KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MATARAM
FAKULTAS TEKNIK
Jl. Majapahit N0. 62 Mataram, Telp : (0370) 636126, Fax : (0370) 636523 Mataram – NTB
Laman : www.ftunram.ac.id

SURAT KETERANGAN PERNAH MENDAPATKAN HIBAH PENELITIAN KOMPETITIF INTERNAL PERGURUAN TINGGI
No. 277/UN18.F6/EP/2023

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, Dekan Fakultas Teknik Universitas Mataram,

Nama : Muhamad Syamsu Iqbal, ST., MT., Ph.D.
NIP : 19720222 199903 1 002
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Pangkat/Golongan : Pembina/ IV a

Menyatakan bahwa dosen yang namanya disebutkan dibawah ini :

Nama : Ni Nyoman Kencanawati, ST., MT., Ph.D.
NIP : 19760804 200003 2 001
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Pangkat/ Golongan : Pembina/ IV a

Pernah mendapatkan hibah penelitian kompetitif internal Perguruan Tinggi sebagai **Ketua Peneliti**, seperti tersaji pada Tabel di bawah ini:

No.	Judul Penelitian	Tahun	Nilai Hibah (Juta Rp)
1.	Optimasi Proses Thermal-Mechanical-Chemical pada Produksi Agregat Daur Ulang Dari Limbah Beton dan Aplikasinya pada Material Beton Berkelanjutan (Sustainability Concrete)	2022	17.5
2	Aplikasi Metode Vibratory Added Mixing untuk Meningkatan Mutu Beton dengan Agregat Daur Ulang (Tinjauan Makrostruktur, Mikrostruktur, dan Reliabilitas)	2021	17.5
3	Reliabilitas Hasil Uji Non-Destruktif Pada Beberapa Tingkat Kerusakan Beton Dengan Metode Distribusi Weibull	2020	17.5
4	Identifikasi Nilai Charring Rate dan Pyrolisis Zone Sebagai Alat Investigasi Pasca Bakar pada Struktur Kayu Laminasi (Glued Laminated Timber)-Kajian Eksperimen dan Analitis	2019	17.0
5	Analisa Charring Rate pada Kayu Akibat Temperatur Tinggi (Pendekatan Eksperimen dan Analitis)	2018	10.0

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MATARAM
FAKULTAS TEKNIK
Jl. Majapahit N0. 62 Mataram, Telp : (0370) 636126, Fax : (0370) 636523 Mataram – NTB
Laman : www.ftunram.ac.id

No.	Judul Penelitian	Tahun	Nilai Hibah (Juta Rp)
6	Perilaku Struktur dan Keseragaman Kualitas Material Join Balok-Kolom Beton Memadat Sendiri	2017	17.0
7	Evaluasi Perubahan Kadar pH Beton Mutu Tinggi dengan Bahan Tambah Silika pada Temperatur Tinggi	2015	5.0
8	Uji Tak Merusak (Non-Destructive Testing) pada Beton Daur Ulang Kualitas Tinggi	2014	15
Total Nilai Hibah Penelitian			**116.5**

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mataram, 27 April 2023
Dekan,

Muhamad Syamsu Iqbal, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19720222 199903 1 002

PENELITIAN 1

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN PASCASARJANA

JUDUL PENELITIAN

OPTIMASI PROSES THERMAL-MECHANICAL-CHEMICAL PADA PRODUKSI AGREGAT DAUR ULANG DARI LIMBAH BETON DAN APLIKASINYA PADA MATERIAL BETON BERKELANJUTAN (SUSTAINABILITY CONCRETE)

Oleh:

Ni Nyoman Kencanawati, S.T., M.T., Ph.D. (Ketua)

Prof. Buan Anshari, S.T., M.Sc.Eng., Ph.D. (Anggota)

Hariyadi, ST., M.Sc.(Eng), Dr.Eng. (Anggota)

Jauhar Fajrin, S.T., M.Sc Eng., Ph.D. (Anggota)

KELOMPOK PENELITI BIDANG ILMU

TEKNOLOGI AUDIT DAN REHABILITASI STRUKTUR GEDUNG

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

UNIVERSITAS MATARAM

Tahun 2022

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN PASCASARJANA

1	Judul Penelitian	:	Optimasi Proses Thermal-Mechanical-Chemical Pada Produksi Agregat Daur Ulang Dari Limbah Beton Dan Aplikasinya Pada Material Beton Berkelanjutan (Sustainability Concrete)
2	Topik Unggulan	:	Teknologi Transformasi Material Limbah Dan Evaluasinya
3	Kelompok Peneliti Bidang Ilmu	:	Teknologi Audit Dan Rehabilitasi Struktur Gedung
4	Ketua Peneliti a. Nama Lengkap b. NIP/NIDN c. Jabatan fungsional d. Fakultas e. Alamat Institusi f. Telepon/Faks/e-mail	: 	 Ni Nyoman Kencanawati, S.T., M.T., Ph.D. 19760804200003200 1/0004087602 Lektor Kepala Teknik Sipil / Fakultas Teknik Jl.Majapahit No 62 Mataram
5	Anggota Peneliti	:	1. Prof. Buan Anshari, S.T., M.Sc.Eng., Ph.D. 2. Hariyadi, ST., M.Sc.(Eng), Dr.Eng. 3. Jauhar Fajrin, S.T., M.Sc Eng., Ph.D.
6	Mahasiswa yang terlibat	:	1 Orang
7	Waktu Penelitian	:	6 Bulan
8	Luaran Wajib	:	• Publikasi Ilmiah (Publikasi pada artikel ilmiah yang dimuat dalam jurnal (Accepted pada jurnal nasional ber-ISSN, pengumpulan paling lambat 1 tahun setelah kontrak berakhir), atau Publikasi pada proceding seminar nasional/Internasional)
9	Luaran Tambahan	:	• Naskah Akademik
10	Pembiayaan a. PNBP UNRAM b. Biaya dari Instansi lain c. Biaya dari peneliti sendiri	: 	 Rp 17,500,000 Rp 0 Rp 0

Mataram,03-10-2022

Mengetahui
Ketua Kelompok Peneliti Bidang Ilmu

Ni Nyoman Kencanawati, ST.MT., Ph.D.
NIP. 197608042000032001

Ketua Peneliti

Ni Nyoman Kencanawati, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197608042000032001

Menyetujui:
Dekan Fakultas Teknik / Direktur Program Pascasarjana UNRAM

Muhamad Syamsu Iqbal, ST., MT., Ph.D.
NIP. 197202221999031002

Mengetahui:
Ketua BP3F/BP2EB Fakultas Teknik / Prodi/ Program Studi Magister

Dr. Nur Kalwanto, ST., MT.
NIP. 197210061999031002

Mengetahui
Ketua LPPM UNRAM

Muhamad Ali, S.Pt., M.Si., Ph.D.
NIP. 197207271999031002

copyright_simlitabmas_unram@2020

IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

1. Judul Penelitian : Optimasi Proses *Thermal-Mechanical-Ch*emical pada Kualitas Agregat Daur Ulang Dari Limbah Beton Dengan dan Aplikasinya pada Material Beton Berkelanjutan (*Sustainability Concrete*)
2. Tim Peneliti :

