cara menggiling atau mencampur bubuk. Semen pozzolan memiliki beberapa tipe berdasarkan kadar silika, alumina, dan besi, yaitu tipe C, tipe F, dan tipe N.

Menurut SNI 15-0302-2004 yang mengatur tentang *Portland Pozzoland Cement* (PPC). Semen portland pozolan adalah semen yang terbuat dari campuran semen portland yang homogen dengan bahan yang memiliki sifat pozzolan. Sifat pozzolan adalah sifat yang dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida yang dihasilkan dari hidrasi semen. Beton dan mortar yang menggunakan PPC memiliki sifat yang mudah dikerjakan, tetapi waktu pengikatan akan lebih lama. Beton yang menggunakan semen pozzolan memiliki kekuatan tekan yang lebih rendah pada umur awal, tetapi akan lebih tinggi pada umur lama karena masih terjadi reaksi antara silika aktif pozzolan dengan $Ca(OH)_2$ yang membentuk senyawa CSH.

Menurut SNI 15-0302-2004, semen portland pozolan dibagi menjadi empat jenis dan penggunaannya, yaitu:

1. Jenis IP-U adalah semen portland pozolan yang cocok untuk semua keperluan pembuatan beton.
2. Jenis IP-K adalah semen portland pozolan yang cocok untuk semua keperluan pembuatan beton, serta memiliki ketahanan sulfat dan panas hidrasi yang sedang.
3. Jenis P-U adalah semen portland pozolan yang cocok untuk pembuatan beton yang tidak memerlukan kekuatan awal yang tinggi.
4. Jenis P-K adalah semen portland pozolan yang cocok untuk pembuatan beton yang tidak memerlukan kekuatan awal yang tinggi, serta memiliki ketahanan sulfat dan panas hidrasi yang rendah.

3.2.2 Abu Batu

Letusan Gunung Merapi di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) menyebabkan munculnya material vulkanis yang berlimpah, salah satunya adalah batu andesit. Batu andesit tersebut kemudian digergaji sedemikian rupa untuk menjadi sebuah ornament atau karya seni lainnya. Aktivitas penggergajian batu tersebut menimbulkan limbah hasil penggergajian yang berupa abu batu halus. Limbah ini kurang dimanfaatkan sebagai material bangunan, dan bahkan limbah ini sempat membuat masyarakat sekitar merasa terganggu (Pranoto dan Huda, 2015). Abu batu dapat digunakan sebagai bahan isi dalam pembuatan batako. Pada penelitian ini, penulis menggunakan abu batu yang berasal dari Kecamatan Cangkringan, Sleman. Penggunaan abu batu ini berfungsi untuk membuat batako jadi lebih padat dan juga untuk menghemat penggunaan semen. Diharapkan dengan menggunakan material buangan atau limbah yang ada lingkungan sekitar, kami dapat mengatasi masalah lingkungan yang saat ini menjadi tantangan bagi para peneliti untuk memanfaatkannya.

3.2.3 Sekam Padi

Menurut Heldita (2018) sekam adalah bagian dari bulir padi atau tanaman sejenis yang berupa lembaran kering, bersisik, dan tidak bisa dimakan, yang melindungi bagian dalam yang mengandung biji. Sekam banyak ditemukan pada tanaman rumput-rumputan, tetapi ada juga tanaman yang tidak memiliki sekam seperti jagung dan gandum. Sekam padi terdiri dari dua lapisan keras yang

menutupi biji yang disebut lemma dan palea. Sekam padi akan terlepas dari biji saat proses penggilingan beras dan menjadi limbah.

Penggunaan sekam padi sebagai agregat pada batako dapat menghasilkan batako yang lebih ringan, lebih kuat, lebih hemat biaya, dan lebih redam panas dibandingkan dengan batako konvensional. Komposisi kimiawi yang terdapat pada sekam padi menurut Budirahardjo dkk. (2014) dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Komposisi Kimia Sekam Padi

Komponen	% Berat
Kadar Air	32,40 – 11,35
Protein Kasar	1,70 – 7,26
Lemak	0,38 – 2,98
Ekstrak Nitrogen Bebas	24,70 – 38,79
Serat	31,37 – 49,92
Abu	13,16 – 29,04
Pentosa	16,94 – 21,95
Sellulosa	34,34 – 43,80
Lignin	21,40 – 46,97

Sekam sekitar 20 - 30%, kemudian dedak antara 8 – 12%, dan beras giling antara 50 – 63,5% dari bobot awal gabah dihasilkan pada proses penggilingan padi. Menurut Budirahardjo dkk. (2014) sekam juga dapat dimanfaatkan sebagai berbagai keperluan diantaranya adalah:

1. Zat kimia furturalnya yang dapat digunakan sebagai bahan baku pada berbagai indsutri kimia.
2. Kandungan silika (SiO_2) yang dapat dimanfaatkan sebagai campuran pada pembuatan semen Portland, bahan isolasi, husk-board dan campuran bata merah.
3. Dapat digunakan sebagai sumber energi. Kadar selulosa yang cukup tinggi dapat menghasilkan pembakaran yang lebih seragam.

3.2.4 Air

Air merupakan salah satu bahan yang berperan penting dalam proses pembuatan batako. Fungsi air adalah untuk menghidrasikan semen secara kimiawi, yaitu reaksi kimia yang disebut hidrasi. Selain itu, air juga berfungsi untuk melembabkan agregat dan memudahkan pekerjaan beton. Air yang dipakai untuk campuran harus bersih dan tidak mengandung zat-zat yang bisa merusak kualitas beton, seperti garam, asam, alkali, minyak, dan sejenisnya. Kuantitas air yang dipakai sangat mempengaruhi kekuatan batako. Setiap komposisi beton tertentu memerlukan jumlah air yang sesuai. Jika air berlebih, akan menyebabkan banyak gelembung air saat hidrasi selesai. Jika air kurang, akan mengakibatkan hidrasi tidak sempurna.

3.3 Pengujian yang Dilakukan

3.3.1 Uji Kuat Desak dan Lendutan

Kuat tekan adalah rasio antara beban maksimum yang menyebabkan benda uji rusak akibat gaya tekan yang diberikan oleh mesin tekan dengan luas penampang benda uji. Mutu batako ditentukan oleh nilai kuat tekannya, semakin tinggi nilai kuat tekan yang diperoleh maka semakin baik mutu batako yang diuji. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap nilai kuat tekan adalah kepadatan, faktor air semen, kualitas material yang dipakai, sifat agregat, dan umur. Berdasarkan SNI 03-1974-2011 mengenai uji kuat tekan beton, untuk menghitung nilai kuat tekan beton menggunakan Persamaan 3.1 berikut ini.

$$\sigma = \frac{P}{A} \tag{3.1}$$

dengan :

σ = Kuat tekan beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang bidang tekan (mm^2)

Luaran dari pengujian kuat tekan adalah berupa beban P dan lendutan Δ. Lendutan yang terjadi pada batako diakibatkan dari bekerjanya gaya tekan. Lendutan yang terjadi pada batako dapat ditinjau dari sisi kanan dan kiri batako.

Semakin besar lendutan yang terjadi akibat gaya tekan, maka semakin rendah pula kemampuan batako dalam menerima gaya tekan.

3.3.2 Uji Penyerapan Air

Penyerapan air dihitung dengan membandingkan berat air yang terserap oleh batako dengan berat kering batako dan dinyatakan dalam persen. Penyerapan air dipengaruhi oleh jumlah dan ukuran pori pada batako. Batako yang memiliki pori banyak dan besar akan menyerap air lebih banyak daripada batako yang memiliki pori sedikit dan kecil. Penyerapan air yang tinggi akan mengurangi ketahanan batako terhadap cuaca dan beban. Untuk menguji penyerapan air pada batako, digunakan Persamaan 3.2 berikut.

$$\text{Penyerapan (\%)} = \frac{\mathrm{A}-\mathrm{B}}{\mathrm{B}} \times 100\% \qquad (3.2)$$

dengan :

A = Berat batako sebelum dikeringkan (kg)

B = Berat batako setelah dikeringkan (kg)

3.3.3 Uji Daya Redaman Suhu

Batako adalah salah satu material bangunan yang banyak digunakan karena memiliki keunggulan seperti kuat, tahan lama, dan murah. Namun, batako juga memiliki kelemahan, yaitu mudah menyerap panas dan menyebabkan suhu ruangan menjadi tinggi. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk meningkatkan kualitas batako, khususnya dalam hal daya redam panas. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menambahkan sekam padi sebagai agregat dalam campuran batako. Sekam padi merupakan limbah pertanian yang melimpah dan memiliki kandungan silika yang dapat meningkatkan ketahanan panas batako. Untuk menentukan besar nilai daya redam suara Persamaan 3.3 di bawah ini.

$$\Delta t = \Delta_1 - \Delta_2 \qquad (3.3)$$

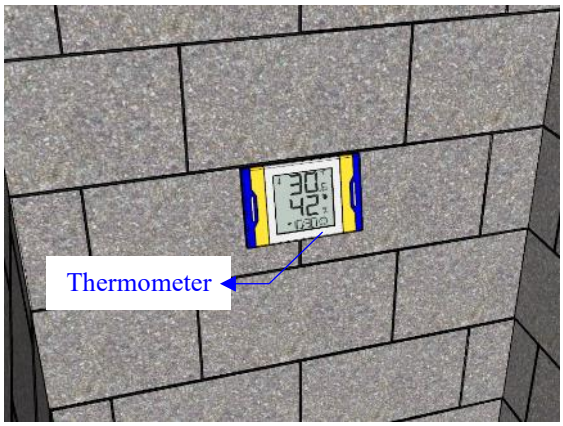
dengan :

Δt = Nilai daya redam panas (°C)

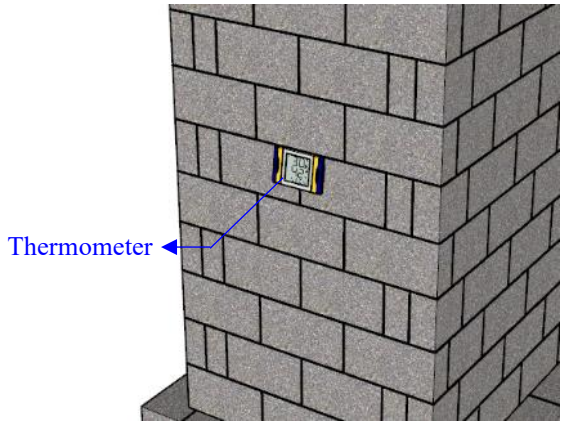
Δ_1 = Suhu yang diukur di luar ruangan (°C)

Δ_2 = Suhu yang diukur di dalam ruangan (°C)

Kemudian, untuk ilustrasi pengujian daya redam panas dari bagian dalam dan bagian luar bangunan sederhana dapat dilihat secara berurutan pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5 di bawah ini.



Gambar 3.4 Ilustrasi Pegujian Redaman Suhu di Dalam Bangunan



Gambar 3.5 Ilustrasi Pegujian Redaman Suhu di Luar Bangunan

3.3.4 Uji Daya Redaman Suara

Salah satu kelamahan batako adalah redaman suara yang tidak begitu baik. Hal ini dapat menyebabkan kebisingan di dalam ruangan yang menggunakan batako sebagai dinding. Oleh karena itu, penting untuk mengukur besarnya penyerapan batako terhadap suara, sehingga dapat mengetahui pengaruh material yang digunakan terhadap kemampuan batako dalam meredam suara. Besaran nilai redaman suara batako dapat diketahui menggunakan Persamaan 3.4 di bawah ini.

$$\Delta s = \Delta_1 - \Delta_2 \quad (3.4)$$

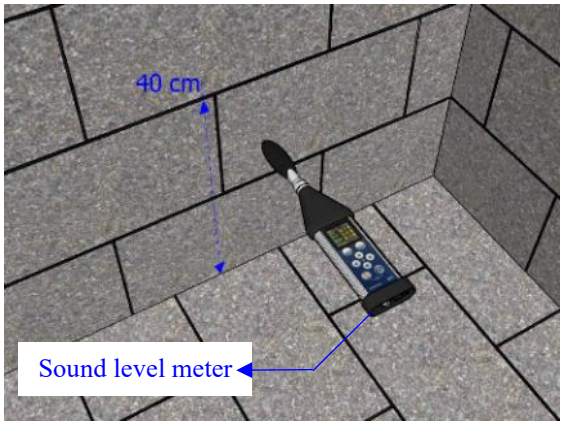
dengan :

Δs = Nilai daya redaman suara (dB)

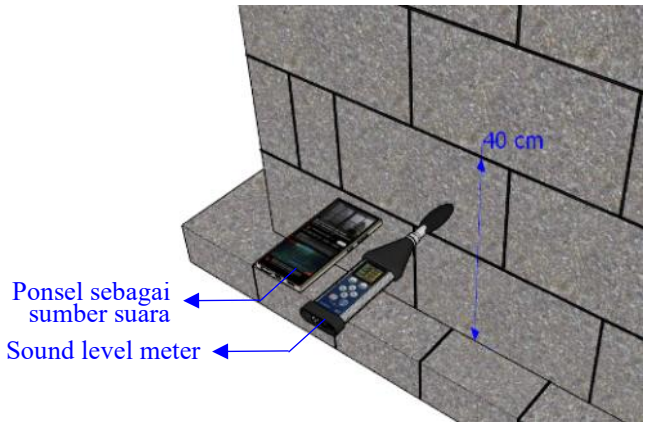
Δ_1 = Besaran suara yang diukur di luar ruangan (dB)

Δ_2 = Besaran suara yang diukur di dalam ruangan (dB)

Pada pengujian ini digunakan dua buat *sound level* meter dan sebuah ponsel sebagai sumber suara yang diposisikan pada ketinggian 40 cm agar suara dapat ditangkap dengan baik oleh *sound level meter* yang ada di dalam. Kemudian, untuk ilustrasi pengujian daya redam suara dari bagian dalam dan bagian luar bangunan sederhana dapat dilihat secara pada Gambar 3.6 dan Gambar 3.7 di bawah ini.



Gambar 3.6 Ilustrasi Pegujian Redaman Suara di Dalam Bangunan



Gambar 3.7 Ilustrasi Pegujian Redaman Suara di Luar Bangunan

3.4 Survei Harga dan *Value Innovation*

Survei sebagai teknik penelitian digunakan untuk mengakses dan mengumpulkan data dari populasi yang luas dengan memanfaatkan sekelompok sampel yang lebih kecil. Kata survei berasal dari Bahasa Latin, terdiri dari *sur* yang berarti di atas atau melebihi, dan *vey* yang berarti melihat. Oleh karena itu, survei dapat diartikan sebagai melihat dari atas atau melihat secara menyeluruh (Soeharto, 2000).

Menurut Alsa (2004), survei adalah prosedur saat peneliti melakukan survei atau memberikan kuesioner atau skala kepada sekelompok sampel untuk mendeskripsikan sikap, opini, perilaku, atau karakteristik responden. Hasil survei ini kemudian digunakan oleh peneliti untuk membuat klaim tentang tren yang ada dalam populasi.

Menurut Saaty (1993), *value innovation* adalah konsep strategis yang memungkinkan perusahaan mencapai pertumbuhan tinggi melalui pendekatan yang berbeda dari metode konvensional. *Value innovation* menggabungkan diferensiasi dan biaya rendah secara simultan, menciptakan lompatan nilai bagi pembeli dan perusahaan. Konsep ini memungkinkan perusahaan untuk menciptakan produk yang menggabungkan beberapa elemen yang membedakannya dari pesaing, sambil tetap memperhatikan efisiensi biaya. Dalam konteks penelitian sekam padi, *value innovation* dapat diterapkan dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti kekuatan, ketahanan, dan biaya produksi. *Value innovation* suatu barang dapat diketahui menggunakan metode *Analitical Hierarchy Process* (AHP) yang bertujuan untuk menghasilkan prioritas keputusan yang lebih mirip dengan proses pengambilan keputusan manusia dan dapat menjadi landasan untuk menciptakan produk yang memenuhi kebutuhan pasar sambil tetap mengoptimalkan keuntungan bagi produsen.

BAB IV
METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Tinjauan Umum

Metodologi penelitian adalah suatu langkah-langkah sistematis yang diterapkan untuk mencapai tujuan penelitian tugas akhir sehingga dapat menghasilkan temuan yang valid dan reliabel. Pada bab ini, akan diuraikan secara rinci tentang proses penelitian tugas akhir yang meliputi pembuatan sampel, pengujian, dan analisis data, serta disajikan dalam bentuk diagram alir untuk memperjelas gambaran keseluruhan penelitian. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang dilaksanakan di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi Universitas Islam Indonesia (PIMVM UII) dan sampel akan diuji di Laboratorium Bahan Konstruksi UII. Metode eksperimen merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu variabel terhadap variabel lainnya dalam situasi yang dikendalikan. Variabel dibedakan menjadi dua jenis, yaitu variabel dependen dan variabel independen. Dalam penelitian ini, variabel dependennya adalah kemampuan redaman suhu, kemampuan redaman suara, kuat tekan, penyerapan air, dan harga pokok produksi, sedangkan variabel independennya adalah penambahan sekam padi pada campuran bahan pembuat batako.

4.2 Data Primer dan Sekunder

4.2.1 Data Primer

Data primer meupakan data yang diperoleh langsung dari sumbernya melalui observasi, wawancara, survei, atau penelitian, seringkali dianggap sebagai fondasi penelitian karena keaslian dan objektivitasnya. Data ini, dalam bentuk mentah dan belum diolah, memberikan gambaran yang jujur dan tidak terdistorsi tentang fenomena yang sedang diteliti. Oleh karena itu, data primer sangat penting dalam membangun argumen atau hipotesis dalam penelitian. Selain itu, data primer juga

memungkinkan peneliti untuk memvalidasi dan menguji kebenaran data sekunder yang telah ada sebelumnya.

Dalam penelitian ini, data primer yang diperoleh oleh penulis antara lain meliputi pengujian kuat desak dan lendutan batako sekam padi, pengujian serapan air batako sekam padi, pengujian berat volume batako sekam padi, pengujian redaman suhu batako sekam padi dan bata ringan merek Blesscon, pengujian redaman suara batako sekam padi dan bata ringan merek Blesscon, harga satuan batako sekam padi dan bata ringan merek Blesscon, serta data *value innovation* dari batako sekam padi dan bata ringan merek Blesscon.

4.2.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah informasi yang telah ada dan dapat digunakan sebagai pendukung dalam penelitian. Sumbernya bervariasi, mulai dari publikasi pemerintah, laporan industri, hingga studi akademis sebelumnya. Penggunaan data sekunder seringkali bertujuan untuk memperoleh pemahaman awal mengenai subjek penelitian, melakukan analisis perbandingan, atau sebagai pelengkap data primer dalam sebuah studi.