No	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Instansi Asal	Alokasi Waktu (Jam/Minggu)
1	Ni Nyoman Kencanawati, ST., MT., Ph.D.	Ketua	Teknik Sipil Struktur	Unram	16
2	Dr.Eng. Hariyadi, ST., MSc.(Eng).	Anggota 2	Teknik Sipil Struktur	Unram	10
3	Jauhar Fajrin, ST., MSc(Eng)., Ph.D	Anggota 3	Teknik Sipil Struktur	Unram	10
4	Prof. Buan Anshari, ST., MSc(Eng.), Ph.D.	Anggota 4	Teknik Sipil Struktur	Unram	10

3. Mahasiswa yang terlibat:

No	Nama	NIM	Fakultas	Alokasi Waktu (Jam/Minggu)
1.	Heri Kurban	F1A116021	Teknik-JTS	10

4. Isu Strategis : Teknologi Transformasi Material Limbah dan Evaluasinya
5. Topik Penelitian : Pengembangan Teknologi Untuk Material Daur Ulang
6. Objek Penelitian : Material Beton
7. Lokasi Penelitian : Laboratorium Struktur dan Bahan, Universitas Mataram
8. Hasil Yang Ditargetkan : Teknologi dalam Peningkatan Mutu Beton dengan Agregat Daur Ulang
9. Institusi Lain : -
10. Sumber Biaya : -
11. Instansi Lain : -
12. Temuan Yang Ditargetkan : Optimasi proses thermal-mechanical-chemical untuk meningkatkan kualitas agregat kasar daur ulang dari limbah beton.
13. Konstribusi Mendasar : Hasil penelitian ini dapat dipertimbangkan sebagai salah satu masukan dalam mengembangkan teknologi transformasi dari limbah beton menjadi material agregat daur ulang. dan dapat dipertimbangkan sebagai bahan penyusun material beton yang berkelanjutan dan ramah lingkungan
14. Rencana Luaran Wajib dan Tambahan : Wajib: Publikasi pada *The First Mandalika International Multi-conference on Science and Engineering 2022 pada 14-15 September*
    Tambahan: Naskah Akademik berupa Buku Ajar ber-ISBN untuk mata kuliah Rekayasa Bahan Konstruksi Sipil
15. Keterangan Lain :

DAFTAR ISI

Halaman Judul ……..i
Halaman Pengesahan ……..ii
Identitas dan Uraian Umum ……iii
Daftar Isi ……iv
Daftar Gambar ……..v
Daftar Tabel ……..vi
Daftar Lampiran ……vii
Ringkasan ……viii

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang ……1
1.2. Tujuan ……2
1.3. Urgensi Penelitian ……..2
1.4. Temuan/Innovasi Teknologi ……3
1.5. Rekayasa Sosial ……3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA ……4
2.1 State of The Arts ……4
2.2 Hasil Penelitian Sebelumnya dan Posisi Penelitian ……5
2.3 Kualitas Material Agregat dan Beton ……7
2.4 Metode Desain Orthogonal ……8
2.5 Road Map Penelitian ……..9

BAB III METODE PENELITIAN ……11
3.1 Lokasi Penelitian ……11
3.2 Bahan Penelitian ……..……11
3.3 Peralatan Penelitian ……..11
3.4 Tahapan Penelitian ……..12
3.5 Bagan Alir Penelitian ……14
3.6 Indikator Capaian ……15
3.5 Luaran Penelitian ……..16

BAB IV HASIL DANN PEMBAHASAN ……..17
4.1 Pemeriksaan Pasir dan Agregat Kasar Normal ……17
4.2 Pemeriksaan Agregat Daur Ulang ……..18
4.3 Visual Agregat Kasar Daur Ulang ……..23
4.4 Campuran Beton ……..24
4.5 Hasil Pengujian Slump Beton Segar ……..25
4.6 Hasil Pengujian Beton ……26
4.6.1 Pengujian berat volume ……..26
4.6.2 Pengujian kuat tekan ……..28
4.6.3 Pengujian modulus elastisitas ……..31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN ……..33

5.1 Kesimpulan …….33
5.2 Saran ……33

DAFTAR PUSTAKA ……..…….35

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Posisi Penelitian ……6
Gambar 2.2 Notasi untuk Orthogonal Array ……..8
Gambar 2.3 Road Map Penelitian ……..10

Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian ……..15

Gambar 4.1 Grafik Gradasi Agregat Halus ……18
Gambar 4.2 Grafik Gradasi Agregat Kasar Batu Pecah ……18
Gambar 4.3 Grafik Gradasi Agregat Kasar Normal dan Agregat Kasar Daur Ulang (200/700/52) ……20
Gambar 4.4 Grafik Gradasi Agregat Kasar Normal dan Agregat Kasar Daur Ulang (200/600/48) ……20
Gambar 4.5 Grafik Gradasi Agregat Kasar Normal dan Agregat Kasar Daur Ulang (200/500/24) ……20
Gambar 4.6 Grafik Gradasi Agregat Kasar Normal dan Agregat Kasar Daur Ulang (150/700/48) ……21
Gambar 4.7 Grafik Gradasi Agregat Kasar Normal dan Agregat Kasar Daur Ulang (150/600/24) ……21
Gambar 4.8 Grafik Gradasi Agregat Kasar Normal dan Agregat Kasar Daur Ulang (150/500/52) ……22
Gambar 4.9 Grafik Gradasi Agregat Kasar Normal dan Agregat Kasar Daur Ulang (100/700/24) ……22
Gambar 4.10 Grafik Gradasi Agregat Kasar Normal dan Agregat Kasar Daur Ulang (100/600/52) ……22
Gambar 4.11 Grafik Gradasi Agregat Kasar Normal dan Agregat Kasar Daur Ulang (100/500/48) ……23
Gambar 4.12 Berat Isi Beton Usia 28 Hari Ditinjau Dari Metode Heating …….27
Gambar 4.13 Berat Isi Beton Usia 28 Hari Ditinjau Dari Metode Grinding ….28
Gambar 4.14 Berat Isi Beton Usia 28 Hari Ditinjau Dari Metode Acid …….28
Gambar 4.15 Nilai Kuat Tekan Pada Masing-masing Kombinasi ……30
Gambar 4.16 Nilai Kuat Tekan Dalam Tinjauan Metode Heating ……31
Gambar 4.17 Nilai Kuat Tekan Dalam Tinjauan Metode Grinding ……31
Gambar 4.18 Nilai Kuat Tekan Dalam Tinjauan Metode Acid …..……31
Gambar 4.19 Nilai Modulus Elastisitas Beton Normal Dan Beton daur Ulang ……32

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batas Gradasi Agregat Kasar ……..7
Tabel 2.2 Standar Matriks Orthogonal ……9

Tabel 3.1 Level Faktor Eksperimen ……..13
Tabel 3.2 Matriks Eksperimen Orthogonal ……..13

Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton ……..16
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar Normal dan Agregat KasarDaur Ulang ……16
Tabel 4.3 Visual Agregat Kasar Daur Ulang ……..23
Tabel 4.4 Kebutuhan Bahan Campuran Beton per 1 m^3 ……..25
Tabel 4.5 Nilai Slump Beton ……..25
Tabel 4.6 Berat Volume Beton ……26
Tabel 4.7 Nilai Kuat Tekan Beton daur Ulang ……29

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 UJI PEMERIKSAAN AGREGAT

LAMPIRAN 2 DOKUMENTASI KEGIATAN LABORATORIUM

LAMPIRAN 3 KONTRAK PENELITIAN

RINGKASAN

Diperkirakan sekitar 35% limbah bongkaran konstruksi berakhir di penimbunan, oleh karena itu diperlukan teknologi untuk memproses limbah beton yang efektif dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Masalah ini telah menjadi perhatian dalam pengembangan kebijakan nasional di seluruh dunia untuk mencegah penimbunan yang besar dengan cara meningkatkan proses daur ulang. Salah satunya adalah dengan mengekstrasi agregat dari limbah beton dan digunakan kembali sebagai bahan penyusun beton. Penggunaan agregat daur ulang juga memberikan solusi akibat semakin berkurangnya ketersediaan agregat alam sebagai bahan penyusun beton dan diharapkan agregat daur ulang ini menjadi bahan penyusun beton yang berkelanjutan (*sustainability concrete*). Namun akibat mutu beton yang dihasilkan lebih rendah, sehingga penggunaan agregat daur ulang untuk bahan penyusun beton di Indonesia masih rendah.

Metode untuk meningkatkan kualitas agreagat daur ulang yang diajukan oleh penelitian ini yaitu kombinasi metode *thermal-mechanical-chemical* [1]–[3]. Proses-proses ini mampu mengurangi kandungan mortar pada permukaan agregat daur ulang sehingga kualitas agregat daur ulang dapat meningkat. Namun, masih diperlukan optimasi dari proses-proses tersebut, agar dapat menghasilkan kualitas agregat daur ulang yang tinggi. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh kualitas agregat daur ulang yang optimal berdasarkan kombinasi metode *thermal-mechanical-chemical* dengan menggunakan metode desain orthogonal. Untuk itu, nilai-nilai faktor awal desain eksperimen diambil berdasarkan penelitian pendahuluan [1]–[3] yaitu pemanasan (*thermal*)100℃ selama 24 jam, pemutaran (*mechanical*) sebanyak 500 putaran dan perendaman dalam larutan HCL 0.1 mol selama 24 jam (*chemical*). Masing-masing faktor akan dikembangkan dengan pada tiga level yaitu pemanasan pada 100℃, 200℃, dan 300℃; pemutaran sebanyak 500, 600, dan 700 kali; dan perendaman dalam HCL 0.1 mol selama 24, 48, dan 72jam. Semua faktor dan level disusun dalam suatu matriks orthogonal dengan metode Taguchi.

Selanjutnya agregat daur ulang hasil optimasi ini digunakan sebagai bahan penyusun beton; dengan demikian memungkinkan terproduksinya material beton yang berkelanjutan (*sustainability concrete*). Hasil penelitian dipresentasikan pada dan diterbitkan pada prosiding seminar internasional terindeks WOS dalam bidang Teknik yaitu pada *The First Mandalika International Multi-conference on Science and Engineering 2022* tanggal 14-15 September 2022. Sebagai tambahan hasil penelitian dituangkan dalam sebuah buku ajar dengan judul Material Beton dan Baja serta Aplikasinya pada Struktur Beton Bertulang yang dipakai pada Mata Kuliah Rekayasa Bahan Konstruksi Sipil. Diharapkan tujuan untuk memanfaatkan material hasil daur ulang limbah beton dan mendukung penggunaan material yang ramah lingkungan dapat dilakukan secara berkelanjutan.

Kata Kunci: limbah beton, agregat kasar daur ulang, beton berkelanjutan, optimasi proses, desain eksperimental.

BAB I. PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Beton merupakan material konstruksi yang telah digunakan secara luas dibanyak belahan dunia. Namun seiring dengan penuaan dan masa layan yang telah habis maka kemungkinan konstruksi beton akan dibongkar. Pembongkaran struktur beton menghasilkan limbah dalam jumlah besar dan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan akibat penimbunan. Masalah ini telah menjadi perhatian dalam pengembangan kebijakan nasional di seluruh dunia karena terdapat lebih banyak struktur beton tua yang perlu dibongkar di masa mendatang [4]–[6].

Persoalan penting lainnya terkait penggunaan beton adalah menipisnya agregat alam sebagai salah satu bahan utama pembuatan beton. Perhatian harus diberikan pula pada dampak negatif lingkungan jangka panjang akibat proses eksploitasi bahan alam seperti penggundulan hutan, abrasi lapisan atas tanah, udara dan air [7]. Penggunaan material beton berkelanjutan (*sustainability concrete*) didorong sepenuhnya sebagai salah satu solusinya [6].

Beton berkelanjutan adalah jenis beton yang memiliki dampak negatif yang lebih kecil terhadap lingkungan. Penggunaan agregat daur ulang merupakan salah satu contoh upaya produksi beton berkelanjutan [8]–[11]. Namun, banyak praktisi konstruksi di Indonesia masih enggan menggunakan jenis beton berkelanjutan ini karena mutu beton yang dihasilkan lebih rendah. Seperti yang dilaporkan oleh [12]–[14] beton agregat daur ulang memiliki kekuatan tekan sekitar 20-26% lebih rendah daripada beton dengan agregat alami. Kandungan mortar masih terdapat pada agregat daur ulang menyebabkan mutu beton yang dihasilkan menurun [15]. Dengan demikian, saat ini untuk mendukung pemakaian beton daur ulang secara berkelanjutan maka produksi agregat daur ulang dengan kualitas yang lebih tinggi sangat diperlukan.

Uji pendahuluan aplikasi proses *thermal-mechanical-chemic*al telah dilakukan untuk menghasilkan agregat kasar daur ulang dengan kualitas yang lebih baik [1]–[3]. Hasil yang menjanjikan telah diberikan karena kualitas agregat daur ulang yang dihasilkan hampir mendekati dengan kualitas agregat alam secara

fisik. Proses *thermal* melemahkan ikatan antara agregat dan mortar yang ada dipermukaannya dan menyebabkan kemudahan delaminasi saat proses *mechanical*. Selanjutnya *chemical process* membantu pembersihan permukaan agregat daur ulang secara lebih kontinu dan efektif [16]. Namun demikian perlakuan dalam proses produksi masih perlu dioptimalkan sehingga mendapatkan kualitas agregat daur ulang yang mampu menyamai kualitas agregat alam, dalam penelitian ini digunakan metode desain orthogonal. Desain eksperimental orthogonal telah diterapkan dan telah menunjukkan kemampuannya dalam pengambilan kesimpulan inferensial dari data hasil eksperimen sehingga dapat mempermudah pekerjaan ekperimental di bidang teknik sipil [17], [18].