Dalam penelitian ini, data sekunder digunakan sebagai pembanding untuk data primer. Data tersebut meliputi hasil pengujian kekuatan tekan dan lentur bata ringan merek Blesscon serta data hasil penyerapan air bata ringan merek Blesscon. Data-data tersebut diambil dari penelitian yang dilakukan oleh Hadi Wibisono dengan judul "Pengaruh Sekam Padi Sebagai Agregat Pada Batako Dengan Penambahan Abu Batu dan Fly Ash Terhadap Aspek Teknis, Biaya Produksi, dan Redaman Suara" yang dipublikasikan pada tahun 2023.

4.3 Metode Pengujian

Dalam melaksanakan penelitian, penulis harus memiliki metode yang jelas agar data yang dihasilkan dapat optimal dan minim terjadi kesalahan. Berikut merupakan langkah-langkah metode yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian ini.

4.3.1 Mencari Referensi Berdasarkan Tujuan Penelitian

Sebelum melakukan penelitian, penulis harus mencari referensi berdasarkan tujuan penelitian yang akan dibuat. Hal ini bertujuan agar penelitian yang akan dilakukan memiliki dasar. Referensi penelitian dapat berupa jurnal maupun tugas akhir milik orang lain yang telah dipublikasikan.

4.3.2 Studi Referensi

Setelah mencari beberapa referensi yang sesuai dengan tujuan penelitian yang akan dicapai, langkah selanjutnya adalah mempelajari dan membandingkan referensi tersebut dengan tujuan penelitian yang akan dilaksanakan.

4.3.3 Pembelian Sampel

Setelah melakukan studi referensi, langkah berikutnya adalah melakukan pembelian sampel batako sekam padi di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi Universitas Islam Indonesia (PIMVM UII) dan sampel bata ringan di TB Dadi Makmur.

4.3.4 Pengumpulan Data dengan Pengujian

Tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian teknis, berikut merupakan metode yang digunakan dalam pengujian-pengujian teknis yang akan dilakukan.

a. Berat volume

   Pengujian berat volume dilakukan terhadap batako sekam padi di Lab. BKT UII dengan membandingkan berat sampel dan volume sampel.

b. Kuat Desak

   Pengujian kuat desak dilakukukan terhadap batako sekam padi di Lab. BKT UII menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM).

c. Serapan air

   Pengujian serapan air dilakukan dengan memotong sampel batako sekam padi dengan dimensi 3 cm × 10 cm × 5 cm. Kemudian, dibandingkan berat basahnya dan berat kering ovennya.

d. Redaman suhu

   Pengujian redaman suhu dilakukan dengan membuat dua buah sarana pengujian dengan dimensi panjang 180 cm, lebar 108 cm, tinggi bagian depan 193 cm, dan tinggi bagian belakang 230 cm yang masing-masing terbuat dari

material batako sekam padi dan bata ringan Blesscon yang sudah dicat putih. Kemudian, dilakukan perbandingan antara suhu yang ada di luar dan di dalam sarana pengujian.

e. Redaman suara

Pengujian redaman suara dilaksanakan di sarana pengujian yang telah dibuat sebelumnya. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan besaran suara yang terjadi di luar dan di dalam sarana pengujian.

4.3.5 Pengumpulan Data

Setelah mendapatkan data teknis melalui pengujian. Kemudian, dilakukan pengumpulan data berupa harga satuan bata ringan Blesscon dan survei *value innovation* kepada responden. Berikut ini merupakan metode yang digunakan dalam pengumpulan data yang akan dilakukan.

1. Survei Harga Bata Ringan Blesscon

   Survei harga bata ringan Blesscon dilakukan dengan bertanya ke beberapa toko yang tersebar di beberapa kawasan di Kabupaten Sleman. Hal ini perlu dilakukan agar harga bata ringan Blesscon lebih representatif dengan tidak hanya melakukan survei di satu kawasan saja.

2. Survei *Value Innovation*

   Survei *value innovation* dilakukan dengan bertanya kepada masyarakat mengenai beberapa aspek mengenai material konstruksi dinding dan pilihan masyarakat dalam menentukan material konstruksi dinding yang cocok bagi mereka.

4.3.6 Analisis dan Pembahasan

Tahap selanjutnya setelah memperoleh data yang diperlukan adalah menganalisis dan membahas data tersebut. Pengujian yang perlu dilakukan analisis dan pembahasan meliputi berat volume, kuat desak, serapan air, redaman suhu, redaman suara, harga satuan material, dan *value innovation*. Analisis dan pembahan dapat dilihat pada Bab V.

4.3.7 Kesimpulan

Tahapan terakhir dalam proses metode pengujian pada tugas akhir ini adalah pengambilan kesimpulan dari seluruh hasil yang didapatkan. Didalam kesimpulan

tersebut juga terdapat beberapan saran yang dapat disampaikan agar pihak lain yang ingin melakukan pengujian yang sama mendapat hasil yang lebih baik.

4.4 Pelaksanaan Penelitian

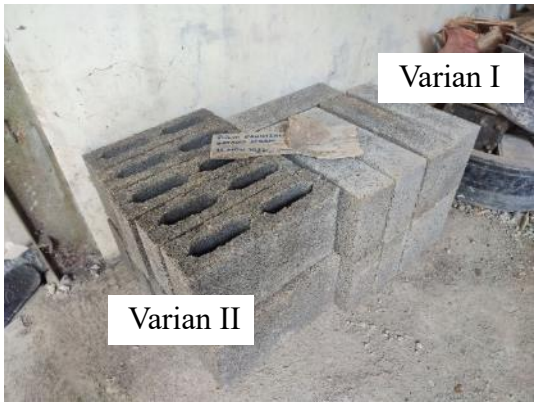
4.4.1 Pembelian Batako Sekam Padi dan Bata Ringan Blesscon

Sebelum melakukan pengujian, penulis akan membeli benda uji yang berupa batako sekam padi di PIMVM UII dan bata ringan merek Blesscon di TB Dadi Makmur yang berlokasi di Jl. Degolan, Krawitan, Kabupaten Sleman. Sementara itu, untuk batako sekam padi dicetak menggunakan mesin cetak bergetar. Berikut merupakan rincian perencanaan komposisi yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Komposisi Bahan Susun Batako

Variasi	Komposisi dalam Volume		
	PC	Abu Batu	Sekam Padi
I	1	1	2
II			3

Untuk batako sekam padi variasi I dan variasi II yang telah dibeli dari Pusat Inovasi Vulkanik Merapi Universitas Islam Indonesia dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Hasil Batako yang Siap untuk Diuji

4.4.2 Pengumpulan Data Melalui Pengujian Laboratorium

Dalam proses ini, data diperoleh melalui serangkaian pengujian laboratorium. Pengujian ini mencakup pengujian kuat tekan serta lendutannya, serapan air, berat volume, redaman suhu dan redaman suara pada sampel batako dan bata ringan. Semua pengujian ini dilakukan pada sampel yang telah berumur 28 hari.

1. Pengujian Berat Volume

   Pengujian berat volume dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia (Lab. BKT UII) terhadap 8 sampel dari setiap variasi batako sekam padi. Pengujian ini melibatkan penggunaan timbangan dan alat pengukur panjang. Berikut merupakan tahapan yang dijalankan dalam pengujian berat volume:

   a. Penamaan batako sesuai dengan variasinya.
   b. Pengukuran dimensi batako, mencakup panjang, lebar, dan tebal.
   c. Perhitungan volume batako berdasarkan dimensi yang telah diukur.
   d. Pengukuran berat batako dengan menggunakan timbangan.
   e. Melakukan perhitungan berat volume dengan Persamaan 4.1 sebagai berikut.

$$\text{Berat volume} = \frac{\textit{Berat Kering Batako}}{\textit{Volume Batako}} \tag{4.1}$$

2. Pengujian Kuat Desak dan Lendutan

   Untuk pengujian kuat desak, total 16 sampel dengan 8 sampel tiap variasi batako sekam padi. Sebelum pengujian, sampel diperiksa untuk memastikan bahwa sampel telah berada di tengah alat uji desak. Ini dilakukan dengan cara memberikan tanda pada pelat besi yang digunakan sebagai alas batako setelah diukur menggunakan penggaris. Pengujian kuat desak ini juga memperhitungkan lendutan yang terjadi ketika batako menerima gaya desak maksimum. Untuk memudahkan penempatan alat pengukur lendutan pada bagian tengah sisi kanan dan sisi kiri batako diberi tanda menggunakan bantuan spidol dan meteran. Pengujian kuat tekan dilakukan menggunakan

alat uji desak manual di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.



Gambar 4.2 Pemberian Tanda Untuk Pengukuran Lendutan

Untuk langkah-langkah pengujian kuat desak dan pengecekan lendutan yang terjadi adalah sebagai berikut:

a. Kodefikasi pada setiap batako untuk memudahkan dalam menganalisis pengujian kuat desak.
b. Berikan tanda pada bagian tengah sisi kanan dan kiri batako agar lebih mudah dalam menempatkan alat pengukur lendutan.
c. Timbang masing-masing batako menggunakan timbangan elektrik.



Gambar 4.3 Sampel Batako Ditimbang Sebelum Pengujian

d. Letakkan pelat baja di bawah mesin uji tekan, tepat di atas meja tekan. Pelat harus diletakkan dengan simetris, dengan jarak yang sama antara sisi kanan dan kiri.
e. Benda uji kemudian diletakkan secara tegak lurus, dengan posisi sisi berlubang berada di bagian bawah. Setelah itu, pelat lain diletakkan di atas benda uji, juga dengan simetris.
f. Untuk memudahkan penempatan batako, berikan garis bantu pada pelat baja setelah menempatkan batako secara simetris di atas pelat baja kemudian berikan garis bantu di bagian depan atau belakang batako.
g. Pemasangan dial pengukur lendutan agar mengetahui lendutan yang terjadi selama proses pembebanan.
h. Setelah semua persiapan selesai, mesin uji kuat desak dinyalakan. Pembebanan maksimal yang dicapai beserta lendutan yang terjadi selama proses ini kemudian dicatat untuk analisis lebih lanjut.



Gambar 4.4 Proses Pengujian Kuat Desak Batako

i. Setelah dilakukan proses pengujian, dapat dilihat pada Gambar 4.5 benda uji mengalami retakan.



Gambar 4.5 Kondisi Batako Setalah Dilakukan Uji Kuat Desak

j. Kemudian, lakukan analisis kuat tekan dan regangan menggunakan Persamaan 4.2 dan Persamaan 4.3 di bawah ini.

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{A} \quad (4.2)$$

dengan:

P = Beban maksimum (kg), dan

A = Luas penampang (cm^2)

$$\text{Regangan} = \frac{\Delta L}{L} \quad (4.3)$$

dengan:

ΔL = Lendutan kiri (mm), dan

L = Tebal batako (mm)

3. Pengujian Serapan Air

Dalam pengujian penyerapan air digunakan 21 sampel dengan 8 sampel tiap variasi batako sekam padi. Dimensi sampel batako sekam yang digunakan untuk pengujian ini adalah 3 cm × 10 cm × 5 cm. Semua pengujian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik di Universitas Islam Indonesia. Proses ini penting untuk menentukan sejauh mana batako dan bata ringan dapat menyerap air, yang merupakan faktor penting dalam menentukan kualitas kedua bahan dinding tersebut.

Berikut merupakan langkah-langkah dalam melakukan uji penyerapan air:

a. Memotong sampel sesuai dengan dimensi yang ditentukan menggunakan gerinda.



Gambar 4.6 Pemotongan Sampel Batako

b. Tempatkan benda uji dalam air dengan suhu ruang dan biarkan selama 24 jam. Setelah itu, angkat dan biarkan mengering selama sekitar satu menit. Kemudian, gunakan kain lembab untuk mengelap permukaan batako, sehingga air berlebih dapat diserap oleh kain tersebut.



Gambar 4.7 Proses Perendaman Batako

c. Timbang batako yang telah direndam menggunakan timbangan eletrik. Lalu catat hasilnya (A).

d. Kemudian, masukkan benda uji batako ke dalam oven dengan suhu 110 ± 5 °C selama 24 ± 4 jam.



Gambar 4.8 Proses Pengeringan Batako Menggunakan Oven

e. Keluarkan batako dari oven. Kemudian timbang masing-masing sampel dan catat hasilnya (B).

f. Lakukan perhitungan penyerapan air yang terjadi pada batako menggunakan Persamaan 4.4 sebagai berikut

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{W_{wet} - W_{dry}}{W_{dry}} \times 100\% \quad (4.4)$$

dengan:

W_{wet} = Berat basah (kg), dan

W_{dry} = Berat kering (kg)

4. Pengujian Redaman Suhu

Perbandingan daya redam panas dari batako sekam dan bata ringan diuji dengan cara membangun bangunan sederhana yang terletak di halaman Pusat Inovasi Vulkanik Merapi. Pengujian ini menggunakan alat *thermometer* ruangan yang diletakkan di dalam dan di luar bangunan sederhana yang telah dibuat.

Berikut merupakan langkah-langkah pengujian daya redam panas:

a. Persiapkan bangunan sederhana sebagai media uji daya redaman suhu dari batako sekam dan bata ringan.



Gambar 4.9 Bangunan Sederhana

b. Persiapkan *thermometer* dan letakkan *thermometer* di luar bangunan sederhana. Tunggu selama 10 menit, lalu catat hasilnya. (t_{A1})
c. Letakkan *thermometer* di dalam bangunan sederhana dan tunggu selama 10 menit, lalu catat hasilnya. (t_{B1})
d. Kemudian hitung selisih suhunya dengan Persamaan 4.5 sebagai berikut.

$$\Delta t = (t_A) - (t_B) \quad (4.5)$$

dengan:

Δt = Redaman suhu (°C),

t_A = Suhu luar bangunan (°C), dan

t_B = Suhu dalam bangunan (°C).

5. Pengujian Redaman Suara

Perbandingan daya redam suara dari batako sekam dan bata ringan diuji dengan cara membangun bangunan sederhana yang terletak di halaman Pusat Inovasi Vulkanik Merapi. Pengujian ini menggunakan alat *sound level meter* yang diletakkan di dalam dan di luar bangunan sederhana yang telah dibuat. Berikut merupakan langkah-langkah pengujian daya redam suara:

a. Persiapkan bangunan sederhana sebagai media uji daya redaman suara dari batako sekam dan bata ringan.

b. Lakukan pengujian daya redam suara dilakukan pada malam hari agar tidak terganggu dengan suara kendaraan yang lewat.
c. Persiapkan dan letakkan alat *sound level meter* di dalam dan di luar bangunan.
d. Nyalakan sumber suara yang berasal dari ponsel pada sisi luar bangunan sederhana. Suara yang digunakan adalah suara hujan yang konstan dan stabil.
e. Catat perubahan suara pada *sound level meter* di sisi luar (s_A) dan dalam (s_B) bangunan sederhana sebanyak 10 kali untuk setiap jenis batako dengan rentang 10 menit tiap pencatatannya.



Gambar 4.10 Pengujian Redaman Suara

f. Kemudian hitung daya redaman suaranya dengan Persamaan 4.6 sebagai berikut.

$$\Delta s = (s_A) - (s_B) \quad (4.6)$$

dengan:

Δs = Redaman suara (dB),
s_A = Besaran suara di luar bangunan (dB), dan
s_A = Besaran suara di dalam bangunan (dB).

4.4.3 Pengumpulan Data Harga Satuan Sampel

Pengumpulan data harga satuan sampel benda uji dilakukan dengan melakukan survei harga satuan batako sekam padi di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi Universitas Islam Indonesia (PIMVM UII). Selanjutnya, survei harga satuan bata ringan juga dilakukan di beberapa toko material di daerah Kabupaten Sleman. Hasil dari kedua survei tersebut kemudian dibandingkan untuk mengetahui selisih harga antara batako sekam padi dan bata ringan. Analisis ini penting untuk menentukan efisiensi biaya dalam penggunaan bahan bangunan.

4.4.4 Pengumpulan Data *Value Innovation* dengan Metode Survei

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode survei langsung secara acak di Toko Bangunan Murah Jaya, yang terletak di Jalan Kaliurang Km. 8.5, Dayu, Sinduharjo, Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Tujuan survei ini adalah untuk mengetahui preferensi masyarakat dalam memilih bahan konstruksi untuk dinding. Para responden akan diberikan kuisioner yang membandingkan bobot kepentingan dari enam parameter, yaitu kuat desak, serapan air, harga, berat volume, redaman suhu, dan redaman suara. Kemudian dari enam parameter tersebut dibandingan satu sama lain dengan rentang skor 1 sampai dengan 9 dengan kriteria skor sebagai berikut: 1) ketika keduanya sama penting; 3) ketika salah satu sampel sedikit lebih penting daripada sampel lainnya; 5) ketika salah satu sampel sangat penting daripada sampel lainnya; 7) ketika salah satu sampel jelas lebih penting daripada sampel lainnya: 9) ketika salah satu sampel mutlak lebih penting daripada sampel lainnya; dan 2), 4), 6), 8) ketika ragu-ragu antara dua nilai yang berdekatan dalam menilai salah satu sampel. Setelah menentukan bobot kepentingan, para responden akan diberikan data teknis mengenai batako sekam padi dan bata ringan merek Blesscon. Data ini akan menjadi dasar dalam pemilihan bahan konstruksi dinding beserta alasannya. Terakhir, para responden akan dimintai saran mengenai batako sekam padi sebagai produk baru agar dapat diterima oleh masyarakat.

Kemudian, data responden yang didapatkan dari survei *value innovation* akan diolah menggunakan metode *Analitical Hierarchy Process* (AHP) yang

dikemukakan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1993. Berikut ini merupakan langkah-langkah metode *Analitical Hierarchy Process* (AHP):

1. Menentukan kriteria-kriteria yang akan menjadi persyaratan, yaitu kuat desak, serapan air, harga, berat volume, redaman suhu, dan redaman suara.
2. Menentukan matriks perbandingan berpasangan dengan nilai yang telah dirumuskan oleh Saaty (1993).
3. Melakukan normalisasi matriks dengan cara membagi elemen-elemen yang ada pada matriks berpasangan dengan jumlah nilai elemen tiap kolom dengan Persamaan 4.7 sebagai berikut.

$$\text{Normalisasi matriks} = \text{Nilai matriks} \times \frac{1}{\Sigma\ (matriks\ kolom)} \tag{4.7}$$

4. Menghitung rata-rata tiap kriteria agar mendapatkan nilai vektor bobot dengan Persamaan 4.8 sebagai berikut.

$$\text{Vektor bobot} = \frac{\Sigma\ (nilai\ matriks\ baris)}{n} \tag{4.8}$$

5. Menguji konsistensi dengan langkah-langkah sebagai berikut:
   a. Menghitung vektor Aw dengan Persamaan 4.9 sebagai berikut.

$$\text{Vektor Aw} = \Sigma\ (\text{Baris matriks berpasangan} \times \text{Kolom vektor bobot}) \tag{4.9}$$

   b. Menghitung vektor konsistensi (λ) dengan Persamaan 4.10 sebagai berikut.

$$\lambda = \frac{vektor\ Aw}{vektor\ bobot} \tag{4.10}$$

   c. Menghitung indeks konsistensi (CI) dengan Persamaan 4.11 sebagai berikut.

$$\text{CI} = \frac{\lambda - n}{n - 1} \tag{4.11}$$

   dengan:
   λ = Vektor konsistensi, dan
   n = Jumlah kriteria.
   d. Menghitung rasio konsistensi (CR) dengan Persamaan 4.12 sebagai berikut.

$$CR = \frac{CI}{IR} \quad (4.12)$$

dengan:

CR = Rasio konsistensi,

CI = Indeks konsistensi, dan

IR = Indeks Rasio.