1.2.Tujuan

a. Memperoleh kualitas agregat daur ulang kombinasi metode *thermal-mechanical-chemical* yang optimal dengan menggunakan metode desain orthogonal.
b. Mengaplikasikan agregat kasar daur ulang hasil optimasi untuk memproduksi beton berkelanjutan.
c. Memperoleh nilai kuat tekan beton berkelanjutan

1.3. Urgensi Penelitian

Peminat agregat daur ulang sangat terbatas dalam dunia konstruksi akibat beberapa kualitasnya yang rendah dan beton yang dihasilkan pun mempunya kuat tekan yang rendah [12], [13]. Bahkan beberapa negara pun membatasi dalam penggunaanya [19]. Kualitas agregat daur ulang yang rendah disebabkan oleh masih terdapatnya kandungan mortar dari beton lama (*adhered mortar*) pada permukaan agregat daur ulang. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menghilangkan *adhered mortar* ini [1]–[3], [20]. Namun, masih diperlukan optimasi dari proses-proses tersebut [1]–[3], agar dapat menghasilkan kualitas agregat daur ulang yang tinggi; dengan demikian kuat tekan betony an dihasilkanpun meningkat. Usaha ini dapat mendukung program pemerintah

dalam pemanfaatan limbah beton dan menciptakan material lingkungan yang lebih ramah lingkungan secara berkelanjutan.

1.4. Temuan/Innovasi Teknologi

Produksi agregat daur ulang melalui tahapan proses *heating-grinding-soaking* dapat menghasilkan nilai kuat tekan beton yang menggunakan agregat tersebut lebih kecil (3-8)% dibandingkan dengan beton yang menggunakan agregat normal (baru) [1], [2]. Dengan mengoptimasi proses pembuatan maka dapat kualitas agregat daur ulang diharapkan lebh baik dan seragam. Karena agregat menempati sebagian besar volume beton maka kualitas agregat mempengaruhi kualitas beton [21]. Agregat daur ulang dengan kualitas baik akan dapat menghasilkan beton dengan mutu setara dengan beton dengan agregat alam. Dengan demikian usaha untuk mengkampanyekan *green and sustainability material* dengan menggunakan beton daur ulang dapat dicapai dalam waktu dekat.

1.5. Rekayasa Sosial

Pembangunan secara besar-besaran pada negara berkembang seperti Indonesia membutuhkan material konstruksi yang dalam jumlah besar. Salah satu material konstruksi yang masih diminati adalah beton. Produksi beton secara luas membutuhkan volume agregat yang sangat besar karena beton tersusun atas 70-80% agregat [21]. Penambangan agregat secara besar-besaran tidak hanya berdampak pada berkurangnya ketersedian agregat alam, namun berpengaruh pada habitat hewan dan tumbuhan di sekitarnya. Penambangan agregat juga mengeluarkan emisi CO_2 akibat peledakan dan transportasi. Dilain pihak, penimbunan limbah beton akibat bongkaran bangunan yang sudah tua akibat melebihi waktu layannya juga memberikan dampak kepada lingkungan akibat penimbunan (*landfill*). Dengan demikian agregat daur ulang dapat menjadi salah satu solusi dari masalah-masalah tersebut dan dapat dipecahkan melalui hasil penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. State of the Art

Studi secara eksperimental tentang sifat mekanik berupa kuat tekan dan modulus elastisitas beton dengan agreagat kasar daur ulang dengan cara pemecahan biasa telah dilakukan oleh [15]. Bila komposisi seluruh agregat kasar didalam campuran beton berupa agregat daur ulang maka kuat tekan beton menurun sebesar 23.7% dibandingkan dengan beton yang terbuat dari agregat alam. Hasil serupa juga diperoleh dari [12], [13] dimana beton daur ulang memiliki sifat mekanik lebih rendah sekitar 20-26% terhadap sifat mekanik beton agregat normal.

Masalah rendahnya kualitas agreagat daur ulang telah dipecahkan dengan menggunakan teknologi pulsed power seperti yang dilaporkan oleh [20], [22]. *Shockwave* yang dihasilkan oleh *pulsed power* mampu melemahkan dan memisahkan mortar lama dari permukaan agreagat dibandingkan dengan cara pemecahan biasa. Dengan demikian kuat tekan yang dihasilkanpun hanya berbeda sekitar 4 % dibandingkan dengan beton dengan agregat normal. Selain itu terdapat metode lainnya juga telah diajukan untuk memisahkan agregat daur ulang dari kandungan mortarnya. Metode *autogeneous cleaning* dilakukan oleh [23] dan metode perendaman dalam larutan kimia oleh [24]. Dilaporkan bahwa kuat tekan beton daur ulang hanya berbeda 8.9% dibandingkan dengan kuat tekan beton normal [3] dan perbedaan berat volume agregat daur ulang hanya berbeda 8% dibandingkan berat volume agregat normal.

Kombinasi dari metode pemanasan (*thermal*), pemutaran (*mechanical*), dan perendaman dengan larutan asam (*chemical*) dengan tujuan untuk melepaskan mortar dari agregat daur ulang telah diajukan oleh Kencanawati dkk. dalam [1]–[3]. Hasil yang dicapai cukup memuaskan dimana kualitas agregat daur ulang dari segi berat volume, penyerapan air, dan gradasi yang lebih baik. Mutu beton yang dihasilkanpun meningkat yaitu hanya berbeda sekitar 6% dibandingkan dengan mutu beton normal. Namun demikian metode ini masih perlu dikembangkan untuk dapat memperoleh kualitas agregat daur ulang yang lebih optimal dengan

mengkombinasikan metode-metode diatas dengan memanfaatkan desain eksperimental orthogonal yang akan dilakukan pada penelitian ini.

Desain eksperimental orthogonal telah diterapkan untuk mengembangkan material panel komposit [17], [18]. Hasilnya di analisis secara statistik. Disimpulkan bahwa penggunaan *statistical design experiment* telah menunjukkan kemampuannya dalam pengambilan kesimpulan inferensial dari data hasil eksperimen sehingga dapat mempermudah pekerjaan ekperimental di bidang teknik sipil.

2.2. Hasil Penelitian Sebelumnya dan Posisi Penelitian

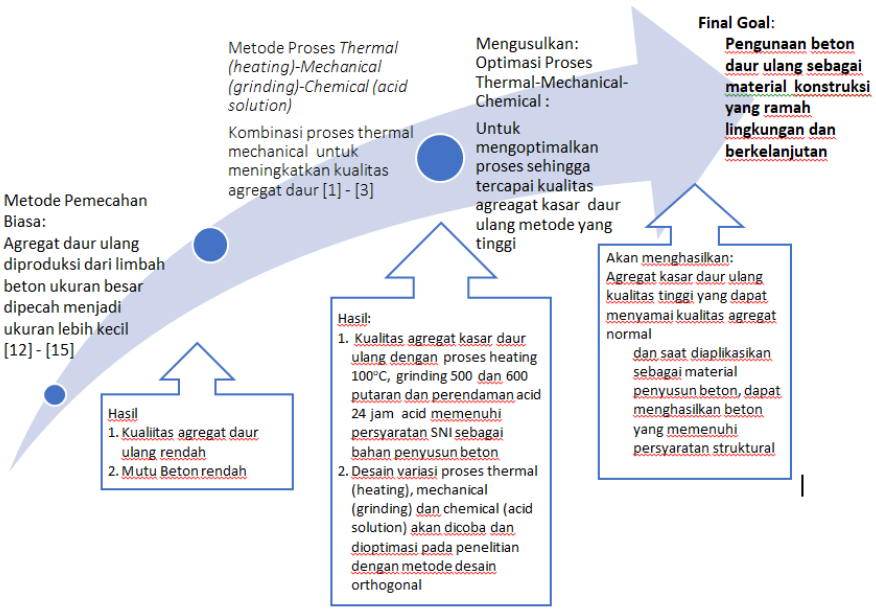
Peningkatan kualitas agregat kasar dari limbah beton telah dilakukan oleh Kencanawati, dkk dalam [20] dengan menggunakan tenaga pulsed power. Metode ini mampu menghasilkan agregat kasar daur ulang dengan kualitas tinggi dan reliabiltasnya pun telah diuji. Namun metode ini membutuhkan tenaga listrik tinggi sehingga kesulitan dalam pengaplikasian di negara berkembang seperti Indonesia.