Lalu menentukan apakah nilai rasio konsistensi bisa dikatakan konsisten atau tidak.

e. Membuat *pie chart* berdasarkan data vektor bobot untuk menarik kesimpulan dari preferensi responden terhadap kriteria yang disediakan.

4.5 Tahap Analisis Data dan Pembahasan

Dalam melakukan analisis data yang telah diperoleh, tujuannya adalah untuk menemukan variasi batako yang paling efektif. Variasi batako yang efektif diartikan sebagai batako yang telah memenuhi standar teknis SNI, memiliki beberapa inovasi nilai, dan memiliki biaya produksi terendah. Dengan demikian, dapat dipastikan bahwa produk yang dihasilkan tidak hanya memenuhi standar kualitas yang ditetapkan dan memiliki inovasi nilai, tetapi juga dapat diproduksi dengan biaya yang efisien. Lebih lanjut, proses ini juga menganalisis preferensi pasar berdasarkan data yang didapatkan dari survei *value innovation* dalam menentukan bahan konstruksi dinding yang cocok berdasarkan bobot kepentingannya. Ini merupakan langkah penting dalam proses produksi karena membantu dalam memastikan bahwa produk yang dihasilkan adalah yang terbaik dalam hal kualitas dan efisiensi biaya.

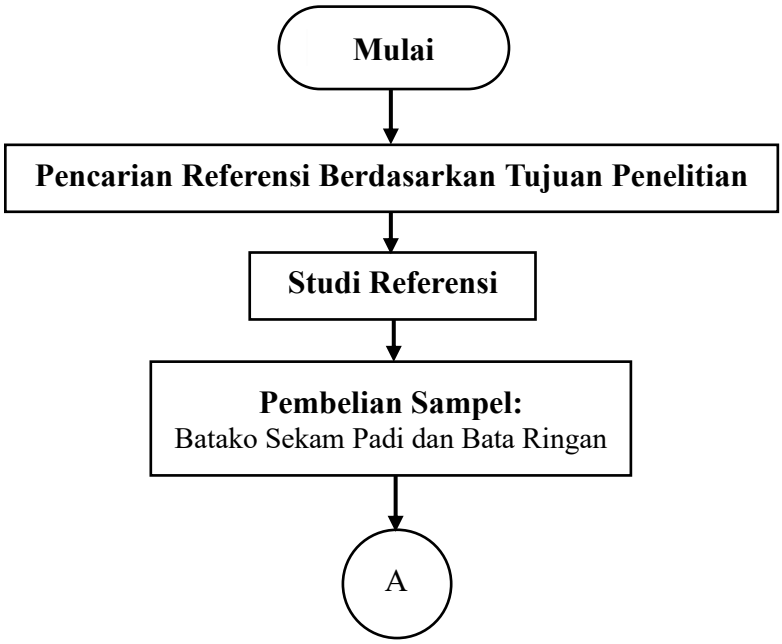
4.6 Tahap Kesimpulan

Tahap kesimpulan merupakan bagian saat hasil yang diperoleh dari data yang telah dianalisis pada tahap analisis data dan pembahasan disajikan. Tahap ini mencakup penjelasan mengenai kesimpulan yang berkaitan dengan tujuan penelitian. Dengan demikian, tahap ini memungkinkan untuk menarik kesimpulan yang relevan dan berarti berdasarkan data dan analisis yang telah dilakukan, yang selanjutnya dapat digunakan untuk memahami dan memperbaiki proses produksi.

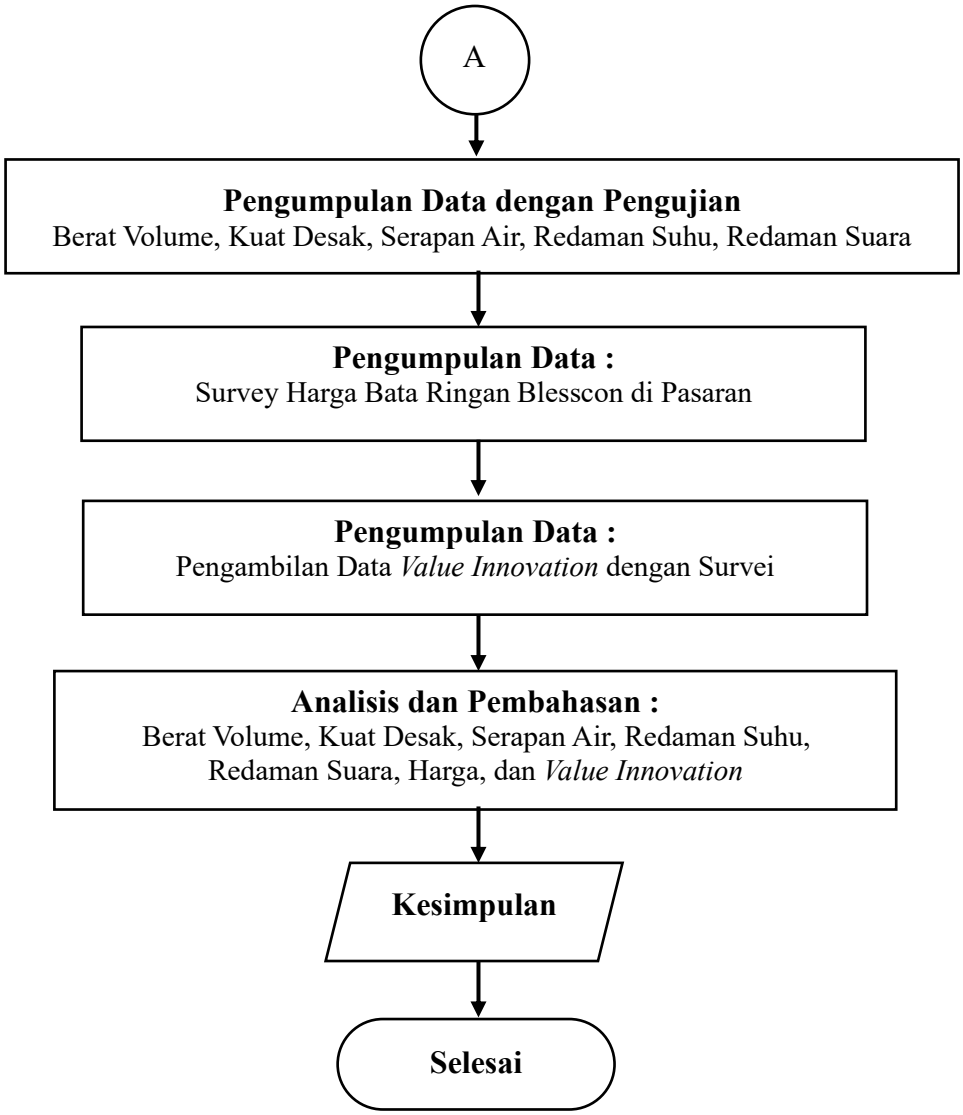
Ini adalah tahap penting dalam penelitian karena membantu dalam memahami hasil penelitian dan bagaimana hasil tersebut dapat digunakan untuk mencapai tujuan penelitian.

4.7 Bagan Alir Penelitian

Untuk memastikan penelitian berjalan dengan baik dan menghasilkan temuan yang bermakna, penting untuk memiliki bagan alir yang sistematis dan benar untuk menjalankan penelitian. Bagan alir ini penting karena membantu dalam memastikan bahwa penelitian berjalan sesuai rencana dan tujuan penelitian dapat tercapai. Ini juga membantu dalam memahami langkah-langkah yang diambil selama penelitian dan bagaimana langkah-langkah tersebut berkontribusi terhadap hasil penelitian. Bagan alir penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.11 *Flowchart* Penelitian



Lanjutan Gambar 4.11 *Flowchart* Penelitian

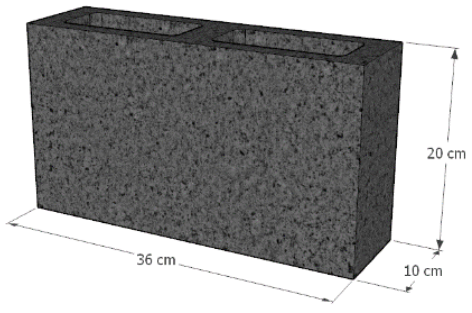
BAB V
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Tinjauan Umum

Bab ini akan memaparkan proses analisis dan pembahasan yang mendalam terhadap data hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya di Pusat Inovasi Material Vulkanis Universitas Islam Indonesia (PIMVM UII) dan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia (BKT UII). Data tersebut akan diproses dan dianalisis hingga mencapai hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Seluruh proses ini dilakukan dengan tujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih baik dan mendalam tentang hasil penelitian ini.

5.2 Hasil Pengujian Berat Volume Batako

Volume batako merupakan faktor penting dalam konstruksi, dihitung dengan mengukur dimensi batako, yaitu panjang, lebar, dan tinggi, sebelum dilakukan pengujian kuat desak. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana batako dapat menahan beban sebelum mengalami kerusakan. Dengan demikian, perhitungan volume ini sangat penting dalam menentukan kualitas dan kekuatan batako. Sketsa 3 dimensi atau gambaran visual dari batako berlubang dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut.



Gambar 5.1 3D Benda Uji Batako Berlubang

Mengacu pada Gambar 5.1 yang telah ditampilkan di atas, volume batako dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

Volume Batako Berlubang $= P \times L \times T$

$= 36 \times 12 \times 22$

$= 9504\ cm^3$

$= 0{,}009504\ m^3$

Selanjutnya, berat volume batako dapat dihitung sebagai berikut.

Berat Volume Batako Berlubang $= \frac{\text{Berat Kering Batako}}{\text{Volume Batako}}$

$= \frac{7{,}799}{0{,}0095}$

$= 820{,}602\ kg/m^3$

Berikut ini merupakan perhitungan volume berat untuk setiap variasi yang ditampilkan pada Tabel 5.1 di bawah.

Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Berat Volume

Variasi	Berat	Standar Deviasi	Panjang	Lebar	Tinggi	Volume	Berat Volume	Berat Volume Rata-rata
	(kg)		(m)	(m)	(m)	(m^3)	(kg/m^3)	(kg/m^3)
I	7,799	0,3843	0,36	0,10	0,20	0,00720	1083,194	1124,271
	8,163						1133,750	
	7,549						1048,472	
	8,543						1186,528	
	7,769						1079,028	
	7,983						1108,750	
	8,346						1159,167	
	8,606						1195,278	
II	6,756	0,1513	0,36	0,10	0,20	0,00720	938,333	930,313
	6,695						929,861	
	6,570						912,500	
	6,921						961,250	
	6,618						919,167	
	6,905						959,028	

Lanjutan Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Berat Volume

Variasi	Berat	Standar Deviasi	Panjang	Lebar	Tinggi	Volume	Berat Volume	Berat Volume Rata-rata
	(kg)		(m)	(m)	(m)	(m^3)	(kg/m^3)	(kg/m^3)
II	6,518	0,1513	0,36	0,10	0,20	0,00720	905,278	930,313
	6,603						917,083	
Blesscon	15,300	1,1484	0,6	0,1	0,2	0,01200	858,330	856,664
	16,150						858,330	
	13,750						858,330	
	16,700						858,330	
	16,100						850,000	

Berdasarkan data di atas, bata ringan Blesscon memiliki standar deviasi tertinggi sebesar 1,1484. Standar deviasi digunakan untuk mengukur variasi berat sampel. Meskipun diproduksi di industri manufaktur, keseragaman berat bata ringan Blesscon tidak dijamin. Selain itu, berat volume rata-rata untuk sampel uji batako sekam padi variasi I adalah 1124,271 kg/m³, sedangkan variasi II adalah 930,313 kg/m³. Bata ringan merek Blesscon memiliki berat volume rata-rata sebesar 856,664 kg/m³. Dari perbandingan data tersebut, terlihat bahwa batako sekam padi variasi I memiliki berat volume 31,238% lebih berat daripada bata ringan merek Blesscon.

5.3 Data Hasil Pengujian Sampel Batako

5.3.1 Hasil Pengujian Kuat Desak

Pengujian kuat desak bertujuan untuk menentukan beban maksimum yang dapat diresistensi oleh batako. Data beban maksimum yang diperoleh akan diolah untuk menghitung nilai kuat desak. Metode pengujian ini melibatkan kompresi sampel batako menggunakan mesin uji desak atau *compression machine* yang terdapat di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia (Lab. BKT UII).

Batako yang dipilih untuk uji coba tekanan adalah batako yang telah berumur 28 hari. Jumlah total batako yang digunakan adalah 8 buah untuk setiap variasi, sehingga totalnya mencapai 16 buah. Selain itu, ditambahkan juga 5 buah bata ringan dengan merek Blesscon sebagai pembanding. Menurut standar SNI 03-0349-1989, kuat desak rata-rata minimum untuk bata pejal dan berlubang adalah 25 kg/cm^2. Berikut ini merupakan perhitungan kuat tekan pada salah satu sampel batako varian I.

Beban maksimum (P) = 13540 kg

Luas penampang (A) = 360 cm^2

Kuat tekan $= \frac{P}{A}$

$= \frac{13540}{360}$

= 37,611 kg/cm^2

Dengan mmenggunakan metode perhitungan yang sama dengan contoh di atas, dapat diketahui kuat desak dari semua sampel batako sekam padi variasi I dan II serta bata ringan bermerek Blesscon, seperti yang dapat dilihat pada pada Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kuat Desak

Variasi	No. Sampel	Beban Maksimum	Luas Penampang	Kuat Desak	Kuat Desak Rata-rata
		(kgf)	(cm^2)	(kg/cm^2)	(kg/cm^2)
I	1	8500	360	23,611	25,963
	2	8450		23,472	
	3	7575		21,042	
	4	13540		37,611	
	5	8200		22,778	
	6	9925		27,569	
	7	12000		33,333	
	8	12250		34,028	
II	1	4230	360	11,750	11,304
	2	4100		11,389	

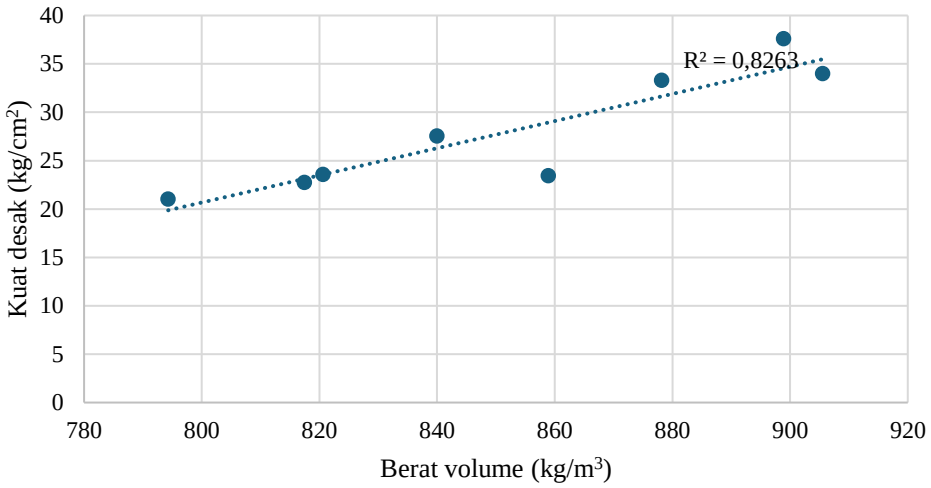
Lanjutan Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kuat Desak

Variasi	No. Sampel	Beban Maksimum	Luas Penampang	Kuat Desak	Kuat Desak Rata-rata
		(kgf)	(cm^2)	(kg/cm^2)	(kg/cm^2)
II	3	3600	360	10,000	11,304
	4	4050		11,250	
	5	4590		12,750	
	6	4900		13,611	
	7	4500		12,500	
	8	3950		10,972	
Blesscon	1	15300	600	25,500	26,000
	2	16150		26,917	
	3	13750		22,917	
	4	16700		27,833	
	5	16100		26,833	

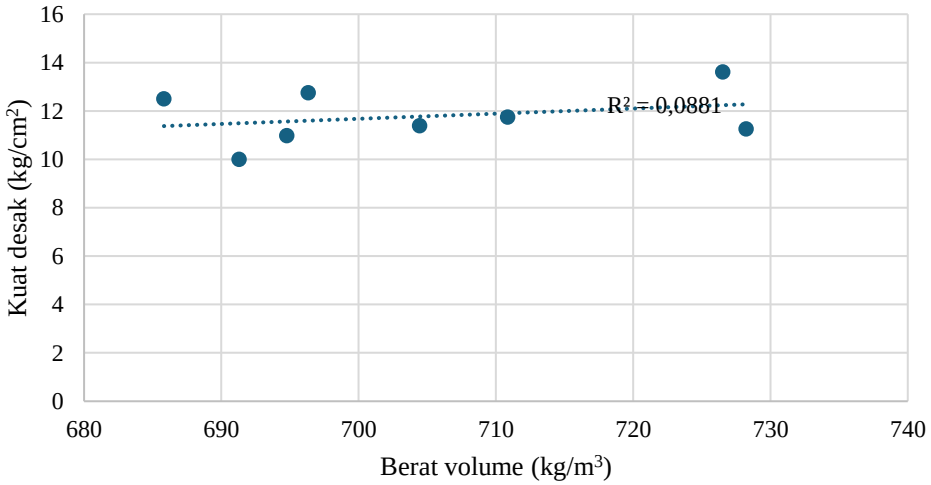
Berdasarkan kuat desak rata-rata dari batako sekam padi variasi I dan II serta bata ringan bermerek Blesscon pada Tabel 5.2 di atas, dapat disimpulkan bahwa batako variasi II tidak memenuhi syarat mutu SNI 03-0349-1989 yang menjelaskan bahwa kuat desak rata-rata minimum untuk bata pejal adalah 25 kg/cm^2 dan berlubang adalah 20 kg/cm^2. Untuk itu untuk pengujian selanjutnya tentang redaman suhu dan redaman suara hanya menggunakan batako sekam padi variasi I dan bata ringan merek Blesscon.

Dari rekapitulasi di atas dapat disimpulkan bahwa bata ringan merek Blesscon memiliki kuat desak rata-rata paling tinggi dengan nilai 26,000 kg/cm^2, jika dibandingkan dengan batako sekam padi yang memiliki kuat desak rata-rata 25,963 kg/cm^2 didapatkan selisih 0,037 kg/cm^2 atau 0,144% lebih kuat. Kemudian, dari data berat volume dan kuat desak didapatkan grafik hubungan berat volume dan kuat desak serta hasil regresi yang mempresentasikan keseragaman kekuatan dan berat dari tiap benda uji pada tiap variasi. Grafik hubungan berat volume dan kuat desak batako sekam variasi I, batako sekam variasi II, dan bata ringan merek

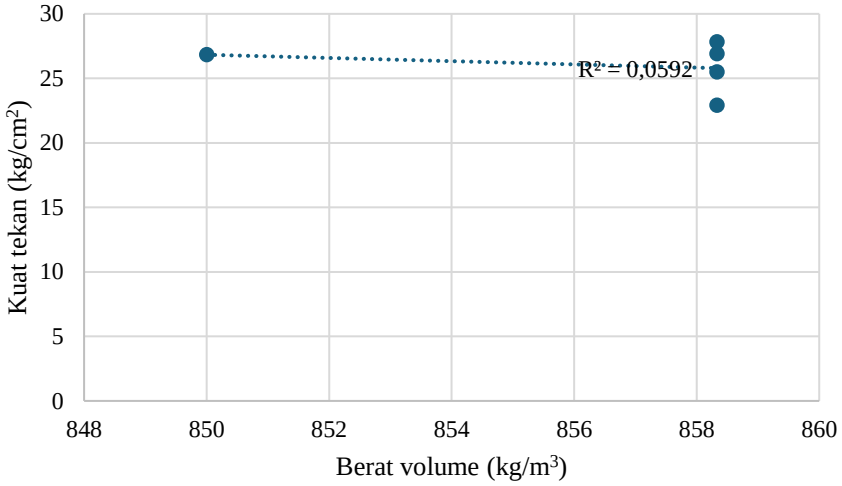
Blesscon secara berurutan pada Gambar 5.2, Gambar 5.3, dan Gambar 5.4 di bawah ini.



Gambar 5.2 Hubungan Berat Volume vs Kuat Desak Batako Sekam Variasi I



Gambar 5.3 Hubungan Berat Volume vs Kuat Desak Batako Sekam Variasi II



Gambar 5.4 Hubungan Berat Volume vs Kuat Desak Bata Ringan Blesscon

Dari grafik hubungan berat volume dan kuat desak batako sekam dan bata ringan merek Blesscon pda Gambar 5.2, 5.3, dan 5.4 di atas didapatkan angka regresi paling besar secara berurutan dimiliki oleh batako sekam padi variasi I dengan 0,8263, batako sekam padi variasi II dengan 0,0881, dan yang terakhir adalah bata ringan merek Blesscon dengan 0,0592. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa bata ringan Blesscon memiliki hasil produksi yang lebih seragam dikarenakan dikerjakan di pabrik dengan alat-alat mekanis, sedangkan batako sekam padi memerlukan keahlian pekerja untuk menyeragamkan produksinya.

Kemudian, pada pengujian kuat desak juga diamati lendutan yang terjadi pada sisi kanan dan sisi kiri batako menggunakan dial. Hasil dari pengamatan lendutan yang terjadi pada batako sekam variasi I dan II dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.3 Lendutan Batako Sekam Variasi I dan II

Variasi	Sampel	Lendutan Kiri	Lendutan Kanan
		(mm)	(mm)
I	1	1,4600	0,4000
	2	0,0000	2,8000

Lanjutan Tabel 5.3 Lendutan Batako Sekam Variasi I dan II

Variasi	Sampel	Lendutan Kiri (mm)	Lendutan Kanan (mm)
I	3	1,2400	3,2200
	4	1,2400	1,6000
	5	2,1800	1,3100
	6	3,6000	3,6100
	7	3,3100	0,6300
	8	1,5000	2,0600
II	1	0,0248	2,2000
	2	0,0332	3,6300
	3	0,2100	5,6800
	4	1,2500	5,3500
	5	0,0397	6,5000
	6	0,0438	0,5800
	7	0,0114	6,2500
	8	0,0190	2,8000

Sementara itu, untuk pengamatan nilai lendutan yang terjadi pada bagian atas bata ringan merek Blesscon dapat diketahui pada Tabel 5.4 di bawah ini.

Tabel 5.4 Lendutan Bata Ringan Blesscon

Variasi	Sampel	Lendutan Atas (mm)
Blesscon	1	1,8647
	2	1,0805
	3	1,1196
	4	1,4584
	5	1,7365

Dari data lendutan di atas dapat dihitung regangan yang terjadi pada setiap sampel yang diuji. Berikut merupakan contoh perhitungan untuk menghitung regangan yang terjadi.

Lendutan kiri (ΔL) = 1,4600 mm

Tebal batako (L) = 100 mm

Regangan $= \frac{\Delta L}{L}$

$= \frac{1{,}46}{100}$

= 0,01460

Dengan mmenggunakan metode perhitungan yang sama dengan contoh di atas, dapat diketahui regangan yang terjadi dari sampel batako sekam padi variasi I dan II dapat dilihat pada pada Tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.5 Regangan Batako Sekam Variasi I dan II

Variasi	Sampel	Regangan Kiri	Regangan Kanan	Regangan Rata-rata
		(mm)	(mm)	(mm)
I	1	0,01460	0,00400	0,02267
	2	0,00000	0,02800	
	3	0,01240	0,03220	
	4	0,01240	0,01600	
	5	0,02180	0,01310	
	6	0,03600	0,03610	
	7	0,03310	0,00630	
	8	0,01500	0,02060	
II	1	0,00025	0,02200	0,02074
	2	0,00033	0,03630	
	3	0,00210	0,05680	
	4	0,01250	0,05350	

Lanjutan Tabel 5.5 Regangan Batako Sekam Variasi I dan II

Variasi	Sampel	Regangan Kiri	Regangan Kanan	Regangan Rata-rata
		(mm)	(mm)	(mm)
II	5	0,00040	0,06500	0,02074
	6	0,00044	0,00580	
	7	0,00011	0,06250	
	8	0,00019	0,02800	

Sementara itu, untuk hasil perhitungan regangan yang terjadi pada bagian atas bata ringan merek Blesscon dapat diketahui pada Tabel 5.6 di bawah ini.

Tabel 5.6 Regangan Blesscon

Variasi	Sampel	Regangan Atas	Regangan Rata-rata
		(mm)	(mm)
Blesscon	1	0,00932	0,00726
	2	0,00540	
	3	0,00560	
	4	0,00729	
	5	0,00868	

Dari hasil perhitungan regangan ketiga benda uji di atas, diperoleh bahwa batako sekam padi variasi I memiliki regangan rata-rata terbesar sebesar 0,02267 mm, diikuti oleh batako sekam padi variasi II dengan 0,02074 mm, dan bata ringan merek Blesscon dengan 0,00726 mm. Berdasarkan temuan ini, dapat disimpulkan bahwa dari ketiga benda uji, batako sekam padi variasi I memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mengatasi deformasi akibat gempa karena memiliki elastisitas yang tinggi. Di sisi lain, bata ringan merek Blesscon memiliki regangan yang paling rendah di antara ketiga benda uji tersebut, sehingga lebih rentan terhadap kerusakan jika terjadi gempa.

5.3.2 Hasil Pengujian Serapan Air

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui daya serap air dari sampel batako yang diuji ketika direndam. Tahap pertama yang dilakukan untuk menguji daya serap air adalah memotong batako dengan dimensi 3 cm × 10 cm × 5 cm yang bertujuan agar nantinya muat ketika dimasukkan ke dalam mesin oven. Selanjutnya, menimbang berat masing-masing sampel batako sebelum dilakukan perendaman. Kemudian, rendam batako ke dalam air tawar selama 24 jam. Setelah dilakukan perendaman, batako dikeluarkan dari tempat perendaman lalu ditiriskan kemudian ditimbang beratnya. Untuk mengetahui nilai presentase serapan air yang dimiliki oleh sampel batako yang diuji adalah dengan melihat selisih berat batako pada saat sebelum dan setelah dilakukan perendaman.

Benda uji yang digunakan adalah sebanyak 8 buah sampel pada setiap variasi batako sekam padi dan 5 buah sampel pada bata ringan merek Blesscon, sehingga benda uji yang digunakan sebanyak 21 buah. Menurut standar SNI 03-0349-1989 yang mengatur tentang bata beton yang digunakan sebagai pasangan dinding, batas maksimum penyerapan air untuk bata beton pejal dan berlubang ditetapkan sebesar 35%. Berikut ini merupakan contoh perhitungan untuk menentukan persentase penyerapan air pada batako.

Berat Basah (W_{wet}) = 197 g

Berat Kering (W_{dry}) = 143 g

Daya Serap Air $= \frac{W_{wet} - W_{dry}}{W_{dry}} \times 100\%$

$= \frac{197 - 143}{143} \times 100\%$

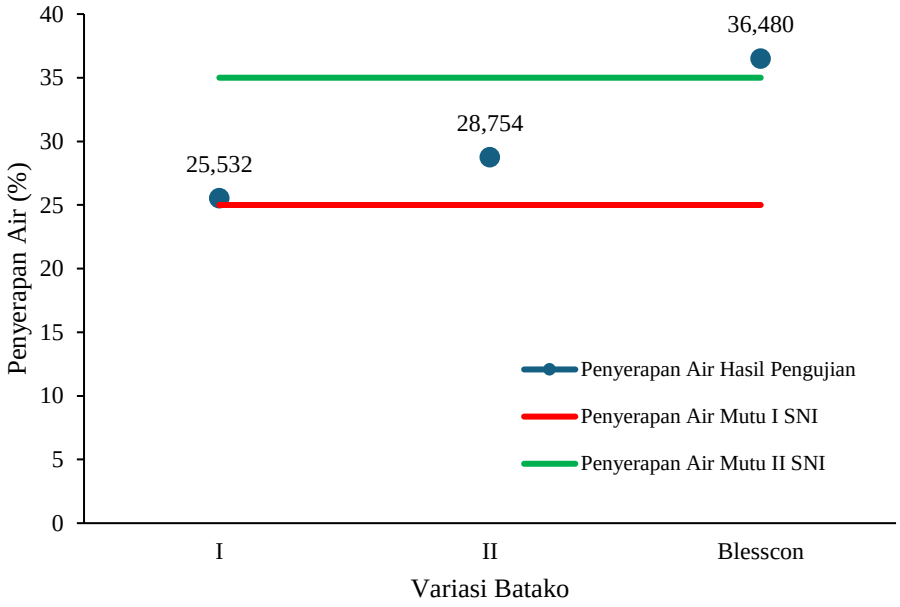
$= 37{,}762\ \%$

Dengan menerapkan metode perhitungan yang sama seperti yang telah dicontohkan di atas, hasil persentase penyerapan air untuk semua variasi benda uji dan bata ringan dapat diketahui dan dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut.

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Serapan Air

Variasi	No. Sampel	W_{wet} (gram)	W_{dry} (gram)	Penyerapan Air (%)	Penyerapan Air Rata-rata (%)
I	1	301	242	24,380	25,385
	2	215	172	25,000	
	3	304	241	26,141	
	4	294	233	26,180	
	5	270	218	23,853	
	6	266	212	25,472	
	7	247	194	27,320	
	8	277	220	25,909	
II	1	236	182	29,670	29,919
	2	257	192	33,854	
	3	221	170	30,000	
	4	265	212	25,000	
	5	218	166	31,325	
	6	292	231	26,407	
	7	235	181	29,834	
	8	264	213	23,944	
Blesscon	1	2636	1995	32,130	36,480
	2	2683	1846	45,341	
	3	2599	2003	29,755	
	4	2718	1853	46,681	
	5	2593	2018	28,494	

Berdasarkan penyerapan air rata-rata dari batako sekam padi variasi I dan II serta bata ringan bermerek Blesscon pada Tabel 5.7 di atas, dapat diilihat grafik perbandingan serapan airnya pada Gambar 5.5 berikut.



Gambar 5.5 Grafik Serapan Air Batako dan Bata Ringan

Berdasarkan data di atas, diperoleh bahwa batako sekam padi varian I memiliki besaran serapan air sebesar 25,383% yang memenuhi syarat mutu II SNI yaitu sebesar 35%. Sedangkan, bata ringan merek Blesscon memiliki nilai serapan air paling tinggi di antara ketiga variasi yang diuji yaitu sebesar 36,480%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semakin banyak sekam padi yang digunakan dalam pembuatan batako, semakin besar kemampuan batako tersebut dalam menyerap air.

Kemudian, untuk penggolongan batako yang didasarkan pada nilai serapan airnya telah dimuat dalam SNI 03-0349-1989. Berikut merupakan penggolongan batako yang telah diuji pada Tabel 5.8 di bawah ini.

Tabel 5.8 Penggolongan Mutu Batako

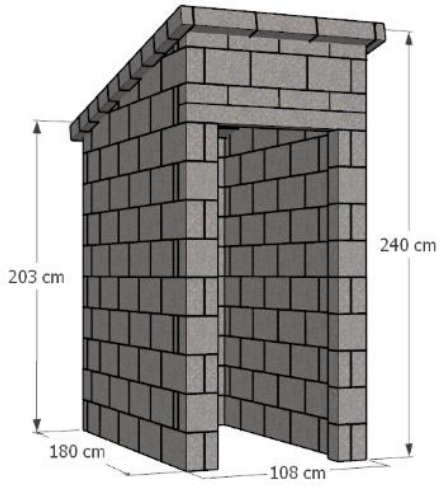
Variasi	Penyerapan Air Rata-rata (%)	Mutu Batako	Fungsi Batako
I	25,385	II	Dinding Luar
II	29,919	II	Dinding Luar
Blesscon	36,480	-	-

Berdasar penggolongan di atas, dapat diketahui bahwa batako sekam padi variasi I dan II termasuk ke dalam golongan mutu II, sedangkan untuk bata ringan merek Blesscon tidak termasuk ke dalam golongan manapun meneurut SNI 03-0349-1989 dikarenakan batas maksimal golongan mutu I batako adalah 25% dan batas maksimal golongan mutu II batako adalah 35%.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Hadi (2023), nilai serapan air terendah yang didapatkan adalah 19,038% untuk batako sekam padi variasi I, yang masuk dalam golongan mutu I. Sementara itu, dalam penelitian ini, nilai serapan air terendah yang didapatkan adalah 25,385%, yang masuk dalam golongan mutu II. Ini berarti penelitian ini menunjukkan bahwa daya serapan airnya 6,347% lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hadi (2023). Selanjutnya, jika dibandingkan dengan bata ringan merek Blesscon, batako sekam padi variasi I menunjukkan penyerapan air 11,095% lebih rendah.

5.3.3 Hasil Pengujian Redaman Suhu

Pengujian redaman suhu dilakukan setelah membuat sarana pengujian bangunan sederhana yang dicat berwarna putih agar memiliki sifat terhadap panas yang sama, masing-masing terbuat dari benda uji batako sekam padi variasi I serta bata ringan merek Blesscon. Dalam pengujian ini digunakan dua buah alat *thermometer* ruangan yang diletakkan di bagian luar dan dalam sarana pengujian yang dilakukan sebanyak dua kali. Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan kemampuan dari batako sekam padi dan bata ringan merek Blesscon dalam meredam panas matahari. Untuk dimensi sarana pengujian bangunan sederhana dapat dilihat pada Gambar 5.6 di bawah ini.



Gambar 5.6 Sarana Pengujian Bangunan Sederhana

Kemudian, untuk hasil uji redaman suhu yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut.

Tabel 5.9 Hasil Uji Redaman Suhu

No.	Sampel	Suhu Luar	Suhu Dalam
		°C	°C
1	Batako Sekam Uji 1	35,9	33,2
2	Bata Ringan Uji 1	35,6	33,3
3	Batako Sekam Uji 2	38,0	34,2
4	Bata Ringan Uji 2	37,6	35,5

Setelah data diperoleh melalui pengujian, langkah berikutnya adalah melakukan pengolahan data tersebut. Pengolahan data ini dilakukan dengan metode perhitungan matematis yang sederhana. Dengan cara mengurangkan hasil *thermometer* yang berada di luar ruangan dengan *thermometer* yang berada di dalam ruangan yang kemudian hasilnya akan diasumsikan sebagai ΔT. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada contoh perhitungan redaman suhu batako sekam pengujian 1 di sarana bangunan sederhana di bawah ini.

Suhu luar = 35,9 °C

Suhu dalam = 33,2 °C

Δt = 35,9 – 33,2

= 2,7 °C

Kemudian untuk mengetahui angka presentase redaman suhu pada batako sekam padi dan batako merek Blesscon dapat diketahui melalui perhitungan di bawah ini.

Dengan menggunakan metode perhitungan yang sama, maka didapatkan hasil perhitungan nilai daya redam panas untuk semua variasi batako dan bata ringan merek Blesscon dapat dilihat pada Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5.10 Hasil Perhitungan Nilai Daya Redam Panas

No.	Sampel	ΔT (°C)	ΔT Rata-rata (°C)
1	Batako Sekam Uji 1	2,7	3,25
2	Batako Sekam Uji 2	3,8	
3	Blesscon Uji 1	2,3	2,2
4	Blesscon Uji 2	2,1	

Berdasar hasil perhitungan di atas, didapatkan sampel yang memiliki redaman suhu paling baik adalah batako sekam padi dengan selisih suhu rata-rata sebanyak 3,25°C sedangkan bata ringan merek Blesscon memiliki selisih suhu rata-rata hanya 2,2°C. Dapat disimpulkan bahwa batako sekam padi dapat meredam panas 32,308% lebih baik daripada bata ringan merek Blesscon.

5.3.4 Hasil Pengujian Redaman Suara

Pengujian redaman suara dilakukan setelah membuat sarana pengujian berupa bangunan sederhana yang sudah dicat berwarna putih agar memiliki sifat terhadap panas yang sama. Sarana pengujian tersebut terbuat dari benda uji batako sekam padi variasi I dan bata ringan merek Blesscon. Dalam pengujian ini digunakan dua buah alat *sound level meter* yang diletakkan di dalam dan di luar sarana pengujian dan satu buah ponsel yang berfungsi sebegai sumber suara yang diletakkan di bagian luar sarana pengujian. Pengujian ini dilakukan dengan rentang waktu 10 menit tiap pencatatan besaran suara pada *sound level meter* dan dilaksanakan pada saat kondisi di sekitar dalam keadaan hening tanpa suara agar alat *sound level meter* dapat menagkap besaran suara lebih akurat. Tujuan dari

dilakukannya pengujian ini adalah untuk membandingkan kemampuan redeman suara dari batako sekam padi dengan bata ringan merek Blesscon. Hasil dari pengujian redaman suara batako sekam padi dan bata ringan merek Blesscon pada sarana pengujian bangunan sederhana dapat dilihat pada Tabel 5.11 di bawah ini.