Metode yang lebih aplikatif kemudian diajukan oleh Kencanawati, dkk. [1] yaitu dengan menggabungkan beberapa proses yaitu metode pemanasan (*thermal*), pemutaran (*mechanical*), dan perendaman dengan larutan asam (*chemical*). Agregat kasar daur ulang diproduksi melalui tiga tahapan tersebut. Tujuannya adalah untuk membersihkan kandungan mortar yang masih melekat dipermukaan agregat daur ulang. Dengan demikian, saat digunakan untuk membuat beton baru, agregat kasar daur ulang memiliki ikatan yang lebih baik dengan pasta semen. Proses pemanasan dilakukan dengan memasukkan bongkahan limbah beton kedalam oven selama 24 jam dengan suhu 100℃. Dilanjutkan dengan penggerusan limbah beton panas dengan bola-bola baja di dalam mesin pemutar sebanyak 500 kali putaran. Terakhir adalah perendaman hasil penggerusan dengan larutan HCL selama 24 jam. Proses-proses tersebut mampu mengurangi kandungan mortae pada permukaan agregat kasar daur ulang secara signifikan [3].

Selanjutnya dari hasil pemeriksaan gradasi dan berat jenis, ditemukan bahwa kualitas agregat kasar daur ulang mampu memenuhi persyaratan sebagai

agregat kasar penyusun beton. Demikian pula setelah digunakan dalam campuran beton, dihasilkan kuat tekan dengan nilai 94% dari kuat tekan beton dengan agreagat normal [1]. Pemeriksaan kekerasan permukaan beton dan penjalaran gelombang ultrasonik dalam beton pun telah dievaluasi dan menunjukkan hasil yang memuaskan [2]. Lebih lanjut, metode *strengthening* ikatan antara agregat kasar daur ulang dengan pasta semen juga telah dilakukan dalam usaha meningkatkan kuat tekan beton dengan agregat daur ulang ini [3].

Dengan demikian metode ini masih perlu dikembangkan untuk dapat memperoleh kualitas agregat daur ulang yang lebih optimal dengan mengkombinasikan metode-metode diatas dengan memanfaatkan desain eksperimental orthogonal yang akan dilakukan pada penelitian ini. Desain eksperimental orthogonal telah diterapkan untuk mengembangkan material panel komposit oleh salah satu tim peneliti yaitu Fajrin, dkk. [17], [18]. Hasilnya di analisis secara statistik. Posisi penelitian ini ditampilkan dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Posisi Penelitian

2.3. Kualitas Material Agregat dan Beton

Pengujian kualitas agregat penyusun beton meliputi pengujian sifat fisik dari agregat meliputi uji saringan dan modulus halus butiran, uji berat volume, dan uji penyerapan air. Sedangkan pengujian kualitas beton mengacu pada pengujian kuat tekan beton.

a. *Analisa saringan dan modulus halus butiran (MHB)*

Pengujian ini berdasarkan SNI ASTM C136:2012 yaitu Metode Uji untuk Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar [25]. Hasil pengujian dinyatakan dalam persentase total dari material yang lolos setiap saringan, persentase total dari material yang tertahan pada setiap saringan, dan indeks MHB. Ukuran partikel untuk gradasi agregat kasar tertera pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Batas Gradasi Agregat Kasar [25]

Lubang ayakan (mm)	Persentase berat butir lewat ayakan	
	Besar butir maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	25-55
4.8	0-5	0-100

MHB dihitung dengan menjumlahkan akumulasi persentase bahan dari contoh uji tertahan dari seluruh saringan dan jumlahnya dibagi dengan 100. Nilai MHB untuk agregat kasar berkisar antara 6-8.

b. *Pengujian berat jenis dan penyerapan air*

Pengujian berat jenis dan penyerapan air di dasarkan pada SNI 03-1969-1990 tentang Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar [26]. Nilai berat jenis berkisar 2.5-2.7 untuk agregat normal. Penyerapan air ialah perbandingan berat air yang dapat diserap terhadap berat agregat kering. Nilai ini tidak boleh melebihi 3% untuk agregat normal.

c. *Kuat tekan beton*

Menurut SNI 1974:2011 [27], penetapan kuat tekan beton berdasarkan hasil pengujian tekan pada beton silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Kuat tekan beton dihitung dengan Persamaan (1). Nilai kuat tekan beton normal berkisar antar 20-40 MPa.

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

dimana :

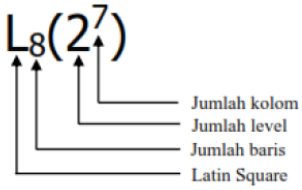
f'_c = kuat tekan beton dengan benda uji silinder (MPa)

A = luas penampang melintang benda uji (mm^2)

P = gaya tekan aksial (N)

2.4. Metode Desain Orthogonal

Desain eksperimen dengan menggunakan bentuk matrik orthogonal bertujuan agar dapat dilakukan pengujian terhadap pengaruh beberapa parameter secara efisien. Sebuah matrik orthogonal biasanya dilambangkan seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Notasi untuk orthogonal array [28]

Matrik ortogonal $L_8(2^7)$ diartikan sebagai Matriks ortogonal yang mempunyai 7 faktor dengan 2 level dan eksperimen dilakukan 8 kali. Bentuk standar matriks orthogonal dari Taguchi ditampilkan pada Tabel 2.2. Matriks orthogonal yang dipilih harus memiliki jumlah level sama dengan jumlah level faktor yang dipilih pada eksperimen.