Tabel 5.11 Hasil Pengujian Redaman Suara

No.	Sampel	Suara Luar (dB)	Suara Dalam (dB)
1	Batako Sekam $t_{10\ menit}$	70,3	47,4
2	Batako Sekam $t_{20\ menit}$	68,5	41,4
3	Batako Sekam $t_{30\ menit}$	70,2	44,6
4	Batako Sekam $t_{40\ menit}$	70,1	43,5
5	Batako Sekam $t_{50\ menit}$	70,5	42,3
6	Batako Sekam $t_{60\ menit}$	69,1	41,2
7	Batako Sekam $t_{70\ menit}$	70,6	43,6
8	Batako Sekam $t_{80\ menit}$	68,3	43,0
9	Batako Sekam $t_{90\ menit}$	71,1	43,4
10	Batako Sekam $t_{100\ menit}$	69,4	41,9
11	Blesscon $t_{10\ menit}$	66,5	41,6
12	Blesscon $t_{20\ menit}$	65,9	35,9
13	Blesscon $t_{30\ menit}$	68,4	36,0
14	Blesscon $t_{40\ menit}$	67,6	38,4
15	Blesscon $t_{50\ menit}$	66,7	36,2
16	Blesscon $t_{60\ menit}$	65,8	36,3
17	Blesscon $t_{70\ menit}$	66,7	37,2
18	Blesscon $t_{80\ menit}$	65,8	36,5
19	Blesscon $t_{90\ menit}$	66,9	38,7
20	Blesscon $t_{100\ menit}$	65,1	43,3

Setelah melakukan pengujian dan mendapatkan data hasil pengujian, langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan terhadap data yang diperoleh. Pengolahan data ini dilakukan dengan mencari selisih antara besaran suara yang terjadi di luar dan besaran suara yang terjadi di dalam sarana pengujian. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada contoh perhitungan di bawah ini.

Suara luar = 70,3 dB

Suara dalam = 47,4 dB

Selisih (Δs) = 70,3 – 47,4

= 22,9 dB

Dengan menggunakan metode perhitungan yang sama, maka didapatkan hasil perhitungan nilai daya redam suara untuk semua variasi batako dan bata ringan merek Blesscon pada sarana pengujian bangunan sederhana dapat dilihat pada Tabel 5.12 di bawah ini.

Tabel 5.12 Hasil Perhitungan Nilai Daya Redaman Suara

No.	Sampel	Δs (dB)	Δs Rata-rata (dB)
1	Batako Sekam $t_{10\ menit}$	22,9	26,6
2	Batako Sekam $t_{20\ menit}$	27,1	
3	Batako Sekam $t_{30\ menit}$	25,6	
4	Batako Sekam $t_{40\ menit}$	26,6	
5	Batako Sekam $t_{50\ menit}$	28,2	
6	Batako Sekam $t_{60\ menit}$	27,9	
7	Batako Sekam $t_{70\ menit}$	27,0	
8	Batako Sekam $t_{80\ menit}$	25,3	
9	Batako Sekam $t_{90\ menit}$	27,7	
10	Batako Sekam $t_{100\ menit}$	27,5	
11	Blesscon $t_{10\ menit}$	24,9	28,5
12	Blesscon $t_{20\ menit}$	30,0	
13	Blesscon $t_{30\ menit}$	32,4	
14	Blesscon $t_{40\ menit}$	29,2	
15	Blesscon $t_{50\ menit}$	30,5	
16	Blesscon $t_{60\ menit}$	29,5	
17	Blesscon $t_{70\ menit}$	29,5	
18	Blesscon $t_{80\ menit}$	29,3	
19	Blesscon $t_{90\ menit}$	28,2	
20	Blesscon $t_{100\ menit}$	21,8	

Berdasarkan perhitungan redaman suara di atas, didapatkan bahwa bata ringan merek Blesscon memiliki performa redaman suara 6,83% lebih baik dengan nilai redaman suara rata-rata sebesar 28,5 dB dibandingkan dengan batako sekam padi variasi I memiliki nilai redaman suara rata-rata sebesar 26,6 dB. Hal ini dapat terjadi dikarenakan batako sekam padi memiliki lebih banyak rongga yang menyebabkan tingginya angka porositas yang mengakibatkan suara dari luar lebih mudah masuk melalui pori-pori yang ada, serta dengan adanya lubang pada bagian

dalam batako sekam padi juga memiliki pengaruh yang cukup signifikan dalam mengurangi daya redam suara.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Hadi (2023) didapatkan nilai redaman suara rata-rata batako variasi I adalah sebesar 26,2 dB, sedangkan penelitian ini memiliki nilai redaman suara rata-rata sebesar 26,6 dB yang berarti memiliki daya redam suara 2% lebih baik.

5.4 Hasil Data Survei Harga Bata Ringan di Pasaran

Harga material batako sekam dan bata ringan di pasaran dapat sangat mempengaruhi para calon konsumen dalam menentukan material yang tepat untuk bahan konstruksi dinding mereka. Harga batako berlubang sekam padi yang diproduksi oleh Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi Universitas Islam Indonesia (PIMVM UII) dihargai sebesar Rp. 4.500,- per bijinya, agar harga satuan yang diberikan oleh PIMVM UII ini sesuai dengan satuan yang ada di pasaran yaitu per meter kubik (m^3) perlu dilakukan konversi dengan cara perhitungan di bawah ini.

1. Menghitung volume batako

V_{batako} = panjang × lebar × tinggi

= 36 × 20 × 10

= 7200 cm^3

= 0,0072 m^3

2. Menghitung volume dalam 1 m^3

$Jumlah_{batako} = \frac{1\ m^3}{V_{batako\ m^3}}$

$= \frac{1}{0{,}0072}$

= 138,89 buah

3. Menghitung harga total batako dalam 1 m^3

$Harga_{total}$ = $Jumlah_{batako}$ × $Harga_{per\ buah}$

= 138,89 × 4500

= Rp. 625.005,- /m^3

Dari perhitungan yang telah dilakukan di atas maka dapat diketahui bahwa harga per m^3 batako sekam padi produksi PIMVM UII adalah Rp. 625.005/m^3. Harga tersebut dapat dijadikan pembanding dengan harga bata ringan merek Blesscon dengan dimensi 60 cm × 20 cm × 10 cm dari hasil survei di berbagai toko bangunan di Kabupaten Sleman yang dapat di lihat pada Tabel 5.13 di bawah ini.

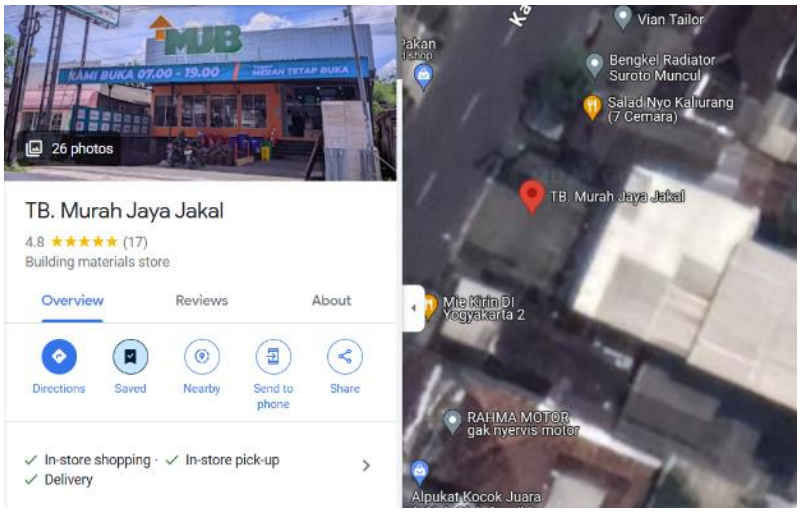
Tabel 5.13 Harga Satuan Bata Ringan Blesscon di Toko Bangunan

No	Nama Toko Bangunan	Alamat	Harga/m^3
1	TB Murah Jaya Jakal	Jl. Kaliurang, Km. 8,5, Sinduharjo	Rp. 760.000,-
2	TB Banturejo	Jl. Kaliurang, Km. 13, Sardonoharjo	Rp. 750.000,-
3	TB Mayva Jaya	Jl. Kotes, Ngemplak	Rp. 750.000,-
4	TB Bangun Artha	Jl. Raya Tajem, Maguwoharjo	Rp. 750.000,-
5	TB Mulya Utama	Jl. Palagan Tentara Pelajar Km. 13,5, Donoharjo	Rp. 730.000,-
6	TB Sari Mulia V	Jl. Besi Jangkang, Sukoharjo	Rp. 715.000,-
7	TB Tulung Agung Jaya	Jl. Grogolan, Umbulmartani	Rp. 700.000,-
8	TB Megah Jaya	Jl. Tempel-Turi, Turi	Rp. 700.000,-
		Harga Rata-rata	Rp. 728.750,-

Berdasarkan hasil survei harga yang telah dilakukan pada Tabel 5.13 di atas didapatkan harga tertinggi bata ringan merek Blesscon di beberapa toko bangunan yang ada di Kabupaten Sleman adalah Rp. 760.000,-/m^3 sementara itu harga terendahnya adalah Rp. 700.000,-/m^3. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa batako sekam padi memiliki harga 10,714% lebih murah daripada harga terendah dari bata ringan merek Blesscon atau memiliki selisih harga sebesar Rp. 74.995,-. Perlu diingat bahwa harga yang tertera merupakan harga toko dan belum termasuk biaya kirim ke lokasi pekerjaan

5.5 Hasil Data Survei *Value Innovation*

Pelaksanaan survei mengenai *value innovation* mengenai batako sekam padi dan bata ringan merek Blesscon dilakukan di Toko Bangunan Murah Jaya Jalan Kaliurang Km. 8.5, Dayu, Sinduharjo, Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta selama satu hari dengan subjek responden masyarakat yang mengunjungi toko bangunan tersebut. Parameter yang digunakan untuk mencari *value innovation* untuk kedua sampel tersebut adalah kuat desak, serapan air, harga, berat volume, redaman suhu, dan redaman suara. Kemudian dari enam parameter tersebut dibandingan satu sama lain dengan rentang skor 1 sampai dengan 9 dengan kriteria skor sebagai berikut: 1) ketika keduanya sama penting; 3) ketika salah satu sampel sedikit lebih penting daripada sampel lainnya; 5) ketika salah satu sampel sangat penting daripada sampel lainnya; 7) ketika salah satu sampel jelas lebih penting daripada sampel lainnya: 9) ketika salah satu sampel mutlak lebih penting daripada sampel lainnya; dan 2), 4), 6), 8) ketika ragu-ragu antara dua nilai yang berdekatan dalam menilai salah satu sampel. Berikut merupakan lokasi *value innovation* yang dapat dilihat di Gambar 5.7 di bawah ini.



Gambar 5.7 Lokasi Survei Value Innovation

Kemudian, data responden yang didapatkan dari survei *value innovation* akan diolah menggunakan metode *Analitical Hierarchy Process* (AHP) yang merupakan model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Model ini

menguraikan masalah kompleks dengan banyak faktor atau kriteria menjadi hierarki yang lebih terstruktur. Menurut Saaty (1993), hierarki tersebut diwakili sebagai permasalahan kompleks dalam struktur multilevel. Level pertama adalah tujuan, diikuti oleh level faktor, kriteria, subkriteria, dan seterusnya hingga level terakhir dari alternatif. Metode AHP bertujuan untuk menghasilkan prioritas keputusan yang lebih mirip dengan proses pengambilan keputusan manusia.

Kriteria responden yang dapat mengisi lembar kuisioner *value innovation* adalah pengunjung Toko Besi Murah Jaya Jakal yang mengetahui tentang material konstruksi dinding dan/atau mengetahui tentang bidang keilmuan ketekniksipilan. Berikut merupakan data tentang pekerjaan beserta umur responden yang mengisi kuisioner dapat dilihat pada Tabel 5.14 di bawah ini.

Tabel 5.14 Data Responden

No	Nama	Usia	Pekerjaan	No	Nama	Usia	Pekerjaan
1	Responden-1	21 tahun	Salesman	21	Responden-21	21 tahun	Mahasiswa
2	Responden-2	20 tahun	Karyawan	22	Responden-22	22 tahun	Perencana Proyek
3	Responden-3	22 tahun	Karyawan	23	Responden-23	23 tahun	Pekerja Proyek
4	Responden-4	29 tahun	Karyawan	24	Responden-24	22 tahun	Mahasiswa
5	Responden-5	23 tahun	Mahasiswa	25	Responden-25	24 tahun	Pengawas Proyek
6	Responden-6	32 tahun	Karyawan	26	Responden-26	45 tahun	Pengawas Proyek
7	Responden-7	22 tahun	Karyawan	27	Responden-27	22 tahun	Mahasiswa
8	Responden-8	22 tahun	Mahasiswa	28	Responden-28	22 tahun	Mahasiswa
9	Responden-9	22 tahun	Mahasiswa	29	Responden-29	22 tahun	Perencana Proyek
10	Responden-10	21 tahun	Mahasiswa	30	Responden-30	20 tahun	Mahasiswa
11	Responden-11	20 tahun	Mahasiswa	31	Responden-31	20 tahun	Mahasiswa
12	Responden-12	21 tahun	Mahasiswa	32	Responden-32	19 tahun	Wiraswasta
13	Responden-13	19 tahun	Pekerja Proyek	33	Responden-33	22 tahun	Salesman
14	Responden-14	20 tahun	Pekerja Proyek	34	Responden-34	21 tahun	Karyawan
15	Responden-15	51 tahun	Pekerja Proyek	35	Responden-35	22 tahun	Salesman
16	Responden-16	58 tahun	Pekerja Proyek	36	Responden-36	49 tahun	Dosen
17	Responden-17	23 tahun	Mahasiswa	37	Responden-37	22 tahun	Mahasiswa
18	Responden-18	22 tahun	Karyawan BUMN	38	Responden-38	48 tahun	Kontraktor
19	Responden-19	26 tahun	Perencana Proyek	39	Responden-39	24 tahun	Pelaksana Proyek
20	Responden-20	21 tahun	Pekerja Proyek				

Kemudian, dari 39 sampel di atas diambil salah satu sampel yaitu responden-1 untuk dianalisis. Untuk data pengisian lembar kuisioner *value innovation* responden-1 dapat dilihat pada Tabel 5.15 di bawah ini.

Tabel 5.15 Sampel Responden Survei *Value Innovation*

Data	**01**	**Nama Responden**								**Responden-1**								
		Pekerjaan Responden								**Salesman**								
Kolom Kiri	**Diisi bila sama penting**	**Diisi jika faktor pada kolom kiri lebih penting dibandingkan faktor pada kolom kanan**								**Diisi jika faktor pada kolom kanan lebih penting dibandingkan faktor pada kolom kiri**								**Kolom Kanan**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	
Kuat desak	X																	Serapan air
Kuat desak	X																	Harga
Kuat desak	X																	Berat volume
Kuat desak	X																	Redaman suhu
Kuat desak			X															Redaman suara
Serapan air	X																	Harga
Serapan air	X																	Berat volume
Serapan air		X																Redaman suhu
Serapan air	X																	Redaman suara
Harga	X																	Berat volume
Harga	X																	Redaman suhu
Harga	X																	Redaman suara
Berat volume	X																	Redaman suhu
Berat volume		X.																Redaman suara
Redaman suhu		X																Redaman suara

Berdasarkan formulir kuisioner value innovation yang telah diisi oleh responden-1 pada Tabel 5.15 di atas, tahap selanjutnya adalah menganalisis data tersebut menggunakan metode *Analitical Hierarchy Process* (AHP) melalui langkah-langkah di bawah ini.

5.5.1 Matriks Perbandingan Berpasangan

Setelah mendapatkan data pada Tabel 5.15 di atas tahap pertama yang dilakukan adalah membuat matriks skala perbandingan berpasangan untuk setiap kriteria yang telah diisi. Matriks perbandingan untuk responden-1 dapat dilihat pada Tabel 5.16 di bawah ini.

Tabel 5.16 Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	Kuat desak	Serapan air	Harga	Berat volume	Redaman suhu	Redaman suara
Kuat desak	1	1	1	1	1	3
Serapan air	1	1	1	1	2	1
Harga	1	1	1	1	1	1
Berat volume	1	1	1	1	1	2
Redaman suhu	1	1/2	1	1	1	2
Redaman suara	1/3	1	1	1/2	1/2	1

Penjelasan dari matriks perbandingan berpasangan pada Tabel 5.16 di atas adalah sebagai berikut

1. Kuat desak sama pentingnya dengan serapan air, harga, berat volume, dan redaman suhu.
2. Kuat desak sedikit lebih penting daripada redaman suara.
3. Serapan air sama pentingnya dengan harga, berat volume, dan redaman suara.
4. Serapan air dipertimbangkan sedikit lebih penting daripada redaman suhu.
5. Harga sama pentingnya dengan berat volume, redaman suhu, dan redaman suara.
6. Berat volume sama pentingnya dengan redaman suhu.
7. Berat volume dipertimbangkan sedikit lebih penting daripada redaman suara.
8. Redaman suhu dipertimbangkan sedikit lebih penting daripada redaman suara.

5.5.2 Menormalisasi Matriks

Langkah berikutnya setelah melakukan perbandingan matriks berpasangan adalah normalisasi matriks. Normalisasi matriks dilakukan dengan membagi setiap elemen pada matriks berpasangan dengan jumlah nilai elemen pada kolom yang bersangkutan. Sebelum melakukan normalisasi matriks kita harus mengetahui jumlah matriks kolom terlebih dahulu. Jumlah matriks kolom dapat dilihat pada Tabel 5.17 di bawah ini.

Tabel 5.17 Jumlah Matriks Kolom

Kriteria	Kuat desak	Serapan air	Harga	Berat volume	Redaman suhu	Redaman suara
Kuat desak	1	1	1	1	1	3
Serapan air	1	1	1	1	2	1
Harga	1	1	1	1	1	1

Lanjutan Tabel 5.17 Jumlah Matriks Kolom

Kriteria	Kuat desak	Serapan air	Harga	Berat volume	Redaman suhu	Redaman suara
Berat volume	1	1	1	1	1	2
Redaman suhu	1	0,5	1	1	1	2
Redaman suara	0,3333	1	1	0,5	0,5	1
Jumlah	5,3333	5,5	6	5,5	6,5	10

Setelah mengetahui jumlah matriks kolom pada Tabel 5.17 di atas, proses selanjutnya adalah menormalisasi matriks dengan contoh perhitungan di bawah ini.

1. Mencari nilai matriks normalisasi kuat desak vs kuat desak

   Jumlah matriks kolom kuat desak = 5,3333

   Matriks kuat desak vs kuat desak = 1

   Matriks normalisasi = Nilai matriks $\times \frac{1}{\Sigma\ (matriks\ kolom)}$

   $= 1 \times \frac{1}{5,3333}$

   = 0,1875

2. Mencari nilai matriks normalisasi serapan air vs kuat desak

   Jumlah matriks kolom kuat desak = 5,3333

   Matriks serapan air vs kuat desak = 1

   Matriks normalisasi = Nilai matriks $\times \frac{1}{\Sigma\ (matriks\ kolom)}$

   $= 1 \times \frac{1}{5,3333}$

   = 0,1875

3. Mencari nilai matriks normalisasi harga vs kuat desak

   Jumlah matriks kolom kuat desak = 5,3333

   Matriks harga vs kuat desak = 1

   Matriks normalisasi = Nilai matriks $\times \frac{1}{\Sigma\ (matriks\ kolom)}$

   $= 1 \times \frac{1}{5,3333}$

   = 0,1875

4. Mencari nilai matriks normalisasi berat volume vs kuat desak

   Jumlah matriks kolom kuat desak = 5,3333

   Matriks berat volume vs kuat desak = 1

Matriks normalisasi = Nilai matriks × $\frac{1}{\Sigma\ (matriks\ kolom)}$

= 1 × $\frac{1}{5{,}3333}$

= 0,1875

5. Mencari nilai matriks normalisasi redaman suhu vs kuat desak

Jumlah matriks kolom kuat desak = 5,3333

Matriks redaman suhu vs kuat desak = 1

Matriks normalisasi = Nilai matriks × $\frac{1}{\Sigma\ (matriks\ kolom)}$

= 1 × $\frac{1}{5{,}3333}$

= 0,1875

6. Mencari nilai matriks normalisasi redaman suara vs kuat desak

Matriks kolom kuat desak = 5,3333

Matriks redaman suara vs kuat desak = 0,3333

Matriks normalisasi = Nilai matriks × $\frac{1}{\Sigma\ (matriks\ kolom)}$

= 0,3333 × $\frac{1}{5{,}3333}$

= 0,0625

7. Mengitung jumlah nilai matriks normalisasi kolom kuat desak

Matriks normalisasi kolom = Σ (nilai matriks normalisasi)

= 0,1875 + 0,1875 + 0,1875 +
0,1875 + 0,1875 + 0,0625

= 1

Dengan menggunakan cara perhitungan yang sama seperti yang telah dijelaskan di atas maka didapatkanlah nilai matriks normalisasi yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.18 di bawah ini.

Tabel 5.18 Matriks Normalisasi

Kriteria	Kuat desak	Serapan air	Harga	Berat volume	Redaman suhu	Redaman suara
Kuat desak	0,1875	0,1818	0,1667	0,1818	0,1538	0,3000
Serapan air	0,1875	0,1818	0,1667	0,1818	0,3077	0,1000
Harga	0,1875	0,1818	0,1667	0,1818	0,1538	0,1000
Berat volume	0,1875	0,1818	0,1667	0,1818	0,1538	0,2000
Redaman suhu	0,1875	0,0909	0,1667	0,1818	0,1538	0,2000
Redaman suara	0,0625	0,1818	0,1667	0,0909	0,0769	0,1000
Jumlah	1	1	1	1	1	1

5.5.3 Mencari Vektor Bobot (w)

Setelah memperoleh matriks normalisasi, langkah selanjutnya adalah menghitung rata-rata dari setiap kriteria. Proses ini dilakukan dengan mencari nilai rata-rata pada setiap baris matriks yang disebut sebagai vektor bobot atau *eigen vector* (w). Vektor bobot ini menggambarkan pentingnya masing-masing kriteria dalam pengambilan keputusan. Berikut merupakan contoh perhitungan dari vektor bobot.

1. Mencari vektor bobot (W)

Matriks kuat desak vs. kuat desak = 0,1875

Matriks kuat desak vs. serapan air = 0,1818

Matriks kuat desak vs. harga = 0,1667

Matriks kuat desak vs. berat volume = 0,1818

Matriks kuat desak vs. redaman suhu = 0,1538

Matriks kuat desak vs. redaman suara = 0,3000

Vektor bobot $= \frac{\Sigma\ (nilai\ matriks\ baris)}{n}$

$= \frac{0,1875+0,1818+0,1667+0,1818+0,1538+0,3}{6}$

= 0,1953

Dengan menggunakan cara perhitungan yang sama seperti yang telah dijelaskan di atas maka didapatkanlah nilai vektor bobot dapat dilihat pada Tabel 5.19 di bawah ini.

Tabel 5.19 Vektor Bobot

Kriteria	Vektor Bobot
Kuat desak	0,1953
Serapan air	0,1876
Harga	0,1619
Berat volume	0,1786
Redaman suhu	0,1635
Redaman suara	0,1131

5.5.4 Menguji Konsistensi

Langkah selanjutnya setelah mendapatkan nilai vektor bobot adalah mencari nilai konsistensi dari vektor bobot. Tahap pertama dalam mencari vektor konsistensi adalah dengan mencari nilai vektor Aw terlebih dahulu dengan cara mengalikan matriks. Adapun cara pengalian kedua matriks tersebut dapat dilihat pada contoh di bawah ini.

Nilai baris matriks berpasangan = 1 ; 1 ; 1 ; 1 ; 1 ; 3

Nilai kolom vektor bobot = 0,1953 ; 0,1876 ; 0,1619 ; 0,1786 ; 0,1635 ; 0,1131

Vektor Aw = Σ (Nilai baris matriks berpasangan × Nilai kolom vektor bobot)

= 1 × 0.1953 + 1 × 0.1876 + 1 × 0.1619 + 1 × 0.1786 + 1 × 0.1635 + 3 × 0.1131

= 1,2263

Dengan menggunakan cara yang sama dengan contoh perhitungan di atas maka didapatkan nilai vektor Aw yang dapat dilihat pada Tabel 5.20 di bawah ini.

Tabel 5.20 Vektor Aw

Kriteria	Vektor Aw
Kuat desak	1,2263
Serapan air	1,1635
Harga	1,0000
Berat volume	1,1131
Redaman suhu	1,0193
Redaman suara	0,6988

Setelah mengetahui nilai dari vektor Aw di atas, tahap selanjutnya adalah mencari vektor konsistensi dengan cara membagi nilai vektor Aw dengan nilai vektor bobot. Adapun contoh perhitungan vaktor konsistensi dapat dilihat di bawah ini.

Vektor Aw = 1,2263

Vektor bobot = 0,1953

Vektor konsistensi $= \frac{vektor\ Aw}{vektor\ bobot}$

$= \frac{1,2263}{0,1953}$

= 6,2797

Dengan menerapkan cara yang sama dengan contoh perhitungan di atas maka didapatkan nilai vektor konsistensi yang dapat dilihat pada Tabel 5.21 di bawah ini.

Tabel 5.21 Vektor Konsistensi (λ)

Kriteria	**λ**
Kuat desak	6,2797
Serapan air	6,2024
Harga	6,1751
Berat volume	6,2323
Redaman suhu	6,2362
Redaman suara	6,1765
Jumlah	37,3021
Rata-rata	6,2170

Tahap selanjutnya setelah mengetahui vektor konsistensi adalah dengan menghitung *consistency index* (CI) atau indeks konsistensi untuk mengukur sejauh mana perbandingan yang dibuat konsisten. Untuk mencari nilai indeks konsistensi dapat dilihat pada perhitungan berikut.

Vektor Konsistensi (λ) = 6,2170

Jumlah kriteria (n) = 6

CI $= \frac{\lambda - n}{n - 1}$

$= \frac{6,2170 - 6}{6 - 1}$

= 0,0434

Setelah menghitung indeks *consistency index* (CI) atau indeks konsistensi, tahap selanjutnya adalah menghitung *consistency ratio* (CR) atau rasio konsistensi untuk memeriksa konsistensi hasil perbandingan dalam metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Dalam menghitung *consistency ratio* (CR) digunakan angka *Index Random Consistency* (IR) yang dikemukakan oleh Saaty (1993) yang dapat dilihat pada tabel 2.22 di bawah ini.

Tabel 5.22 Angka IR

$n_{Kriteria}$	IR
1	0,00
2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49

Berdasarkan tabel 2.22 di atas diketahui bahwa nilai IR untuk 6 kriteria adalah adalah 1,24. Dengan nilai tersebut dapat digunakan untuk mencari nilai rasio konsistensi yang dapat dilihat pada perhitungan berikut.

CI = 0,0434

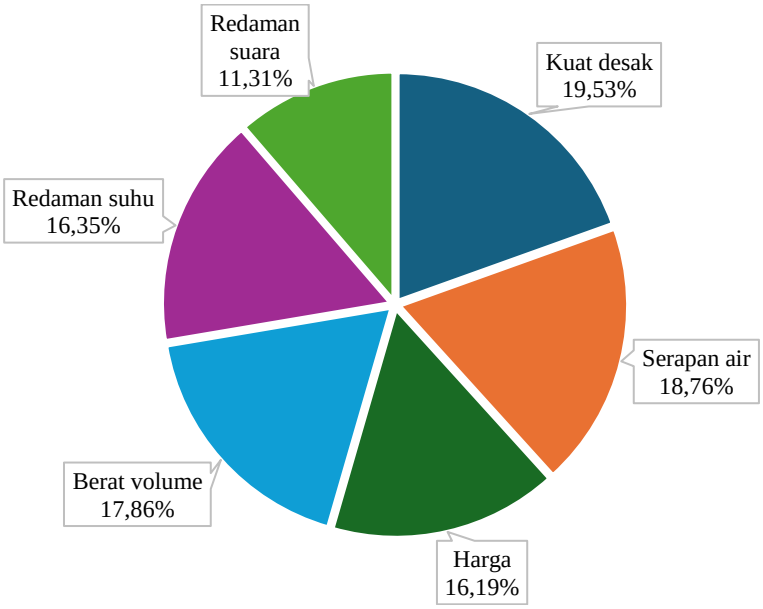
Index Random Consistency (IR) = 1,24

CR $= \frac{CI}{IR}$

$= \frac{0,0434}{1,24}$

= 0,0350

Nilai akhir *consistency ratio* (CR) atau rasio konsistensi didapatkan sebesar 0,0350 yang mana termasuk dalam kriteria data yang konsisten karena memenuhi syarat 0 < CR < 0,1. Dengan demikian, nilai bobot berdasarkan kriteria-kriteria yang ditentukan adalah dapat dilihat pada Gambar 5.8 berikut.



Gambar 5.8 Vektor Bobot Tiap Kriteria

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa responden survei *value innovation* yang bernama Agus Juli memberikan nilai bahwa aspek paling penting dalam memilih bahan konstruksi dinding adalah kuat desaknya dengan nilai sebesar 19,53%, disusul dengan serapan air dengan 18,76%, berat volume 17,86%, redaman suhu dengan 16,35%, harga 16,19%, dan yang paling kecil adalah redaman suara dengan 11,31%.

5.5.5 Rekapitulasi Hasil *Analitical Hierarchy Process (AHP)*

Setelah menganalisis salah satu sampel bobot kepentingan dari responden mengenai *value innovation* menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), langkah selanjutnya adalah melakukan analisis terhadap 38 sampel bobot kepentingan yang diperoleh dari responden menggunakan perhitungan yang telah dijelaskan sebelumnya. Kemudian, data-data yang telah dianalisa tersebut akan direkapitulasi dengan cara melakukan rata-rata terhadap data vektor bobot keseluruhan responden untuk mengetahui nilai pada tiap kriteria. Berikut merupakan hasil rekapitulasi vektor bobot dari keseluruhan data sampel responden mengenai *value innovation* yang dapat dilihat pada Tabel 5.23 di bawah ini.

Tabel 5.23 Rekapitulasi Vektor Bobot

Kriteria	Vektor Bobot
Kuat desak	0,1863
Serapan air	0,1688
Harga	0,1626
Berat volume	0,1391
Redaman suhu	0,1730
Redaman suara	0,1702

Kemudian, dengan menjumlahkan seluruh hasil perkalian matriks dari 39 sampel responden *value innovation* didapatkan hasil rekapitulasi nilai vektor Aw. Rekapitulasi nilai vektor Aw dapat dilihat pada Tabel 5.24 berikut.

Tabel 5.24 Rekapitulasi Vektor Aw

Kriteria	Vektor Aw
Kuat desak	1,6612
Serapan air	1,5043
Harga	1,5309
Berat volume	1,2405
Redaman suhu	1,5818
Redaman suara	1,6372

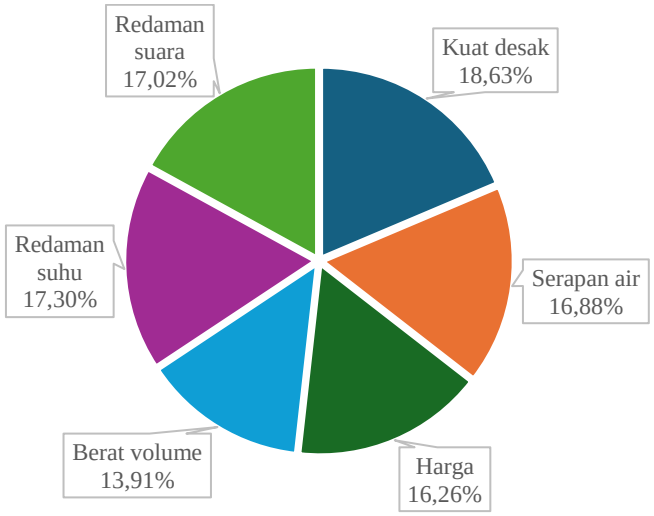
Setelah mengetahui nilai vektor bobot dan vektor Aw tahap selanjutnya adalah mencari rekapitulasi nilai vektor konsistensi dan rata-rata vektor konsistensi yang dapat dilihat pada Tabel 5.25 di bawah ini.

Tabel 5.25 Rekapitulasi Vektor Konsistensi (λ)

Kriteria	λ
Kuat desak	8,9165
Serapan air	8,9122
Harga	9,4151
Berat volume	8,9154
Redaman suhu	9,1443
Redaman suara	9,6206
Jumlah	54,9241
Rata-rata	9,1540

Setelah melakukan rekapitulasi vektor konsistensi, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai Indeks Konsistensi (CI) dan nilai Rasio Konsistensi (CR) secara kumulatif. Berdasarkan perhitungan, diperoleh nilai CI

sebesar 0,6308 dan nilai CR sebesar 0,5087 yang mana nilai tersebut belum memenuhi syarat 0 < CR < 0,1 untuk dianggap sebagai data yang konsisten. Meskipun demikian, data mengenai *value innovation* tetap digunakan dikarenakan hasil perhitungan CR hanya dimaksudkan untuk mengetahui konsistensi pemilihan responden dan bukan berhasil atau gagalnya proses *value innovation.* Berikut merupakan rekapitulasi nilai bobot berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan yang dapat dilihat pada Gambar 5.8 di bawah ini.



Gambar 5.9 Rekapitulasi Nilai Vektor Bobot Tiap Kriteria

Dari hasil rekapitulasi tersebut dapat disimpulkan bahwa kuat desak merupakan aspek kriteria tertinggi dalam memilih bahan konstruksi dinding dengan nilai sebesar 18,63% yang disusul oleh aspek redaman suhu dengan nilai sebesar 17,30%, aspek redaman suara dengan nilai sebesar 17,02%, aspek serapan air dengan nilai 16,88%, aspek harga dengan nilai 16,26%, dan yang terakhir adalah aspek berat volume yang hanya mendapatkan nilai sebesar 13,91%. Dari rekapitulasi tersebut didapatkan bahwa aspek harga tidak terlalu menjadi pertimbangan responden dalam memilih bahan konstruksi dinding.

5.5.6 Rekapitulasi Opini Responden

1. Pemilihan Material Dinding

   Dalam melaksanakan survei *value innovation*, penulis tidak hanya menanyakan tentang preferensi responden terkait aspek bobot kepentingan yang harus dipenuhi, tetapi juga material yang akhirnya dipilih oleh

responden setelah mengisi kuisioner tentang aspek bobot kepentingan. Berikut ini merupakan rekapitulasi pemilihan material konstruksi dinding yang dapat dilihat pada Tabel 5.26 berikut.

Tabel 5.26 Rekapitulasi Pemilihan Material Konstruksi Dinding

No	Nama	Material Dinding	No	Nama	Material Dinding
1	Responden-1	Batako Sekam Padi	21	Responden-21	Batako Sekam Padi
2	Responden-2	Bata Ringan	22	Responden-22	Batako Sekam Padi
3	Responden-3	Bata Ringan	23	Responden-23	Batako Sekam Padi
4	Responden-4	Bata Ringan	24	Responden-24	Batako Sekam Padi
5	Responden-5	Batako Sekam Padi	25	Responden-25	Batako Sekam Padi
6	Responden-6	Batako Sekam Padi	26	Responden-26	Batako Sekam Padi
7	Responden-7	Batako Sekam Padi	27	Responden-27	Batako Sekam Padi
8	Responden-8	Batako Sekam Padi	28	Responden-28	Batako Sekam Padi
9	Responden-9	Batako Sekam Padi	29	Responden-29	Batako Sekam Padi
10	Responden-10	Batako Sekam Padi	30	Responden-30	Batako Sekam Padi
11	Responden-11	Batako Sekam Padi	31	Responden-31	Batako Sekam Padi
12	Responden-12	Batako Sekam Padi	32	Responden-32	Batako Sekam Padi
13	Responden-13	Bata Ringan	33	Responden-33	Bata Ringan
14	Responden-14	Batako Sekam Padi	34	Responden-34	Bata Ringan
15	Responden-15	Batako Sekam Padi	35	Responden-35	Bata Ringan
16	Responden-16	Bata Ringan	36	Responden-36	Batako Sekam Padi
17	Responden-17	Bata Ringan	37	Responden-37	Batako Sekam Padi
18	Responden-18	Batako Sekam Padi	38	Responden-38	Batako Sekam Padi
19	Responden-19	Batako Sekam Padi	39	Responden-39	Batako Sekam Padi
20	Responden-20	Batako Sekam Padi			

Berdasarkan rekapitulasi pemilihan material konstruksi dinding di atas, terdapat 30 responden yang memilih batako sekam padi sebagai material konstruksi dinding, sedangkan hanya 9 responden yang memilih bata ringan. Berdasarkan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa 76,92% dari keseluruhan responden *value innovation* memilih batako sekam padi sebagai material konstruksi dinding.

2. Saran untuk Batako Sekam Padi

Sebagai produk inovatif yang baru dikembangkan, penulis dalam lembar kuesioner mengenai *value innovation* juga meminta para responden untuk memberikan saran agar produk batako sekam padi ini dapat diterima dengan baik oleh pelaku konstruksi dan masyarakat secara luas. Berikut ini merupakan rekapitulasi saran responden mengenai batako sekam padi yang diapat dilihat pada Tabel 5.27 di bawah ini.