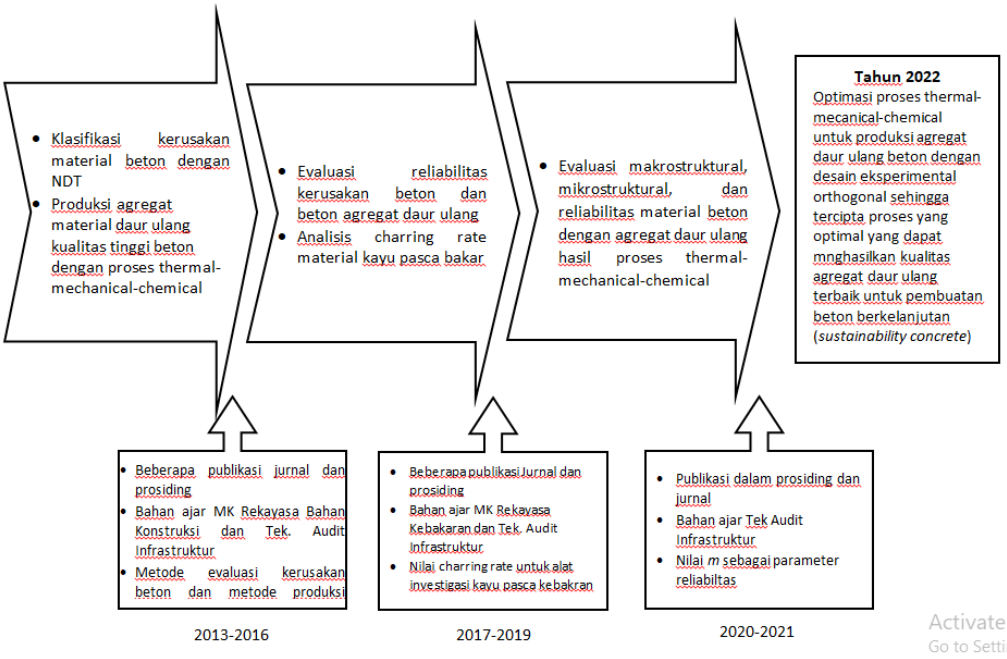
Tabel 2.2 Standar Matriks Orthogonal [28]

2 *Level*	3 *Level*	4 *Level*	*Level* Gabungan
$L_4(2^3)$	$L_9(3^4)$	$L_{16}(4^5)$	$L_{18}(2^1 \times 3^7)$
$L_8(2^7)$	$L_{27}(3^{13})$	$L_{64}(4^{21})$	$L_{36}(2^{11} \times 3^{12})$
$L_{12}(2^{11})$	$L_{81}(3^{40})$		
$L_{16}(2^{15})$			
$L_{32}(2^{31})$			

2.5. Road Map Penelitian

Kelompok peneliti bidang keahlian Teknologi Audit dan Rehabilitasi Struktur Gedung ditujukan bagi pengembangan teknologi dalam pengevaluasian/pengauditan kondisi dari struktur dan material dalam bidang teknik sipil. Penelitian ini bermaksud menghasilkan agregat daur ulang dengan kombinasi proses *thermal-mechanical-chemical*. Selanjutnya agregat daur ulang tersebut diaplikasikan sebagai bahan penyusun beton. Kekuatan dan kapasitas dari beton dengan agregat daur ulang ini diuji secara material dan struktural. Sejauh ini belum ada yang mengkombinasikan proses *thermal-mechanical-chemical* berdasarkan desain eksperimen orthogonal untuk menghasilkan produk agregat daur ulang.

Bidang fokus penelitian ini adalah pada material maju untuk rekayasa keteknikan dengan tema penelitian teknologi eksplorasi potensi material baru dan topik utama adalah pendukung transformasi material sampah dan pengolahan limbah yang sesuai dengan RIP Universitas Mataram 2020-2024. Gambar 2.3 menunjukkan road map penelitian.



Gambar 2.3 *Road-map* Penelitian

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan secara eksperimental. pada Laboratorium Material dan Struktural, Universitas Mataram.

3.2. Bahan Penelitian

Bahan penelitian utama meliputi

a. Limbah beton, berasal dari sisa hasil pengujian kuat tekan silinder beton di Laboratorium Material dan Struktur, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram.
b. Semen Portland Pozzolan (PCC) tipe I dengan merk dagang Tiga Roda
c. Pasir alam dengan diameter butiran masimum 4.75 mm yang berasal dari Sungai Jangkok, Mataram
d. Agregat kasar tipe batu pecah dengan diameter butiran maksimum 20 mm yang berasal dari Lombok Barat
e. Air yang berasal dari instalasi PDAM Fakultas Teknik Universitas Mataram.
f. Larutan H_2SO_4 (asam sulfat) dengan konsentrasi 0.1 mol, tempat pembelian di Balai Laboratorium Provinsi Nusa Tenggara Barat.

3.3. Peralatan Penelitian

Sedangkan peralatan utama yang dipakai dalam penelitian ini adalah

a. Timbangan, untuk mengukur berat benda uji
b. Ayakan, untuk menguji gradasi agregat
c. Mistar dan jangka sorong untuk pengukuran panjang
d. Gelas ukur, untuk menakar air
e. Oven, sebagai alat *heating.*
f. Mesin *Los Angeles* sebagai alat *grinding.*
g. Molen (*concrete mixer*) untuk mengaduk campuran beton

h. *Slump test aparatus* (kerucut abrams) dengan diameter dasar 20 cm, diameter bagian atas 10 cm, dan tinggi 30 cm, untuk menguji slam.
i. Cetakan slinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk mencetak benda uji.
j. Mesin uji tekan *(compression testing machine)*, untuk uji kuat tekan.

3.4. Tahapan penelitian

Rancangan penelitian akan dilakukan dalam beberapa tahap seperti dijelaskan dibawah ini.

Tahap 1: Pengumpulan limbah beton.

- Pengumpulan limbah beton yang berasal dari sisa hasil pengujian material beton di Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Mataram.
- Pemilahan limbah beton berdasarkan struktur material. Material limbah beton yang dipilih adalah yang berasal dari beton dengan agregat normal. Pecahan beton dengan agregat normal memiliki tipikal warna keabuan dengan warna agregat kehitaman.
- Pemecahan bongkahan limbah beton yang besar menjadi pecahan-pecahan dengan ukuran 20-30 cm.

Tahap 2: Analisis design eksperimental

- Perancangan eksperimen ortoganal untuk kombinasi metode *thermal* (*heating* atau pemanasan)-*mechanical* (*grinding* atau pemutaran)-*chemical* (*soaking* atau perendaman) pada produksi agregat daur ulang, seperti yang ditunjukkan pada Table 3-4.
- Metode Taguchi dipilih untuk menentukan matriks level faktor dan matriks orthogonal eksperimen.
- Nilai-nilai faktor awal desain eksperimen diambil berdasarkan penelitian pendahuluan [1]–[3] yaitu pemanasan (*thermal*)100℃ selama 24 jam, pemutaran (*mechanical*) sebanyak 500 putaran dan perendaman dalam larutan HCL 0.1 mol selama 24 jam (*chemical*). Masing-masing faktor akan dikembangkan dengan pada tiga level yaitu pemanasan pada 100℃,

200℃, dan 300℃; pemutaran sebanyak 500, 600, dan 700 kali; dan perendaman dalam HCL 0.1 mol selama 24, 48, dan 72jam.

Tabel 3.1 Level Faktor Eksperimen

	Faktor Eksperimen		
Level	Mechanical Grinding	Thermal Heating	Chemical Soaking
	(Putaran)	(°C)	(jam)
1	500	100	24
2	600	200	48
3	700	300	72

Tabel 3.2 Matriks Eksperimen Orthogonal

Nomer	Faktor Eksperimen		
Eksperimen	Mechanical Grinding	Thermal Heating	Chemical Soaking
	(Putaran)	(°C)	(jam)
1	500	100	24
2	500	200	48
3	500	300	72
4	600	100	24
5	600	200	48
6	600	300	72
7	700	100	24
8	700	200	48
9	700	300	72

Tahap 3: Produksi agregat daur ulang berdasarkan hasil desain.