Tabel 5.27 Rekapitulasi Saran untuk Batako Sekam Padi

No	Nama	Material Dinding	No	Nama	Material Dinding
1	Responden-1	Pemasaran	21	Responden-21	Modifikasi
2	Responden-2	Pemasaran	22	Responden-22	Pemasaran
3	Responden-3	-	23	Responden-23	Modifikasi
4	Responden-4	-	24	Responden-24	Modifikasi dan pemasaran
5	Responden-5	Pemasaran	25	Responden-25	Pemasaran
6	Responden-6	Pemasaran	26	Responden-26	Produksi massal
7	Responden-7	Modifikasi	27	Responden-27	Modifikasi dan pemasaran
8	Responden-8	Pemasaran	28	Responden-28	Pemasaran
9	Responden-9	Pemasaran	29	Responden-29	Edukasi dan Pemasaran
10	Responden-10	Modifikasi	30	Responden-30	Edukasi dan Pemasaran
11	Responden-11	Edukasi dan Pemasaran	31	Responden-31	Modifikasi dan pemasaran
12	Responden-12	Pemasaran	32	Responden-32	Modifikasi
13	Responden-13	Pemasaran	33	Responden-33	-
14	Responden-14	Pemasaran	34	Responden-34	Modifikasi
15	Responden-15	-	35	Responden-35	Modifikasi
16	Responden-16	Pemasaran	36	Responden-36	Pemasaran
17	Responden-17	Pemasaran	37	Responden-37	Pemasaran
18	Responden-18	Modifikasi	38	Responden-38	Edukasi, modifikasi, dan pemasaran
19	Responden-19	Modifikasi dan pemasaran	39	Responden-39	Pemasaran
20	Responden-20	Pemasaran			

Berdasarkan data yang diperoleh di atas dapat diketahui bahwa.

a. Terdapat 18 orang (46,15%) menyarankan agar produk batako sekam padi lebih dikenal oleh masyarakat dan pelaku konstruksi melalui strategi pemasaran.
b. Terdapat 8 orang (20,51%) memberikan saran mengenai modifikasi pada batako sekam padi agar menjadi material konstruksi yang lebih baik dan unggul dalam berbagai aspek bobot kepentingan.
c. Tedapat 4 orang (10,26%) responden memberikan saran mengenai pemasaran produk dan modifikasi batako sekam padi.
d. Terapat 3 orang (7,69%) responden memberikan saran mengenai edukasi kepada masyarakat mengenai pentingnya menggunakan batako sekam padi serta strategi pemasaran produk.
e. Terdapat 1 orang (2,56%) responden memberikan saran mengenai edukasi, modifikasi, dan pemasaran produk batako sekam padi.
f. Terdapat 1 orang (2,56%) responden merekomendasikan produksi massal batako sekam padi.
g. Selain itu, 4 orang (10,26%) dari keseluruhan responden tidak mengisi bagian saran dalam lembar kuisioner.

Berdasarkan data di atas dapat disimpulkan bahwa, mayoritas responden atau sebanyak 18 dari 39 responden memberikan saran dalam hal pemasaran. Mengingat batako sekam padi merupakan produk baru dari PIMVM UII yang belum dikenal secara luas, saran ini dapat diterima. Batako sekam padi memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan bata ringan merek Blesscon. Dengan melakukan pemasaran yang gencar, diharapkan batako sekam padi dapat menjadi pilihan yang kuat bagi masyarakat dan para pelaku konstruksi sebagai material dinding.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil seluruh analisis pada bab sebelumnya, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Dalam pengujian aspek teknis didapatkan bahwa pada pengujian berat volume batako sekam padi variasi I adalah 1124,271 kg/m^3, sedangkan untuk variasi II adalah 930,313 kg/m^3. Di sisi lain, bata ringan dengan merek Blesscon memiliki berat volume rata-rata sebesar 856,664 kg/m^3. Dengan membandingkan data tersebut, terlihat bahwa batako sekam padi terberat yaitu variasi I memiliki berat volume yang 31,238% lebih berat dibandingkan dengan bata ringan merek Blesscon. Dalam pengujian kuat desak didapatkan bahwa bata ringan merek Blesscon memiliki kuat desak tertinggi dengan nilai 26,000 disusul oleh batako sekam padi varian I memiliki kuat desak rata-rata sebesar 25,963 kg/cm^2 atau selisih 0,037 kg/cm^2. Batako sekam padi varian II tidak diikutsertakan ke dalam pengujian selanjutnya dikarenakan tidak memenuhi syarat SNI sebesar 25 kg/cm^2. Kemudian, untuk nilai regangan sampel didapatkan bahwa batako sekam padi variasi I memiliki regangan rata-rata sebesar 0,02267 mm, sedangkan bata ringan merek Blesscon sebesar 0,00726 mm. Dalam pengujian serapan air didapatkan bahwa seluruh variasi batako sekam padi belum memenuhi standar maksimum SNI. Namun, batako sekam padi varian I memiliki besaran serapan air sebesar 25,385% yang memenuhi syarat maksimum SNI yaitu sebesar 35%. Sedangkan bata ringan merek Blesscon memiliki nilai serapan air paling tinggi di antara ketiga variasi yang diuji yaitu sebesar 36,480%. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa batako sekam padi termasuk ke dalam golongan mutu II, sedangkan untuk bata ringan merek Blesscon tidak termasuk ke dalam golongan manapun meneurut SNI 03-0349-1989 dikarenakan batas maksimal golongan

mutu I batako adalah 25% dan batas maksimal golongan mutu II batako adalah 35%.

2. Dalam pengujian redaman suhu didapatkan bahwa, benda uji yang memiliki redaman suhu paling baik adalah batako sekam padi dengan selisih suhu rata-rata sebesar 3,25°C, sedangkan bata ringan merek Blesscon memiliki selisih suhu rata-rata hanya 2,2°C. Dapat disimpulkan bahwa batako sekam padi dapat meredam panas 32,308 % lebih baik daripada bata ringan merek Blesscon.
3. Dalam pengujian redaman suara didapatkan bahwa didapatkan bahwa bata ringan merek Blesscon memiliki performa redaman suara 6,83% lebih baik dengan nilai redaman suara rata-rata sebesar 28,5 dB dibandingkan dengan batako sekam padi variasi I memiliki nilai redaman suara rata-rata sebesar 26,6 dB. Hal ini dapat terjadi dikarenakan batako sekam padi memiliki lebih banyak rongga yang menyebabkan tingginya angka porositas yang mengakibatkan suara dari luar lebih mudah masuk melalui pori-pori yang ada, serta dengan adanya lubang pada bagian dalam batako sekam padi juga memiliki pengaruh yang cukup signifikan dalam mengurangi daya redam suara.
4. Dalam membandingkan harga satuan benda uji didapatkan bahwa harga per m^3 batako sekam padi produksi PIMVM UII adalah Rp. 625.005,-/m^3 sedangkan harga tertinggi bata ringan merek Blesscon di beberapa toko bangunan yang ada di Kabupaten Sleman adalah Rp. 760.000,-/m^3 sementara itu harga terendahnya adalah Rp. 700.000,-/m^3. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa batako sekam padi memiliki harga 10,714% lebih murah daripada harga terendah dari bata ringan merek Blesscon atau memiliki selisih harga sebesar Rp. 74.995,-/m^3.
5. Dalam penelitian survei *value innovation* didapatkan hasil rekapitulasi bahwa kuat desak merupakan aspek kriteria tertinggi yang dipilih oleh para responden dengan nilai sebesar 18,63% yang disusul oleh aspek redaman suhu dengan nilai sebesar 17,30%, aspek redaman suara dengan nilai sebesar 17,02%, aspek serapan air dengan nilai 16,88%, aspek harga dengan nilai

16,26%, dan yang terakhir adalah aspek berat volume yang hanya mendapatkan nilai sebesar 13,91%. Dalam pemilihan material konstruksi dinding, terdapat 30 atau 76,92% responden yang memilih batako sekam padi, sedangkan hanya 9 responden yang memilih bata ringan. Kemudian, dalam pemberian saran terhadap batako sekam padi didapatkan sebanyak 18 orang (46,15%) menyarankan pemasaran yang lebih luas, 8 orang (20,51%) mengusulkan modifikasi agar lebih unggul, 4 orang (10,26%) fokus pada pemasaran dan modifikasi, 3 orang (7,69%) menyarakan untuk memberikan edukasi dan strategi pemasaran ke masyarakat, 1 orang (2,56%) menyarankan mengenai edukasi, modifikasi, dan pemasaran produk, dan 1 orang (2,56%) memberikan saran tentang produksi massal. Selain itu, sebanyak 4 orang (10,26%) tidak memberikan saran dalam kuisioner.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, terdapat beberapa saran guna meningkatkan pengembangan dan kualitas penelitian selanjutnya.

1. Perlu dilakukan upaya pemasaran yang lebih intensif agar batako sekam padi dapat dikenal lebih luas oleh masyarakat dan para pelaku konstruksi.
2. Perlu adanya modifikasi pada komposisi bahan campuran batako berbahan dasar sekam padi agar memenuhi standar SNI-03-0349-1989 dalam uji serapan air dan dapat mengungguli performa bata ringan merek Blesscon dalam aspek kuat desak dan redaman suara.

DAFTAR PUSTAKA

W. I. Aghitsni dan N. Busyra, "Pengaruh Kualitas Produk Terhadap Keputusan Pembelian Kendaraan Bermotor Di Kota Bogor," *J. Ilm. Manajemen, Ekon. Akunt.*, vol. 6, no. 3, hal. 38–51, 2022, doi: 10.31955/mea.v6i3.2271.

N. F. Andhini, "Metode Penelitian Survey," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, hal. 1689–1699, 2017.

R. P. Umbara, "Metode Analytic Hierarchy Process Dalam Menentukan Pembobotan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kerentanan Gedung Di Dki Jakarta Terhadap Ancaman Gempa," *J. Sains dan Teknol. Mitigasi Bencana*, vol. 11, no. 2, hal. 19–27, 2019, doi: 10.29122/jstmb.v11i2.3687.

R. Muharromah, Siti Fahitha; Damayanti, "Pemanfaatan Serbuk Limbah Gypsum Sebagai Substitusi Parsial Komposisi Tanah Liat dan Abu Daun Bambu Sebagai Substitusi Parsial Komposisi Sekam Padi Terhadap Batu Bata Merah," *Univ. Diponegoro*, hal. 1–35, 2023.

N. Pembeli, "Gambar 1.1 Konsep Value Innovation (Kim dan Mauborgne, 2005) 1," hal. 1–43, 2005.

H. Wibisono, "Pengaruh Sekam Padi Sebagai Agregat Pada Batako Dengan Penambahan Abu Batu Dan Fly Ash Terhadap Aspek Teknis, Biaya Produksi, Dan Redaman Suara," 2023.

Badan Standardisasi Nasional, "Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder, SNI 1974-2011," *Badan Stand. Nas. Indones.*, hal. 20, 2011.

A. R. Anhadi dan H. Yulianto, "Karakteristik Kuat Tekan dan Penyerapan Air Batako dengan Penambahan Serbuk Kayu dan Fly Ash," *Tugas Akhir, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia*, 2018.

T. R. Ratwitaningrum dan R. F. A. Setiawan, "Pengaruh Abu Batu Terhadap Kuat Tekan Beton Pasca Pembakaran," *Pros. Semnastek*, hal. 1–6, 2019.

S. Budirahardjo, A. Kristiawan, dan A. Wardani, "Pemanfaatan Sekam Padi Pada Batako" *Program Studi Teknik Sipil, Universitas PGRI Semarang*, hal. 7–12, 2014.

A. Supriyadi, "Pengujian Sifat Mekanis Batako Pejal Menggunakan Gabus Kelapa Dengan Variasi Volume Gabus 10%, 15%, 20% Dan 50%," *J. PWK Laut Sipil Tambang*, vol. 1, no. 1, hal. 1–9, 2015.

M. Fahri, "Pengaruh Sekam Padi Sebagai Agregat Pada Batako Terhadap Aspek Teknis, Biaya Produksi, Dan Redaman Panas (the Influence of Rice Husk As Concrete Block Aggregates on Aspects of Technical, Production Cost, and Thermal Insulation)," 2021.

P. L. Toruan, H. Prasetio, dan R. Rahmawati, "Kemampuan Variasi Campuran Sekam Padi Pada Batako Terhadap Peredaman Suhu," *J. Deform.*, vol. 7, no. 2, hal. 174, 2022, doi: 10.31851/deformasi.v7i2.9176.

D. Heldita, "Pengaruh Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton (Agregat Kasar Ex Desa Sungai Kacil, Agregat Halus Ex Desa Karang Bintang, Abu Sekam Padi Ex Desa Berangas," *... (Teknologi Apl. Konstr. J. Progr. Stud. ...*, vol. 8, no. 1, hal. 46–52, 2019.

Badan Standardisasi Nasional, "Tentang Semen Portland," *SNI 15-0302-2004*, hal. 9, 2004.

Ihsan Faradila Afra, Nurcahyo Bintang Cahyono, A. J., S. H., E. W.I., dan M. Farhan, "Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode FMEA pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Ruas Sigli - Banda Aceh," *Semen non Hidraul.*, vol. 1, no. 1, hal. 115–123, 2017, doi: 10.24912/jmstkik.v1i1.419.

A. Marta, "Proyek Pembangunan Apartemen One East Residence Surabaya Apartment Project," 2015.

Ihsan Faradila Afra dan Nurcahyo Bintang Cahyono, "Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode FMEA pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Ruas Sigli - Banda Aceh," *J. Tek. ITS*, vol. 11, no. 1, hal. 1–7, 2022.

A. J., S. H., dan E. W.I., "Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proyek Bangunan Gedung Dengan Metode Fmea," *J. Muara Sains, Teknol. Kedokt. dan Ilmu Kesehat.*, vol. 1, no. 1, hal. 115–123, 2017, doi: 10.24912/jmstkik.v1i1.419.

M. Farhan, "Penambahan Abu Batubara sebagai Bahan Campuran untuk Proses Pembuatan Semen. Other thesis, Politeknik Negeri Sriwijaya.," *Semen non Hidraul.*, hal. 4–29, 2016.

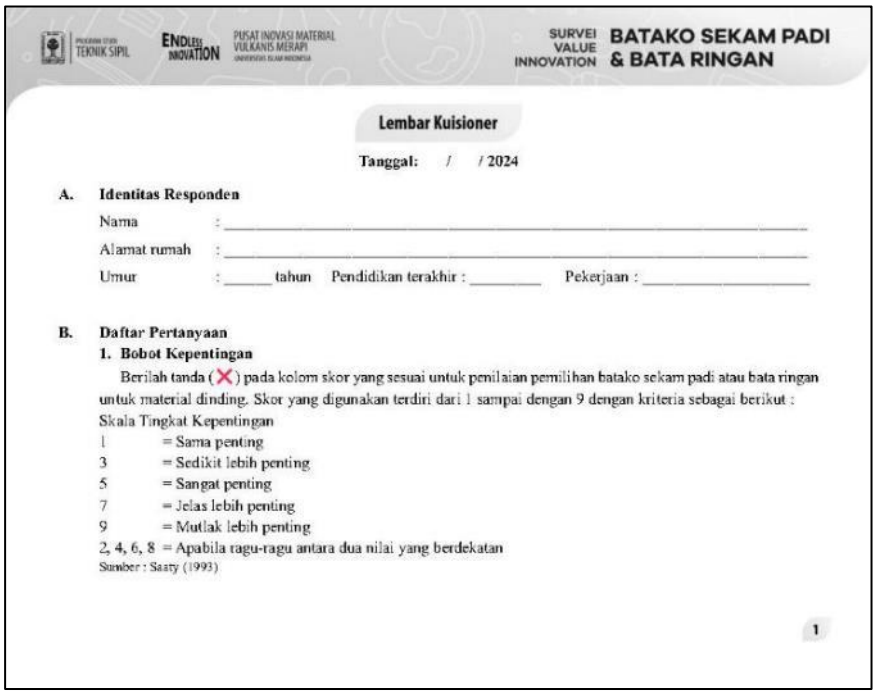
B. A. B. Ii dan T. Pustaka, "Analisa Agregat Halus Pasir Zona III Dengan Agregat Kasar Ukuran 20 mm Dan 40 mm Untuk Kajian Kuat Tekan Mutu Beton Pada Campuran Beton Normal," vol. 15, no. 2, hal. 1–23, 2016.

Parani, "Analisis Perbandingan Efisiensi Penggunaan Metode Bekisting Konvensional Dengan Metode Bekisting Semi-Sistem Perkuatan Besi Hollow Pada Proyek Hotel Ibis Surabaya," *J. Chem. Inf. Model.*, hal. 4–13, 2018.

L. Christofher, "Analisa Perbandingan Metode Konvensional Dan Metode Flat Slab Pada Struktur Plat Lantai Di Proyek Pembangunan Kaliban School," *UIB Repos.*, hal. 4–8, 2019.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Kuisioner *Value Innovation*



TEKNIK SIPIL — ENDLESS INNOVATION — PUSAT INOVASI MATERIAL VULKANIS MERAPI

SURVEI VALUE INNOVATION **BATAKO SEKAM PADI & BATA RINGAN**

Lembar Kuisioner

Tanggal: / / 2024

A. Identitas Responden

Nama : _____

Alamat rumah : _____

Umur : _____tahun Pendidikan terakhir : _____ Pekerjaan : _____

B. Daftar Pertanyaan

1. Bobot Kepentingan

Berilah tanda (✕) pada kolom skor yang sesuai untuk penilaian pemilihan batako sekam padi atau bata ringan untuk material dinding. Skor yang digunakan terdiri dari 1 sampai dengan 9 dengan kriteria sebagai berikut :

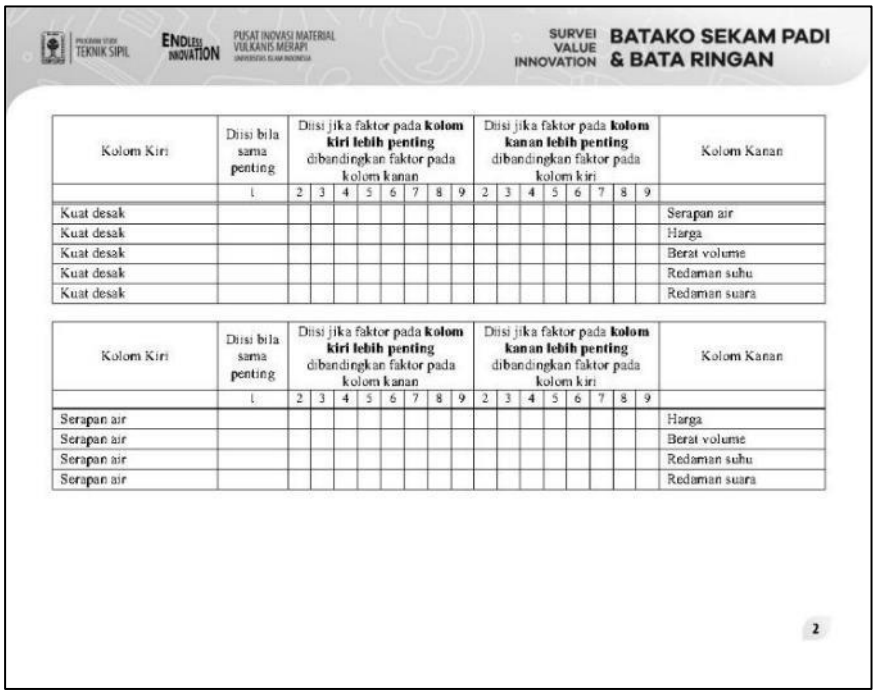
Skala Tingkat Kepentingan

1 = Sama penting
3 = Sedikit lebih penting
5 = Sangat penting
7 = Jelas lebih penting
9 = Mutlak lebih penting
2, 4, 6, 8 = Apabila ragu-ragu antara dua nilai yang berdekatan

Sumber : Saaty (1993)

1

Gambar L-1.1 Halaman 1 Lembar Kuisioner



TEKNIK SIPIL — ENDLESS INNOVATION — PUSAT INOVASI MATERIAL VULKANIS MERAPI

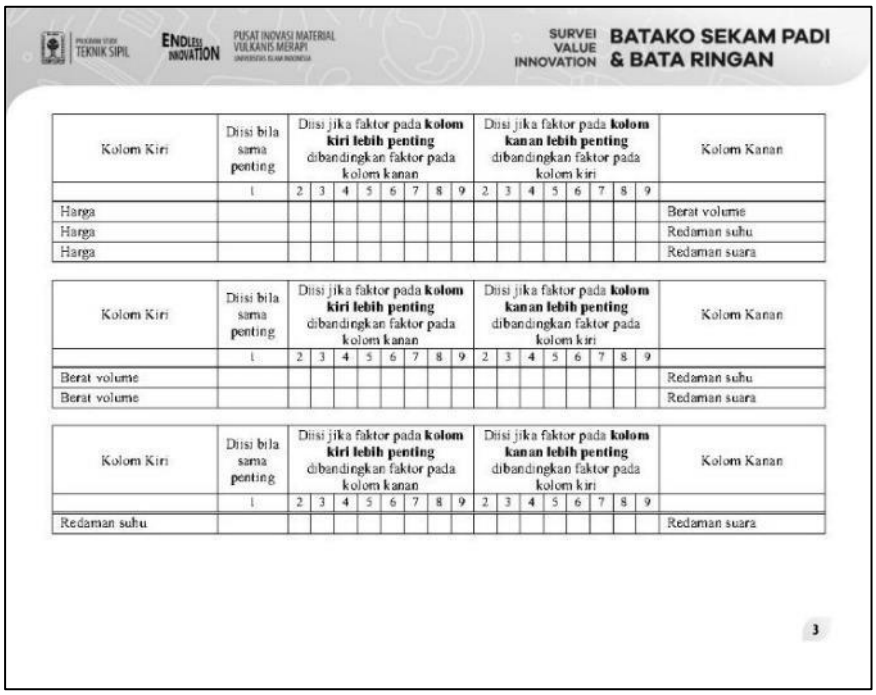
SURVEI VALUE INNOVATION **BATAKO SEKAM PADI & BATA RINGAN**

Kolom Kiri	Diisi bila sama penting	Diisi jika faktor pada **kolom kiri lebih penting** dibandingkan faktor pada kolom kanan								Diisi jika faktor pada **kolom kanan lebih penting** dibandingkan faktor pada kolom kiri								Kolom Kanan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
Kuat desak																		Serapan air
Kuat desak																		Harga
Kuat desak																		Berat volume
Kuat desak																		Redaman suhu
Kuat desak																		Redaman suara

Kolom Kiri	Diisi bila sama penting	Diisi jika faktor pada **kolom kiri lebih penting** dibandingkan faktor pada kolom kanan								Diisi jika faktor pada **kolom kanan lebih penting** dibandingkan faktor pada kolom kiri								Kolom Kanan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
Serapan air																		Harga
Serapan air																		Berat volume
Serapan air																		Redaman suhu
Serapan air																		Redaman suara

2

Gambar L-1.2 Halaman 2 Lembar Kuisioner



TEKNIK SIPIL | ENDLESS INNOVATION | PUSAT INOVASI MATERIAL VULKANIS MERAPI

SURVEI VALUE INNOVATION **BATAKO SEKAM PADI & BATA RINGAN**

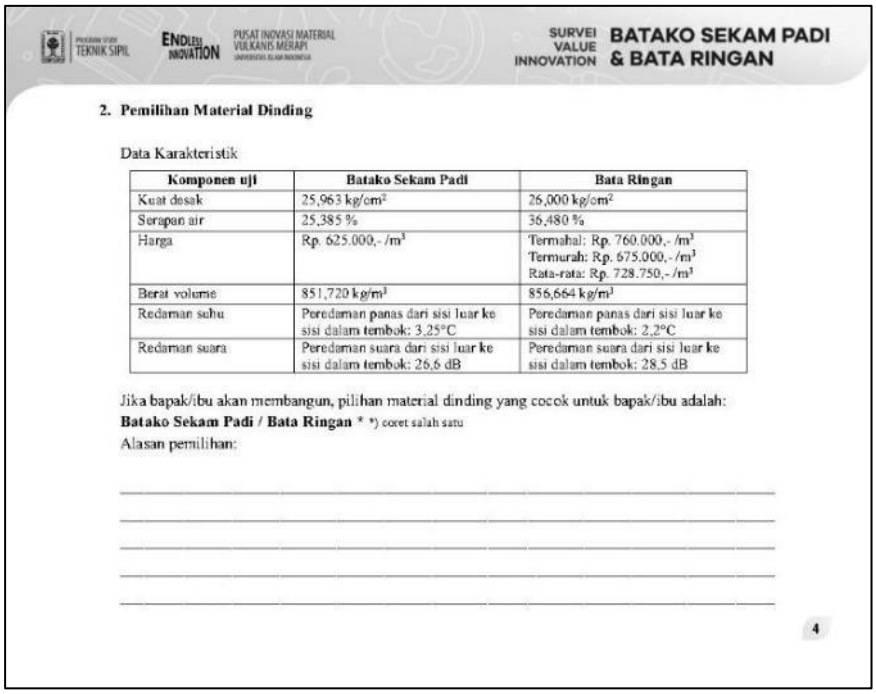
Kolom Kiri	Diisi bila sama penting	Diisi jika faktor pada **kolom kiri lebih penting** dibandingkan faktor pada kolom kanan								Diisi jika faktor pada **kolom kanan lebih penting** dibandingkan faktor pada kolom kiri								Kolom Kanan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
Harga																		Berat volume
Harga																		Redaman suhu
Harga																		Redaman suara

Kolom Kiri	Diisi bila sama penting	Diisi jika faktor pada **kolom kiri lebih penting** dibandingkan faktor pada kolom kanan								Diisi jika faktor pada **kolom kanan lebih penting** dibandingkan faktor pada kolom kiri								Kolom Kanan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
Berat volume																		Redaman suhu
Berat volume																		Redaman suara

Kolom Kiri	Diisi bila sama penting	Diisi jika faktor pada **kolom kiri lebih penting** dibandingkan faktor pada kolom kanan								Diisi jika faktor pada **kolom kanan lebih penting** dibandingkan faktor pada kolom kiri								Kolom Kanan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
Redaman suhu																		Redaman suara

3

Gambar L-1.3 Halaman 3 Lembar Kuisioner



TEKNIK SIPIL | ENDLESS INNOVATION | PUSAT INOVASI MATERIAL VULKANIS MERAPI

SURVEI VALUE INNOVATION **BATAKO SEKAM PADI & BATA RINGAN**

2. Pemilihan Material Dinding

Data Karakteristik

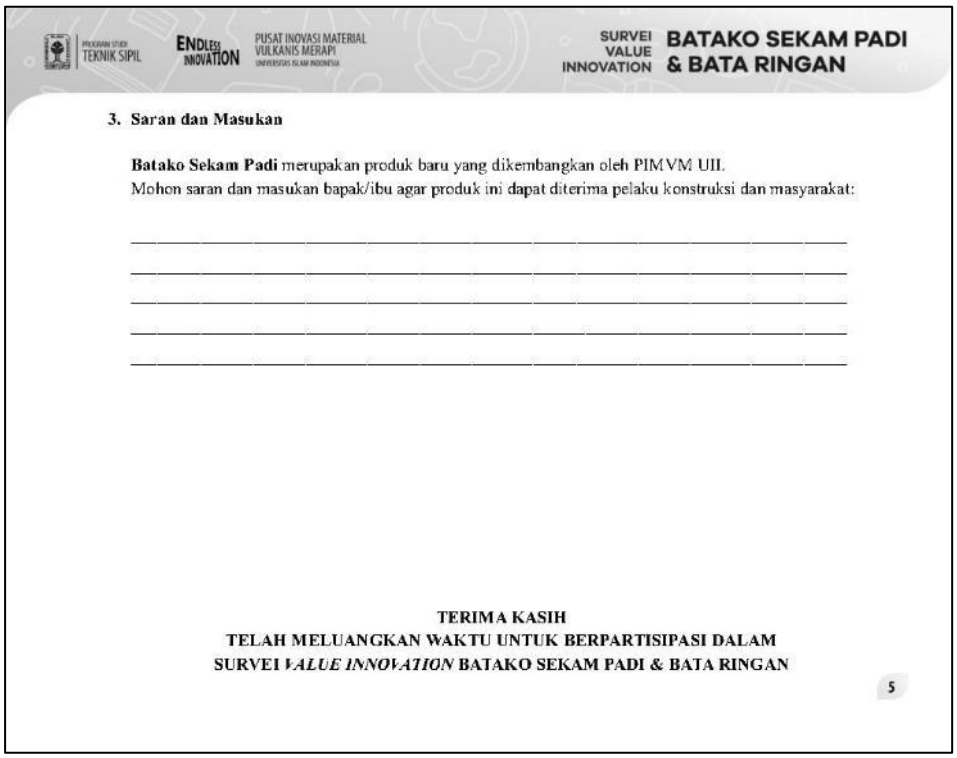
Komponen uji	Batako Sekam Padi	Bata Ringan
Kuat desak	25,963 kg/cm^2	26,000 kg/cm^2
Serapan air	25,385 %	36,480 %
Harga	Rp. 625.000,- /m^3	Termahal: Rp. 760.000,- /m^3 Termurah: Rp. 675.000,- /m^3 Rata-rata: Rp. 728.750,- /m^3
Berat volume	851,720 kg/m^3	856,664 kg/m^3
Redaman suhu	Peredaman panas dari sisi luar ke sisi dalam tembok: 3,25°C	Peredaman panas dari sisi luar ke sisi dalam tembok: 2,2°C
Redaman suara	Peredaman suara dari sisi luar ke sisi dalam tembok: 26,6 dB	Peredaman suara dari sisi luar ke sisi dalam tembok: 28,5 dB

Jika bapak/ibu akan membangun, pilihan material dinding yang cocok untuk bapak/ibu adalah:
Batako Sekam Padi / Bata Ringan * *) coret salah satu
Alasan pemilihan:

_____
_____
_____
_____
_____

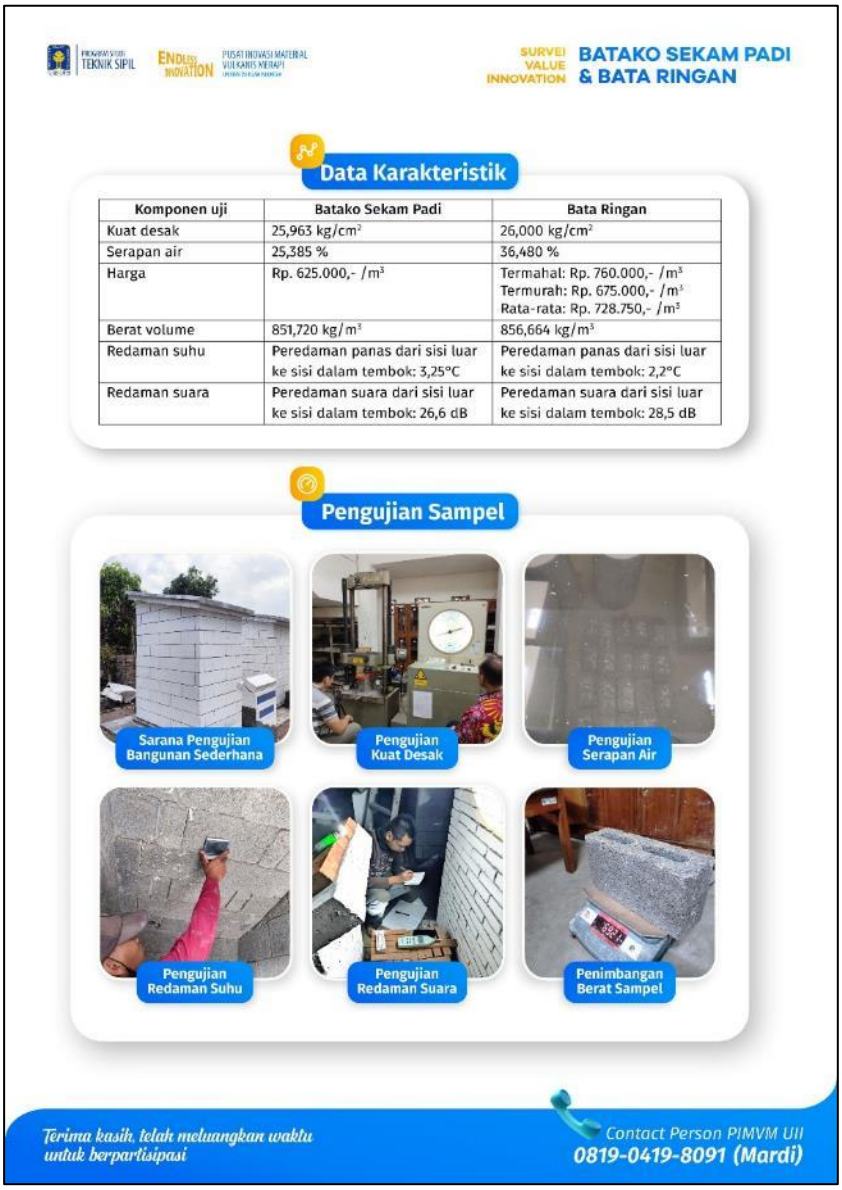
4

Gambar L-1.4 Halaman 4 Lembar Kuisioner



Gambar L-1.5 Halaman 5 Lembar Kuisioner

Lampiran 2 Data Karakteristik dan Dokumentasi Pengujian Sampel



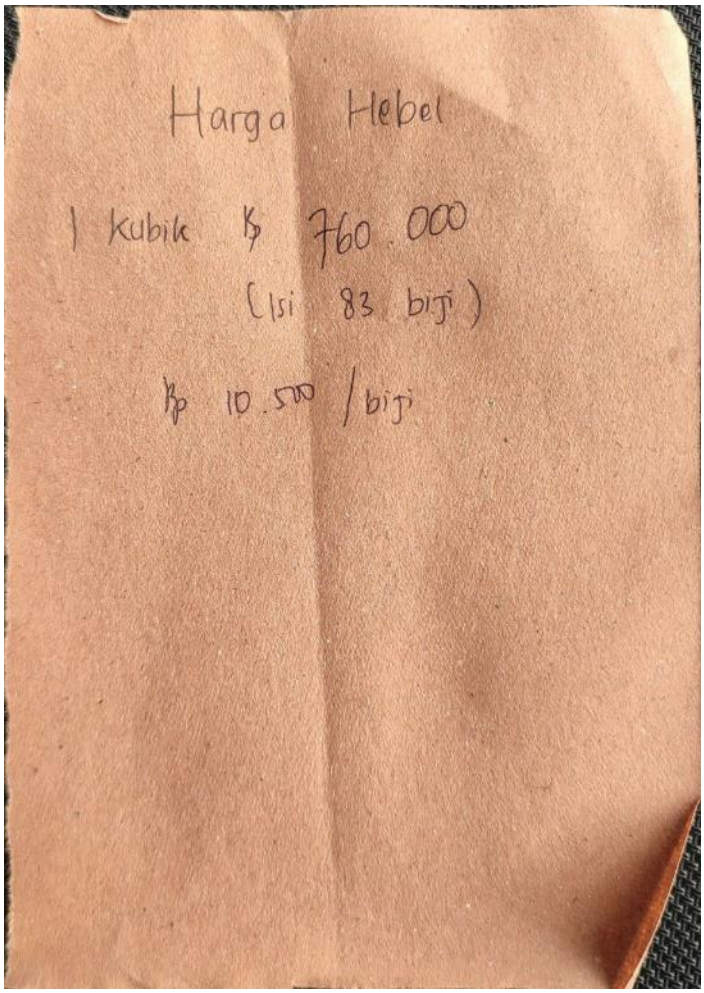
Gambar L-2.1 Data Karakteristik

Lampiran 3 Banner *Value Innovation*

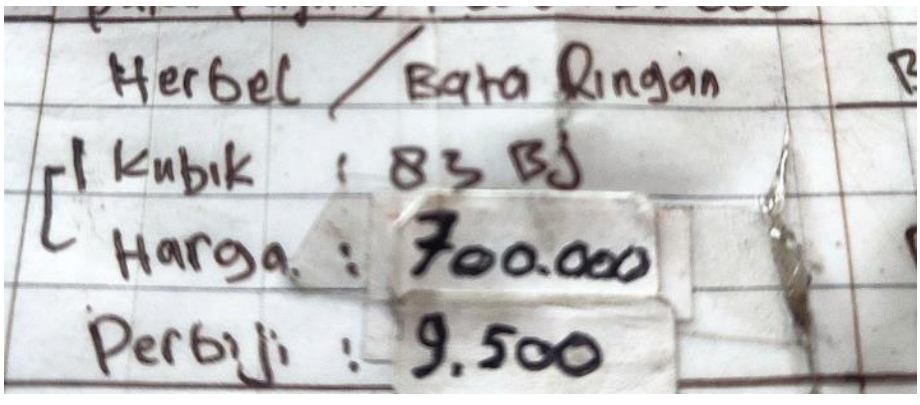


Gambar L-3.1 Banner *Value Innovation*

Lampiran 4 Harga Bata Ringan



Gambar L-4.1 Harga Bata Ringan TB Murah Jaya Jakal



Gambar L-4.2 Harga Bata Ringan TB Megah Jaya

Lampiran 5 Dokumentasi Survei *Value Innovation*



Gambar L-5.1 Persiapan Survei *Value Innovation*



Gambar L-5.2 Survei *Value Innovation* Bersama Teman



Gambar L-5.3 Memaparkan Lembar Data Karakteristik



Gambar L-5.4 Menjelaskan Tentang Bobot Kepentingan