- Pemanasan pecahan limbah beton dengan mesin oven sesuai temperatur yang telah dirancang.
- Pemindahan limbah beton panas kedalam mesin penggerus dan diputar (*grinding*) sesuai jumlah putaran yang telah dirancang. Didalam mesin pemutar dalam hal ini dipakai mesin Los Angelos, dimasukkan pula 11 bola baja dengan diameter sekitar 5 cm untuk membantu proses penggerusan agar lebih efektif dalam menghilangkan mortar dari permukaan agregat daur ulang.
- Perendaman hasil *grinding* dengan larutan kimia (HCL 0.1 mol) dengan waktu perendaman yang telah dirancang untuk melepaskan sisa ikatan mortar lama pada agregat daur ulang
- Penyemprotan agregat daur ulang dengan air bertekanan tekanan tinggi sehingga dihasilkan agregat daur ulang yang bersih baik dari kotoran maupun dari sisa mortar di permukaannya.

Tahap 4: Pengujian kualitas agregat daur ulang dan analisis optimasi.

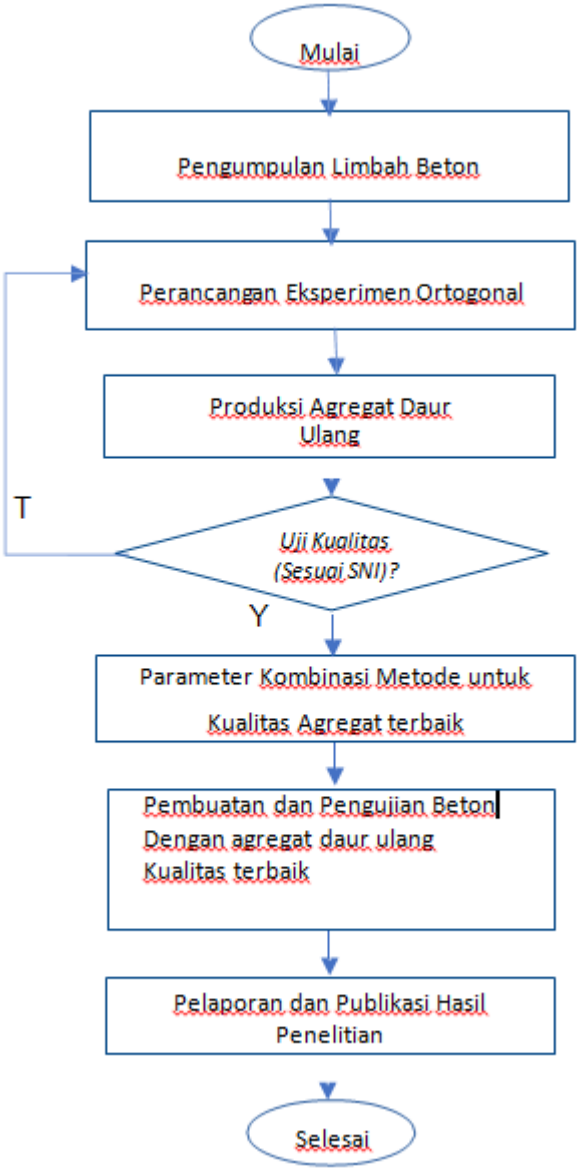
- Analisa saringan.
- Pengujian MHB.
- Pengujian berat volume.
- Pengujian penyerapan air.
- Analisis paramater kombinasi optimal proses thermal (heating), proses mechanical (grinding) dan chemical (acid solution) dalam produksi agregat daur ulang berdasarkan hasil uji kualitas.

Tahap 5: Penggunaan agregat daur ulang hasil optimasi untuk pembuatan beton

- Pembuatan benda uji silinder beton dengan agregat daur hasil optomasi
- Pengujian tekan silinder beton dengan agregat daur ulang hasil optomasi
- Analisis hasil kuat tekan dan perbandingan dengan kuat tekan beton yang disyaratkan untuk struktral berdasarkan SNI 03-2843-2019.

3.5. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian ditunjukkan oleh Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

3.6. Indikator Capaian

Penelitian ini memiliki indikator capaian seperti disebutkan pada uraian berikut pada masing-masing tahap penelitian.

a. Indikator capaian tahapan optimasi proses produksi agregat kasar daur ulang

i) Nilai kualitas agregat daur ulang meliputi berat jenis, penyerapan air, dan gradasi yang memenuhi persyaratan sebagai bahan penyusun beton
ii) Kombinasi optimal proses thermal (heating), proses mechanical (grinding) dan chemical (acid solution) dalam produksi agregat daur ulang
iii) Perbandingan kualitas agregat daur ulang kualitas terbaik dengan agregat normal (baru).

b. Indikator capaian tahap pembuatan beton
i) Terproduksinya silinder beton dengan agregat kasar daur ulang hasil optimasi
ii) Nilai kuat tekan beton dengan agregat kasar daur ulang hasil optmasi
iii) Perbandingan nilai kuat tekan beton agregat kasar daur ulang dengan kuat tekan beton dengan agregat normal

3.5. Luaran Penelitian

Luaran yang menjadi target dari penelitian ini adalah

a. Wajib: Presentasi dan Publikasi pada Prosiding *The First Mandalika International Multi-conference on Science and Engineering* 2022, tanggal 14-15 September 2022 di Mataram. Sebagai tambahan hasil penelitian dituangkan dalam sebuah buku ajar dengan judul Material Beton dan Baja serta Aplikasinya pada Struktur Beton Bertulang yang dipakai pada *Mata Kuliah Rekayasa Bahan Konstruksi Sipil*, Yogyakarta, 10-11 Agustus 2022.
b. Tambahan: Naskah Akademik berupa buku ajar ber ISBN 978-62399347-7-4 dengan judul Material Beton dan Baja serta Aplikasinya pada Struktur Beton Bertulang yang dipakai pada *Mata Kuliah Rekayasa Bahan Konstruksi Sipil.* Hasil penelitian ini disampaikan pada Bagian Material Beton.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

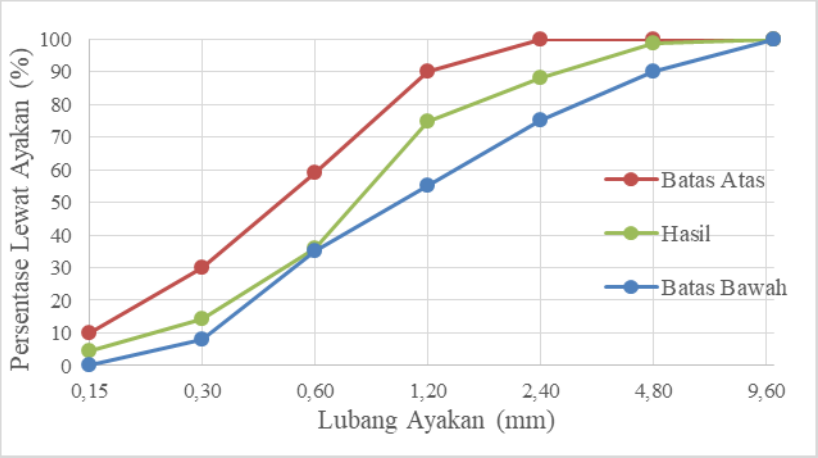
4.1. Pemeriksaan Pasir dan Agregat Kasar Normal

Pemeriksaan bahan pasir dan agregat kasar berupa batu pecah meliputi pemeriksaan berat satuan agregat, pemeriksaan berat jenis agregat, pemeriksaan gradasi agregat, pemeriksaan kandungan lumpur agregat halus, dan pemeriksaan ketahanan aus agregat kasar. Hasil pemeriksaan disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan bahan penyusun beton

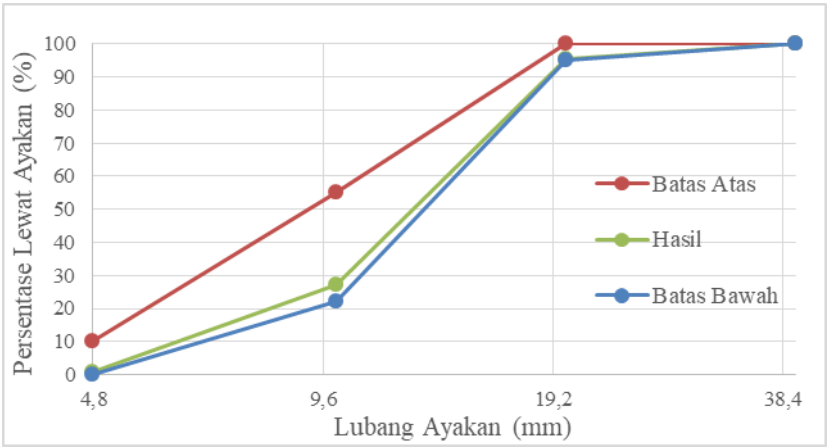
No.	Jenis Pemeriksaan	Jenis Agregat	
		Pasir	Batu Pecah
1	Berat satuan agregat		
	a. Berat satuan lepas (gram/cm³)	1,358	1,386
	b. Berat satuan padat (gram/cm³)	1,476	1,528
2	Berat jenis agregat		
	a. Berat jenis kondisi SSD	2,498	2,571
	b. Berat jenis kondisi kering	2,433	2,516
	c. Penyerapan air (%)	2,678	2,190
3	Modulus halus butir (MHB)	2,815	6,746
4	Kandungan lumpur dalam pasir (%)	1,477	-
5	Ketahanan aus kerikil (%)		
	a. 100 putaran	-	8,540
	b. 500 putaran	-	36,56

Selanjutnya dari hasil pemeriksaan gradasi agregat halus menunjukkan bahwa agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini termasuk dalam daerah gradasi II yaitu pasir agak kasar, dimana pasir dalam kondisi ini banyak digunakan sebagai material penyusun beton. Grafik gradasi agregat halus dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik gradasi agregat halus

Hasil pemeriksaan gradasi agregat kasar menunjukkan bahwa agregat kasar yang digunakan termasuk dalam gradasi B, dimana diameter butiran maksimum yang digunakan 20 mm. Grafik gradasi agregat kasar dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Grafik gradasi agregat kasar batu pecah

4.2 Pemeriksaan Agregat Daur Ulang

Pengujian penyerapan air, berat jenis, kandungan mortar, gradasi dan MHB dilakukan terhadap agregat kasar daur ulang dengan kombinasi yang sebelumnya dibuat sesuai dengan *level* faktor pada matriks ortogonal. Berdasarkan jenis matriks ortogonal terpilih yaitu $L_9(3^4)$ menandakan adanya 9

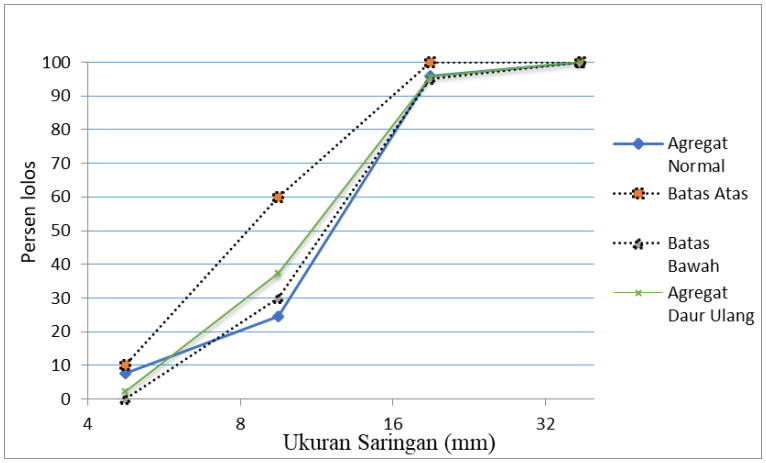
kombinasi *level* faktor. Untuk memperoleh nilai taksiran yang lebih akurat mengenai efek dari suatu faktor, maka dibuat tiga sampel untuk setiap kombinasi. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil pengujian agregat kasar normal dan agregat kasar daur ulang

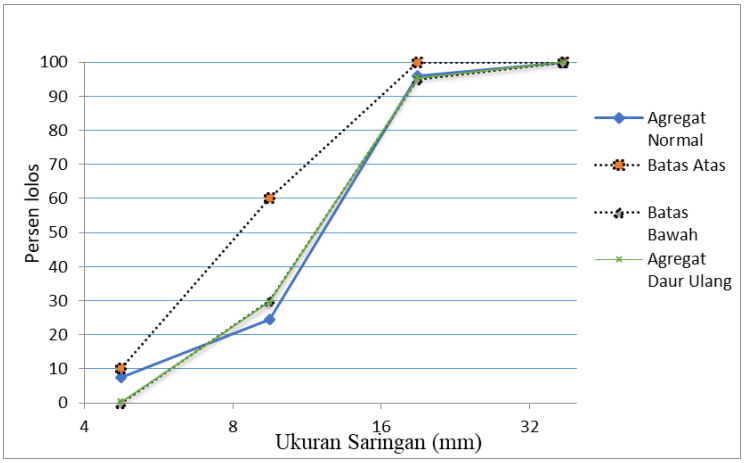
Jenis pengujian		Berat jenis kering	Berat jenis SSD	Berat jenis semu	Penyerapan (%)	Modulus halus butir	Kandungan mortar
Standar SNI		2.5-3.0	2.5-3.0	2.5-3.0	< 3	6.0-7.1	-
Agregat daur ulang	100/500/48	2,42	2,49	2,59	2,89	6,64	5,87
	100/600/52	2,41	2,47	2,58	2,86	6,60	5,87
	100/700/24	2,41	2,47	2,58	2,82	6,64	5,59
	150/500/52	2,43	2,50	2,61	2,80	6,55	5,31
	150/600/24	2,34	2,42	2,55	3,59	6,74	6,69
	150/700/48	2,47	2,52	2,62	2,25	6,61	4,75
	200/500/24	2,42	2,50	2,60	2,98	6,58	5,87
	200/600/48	2,38	2,46	2,58	3,30	6,74	6,14
	200/700/52	2,47	2,52	2,60	2,02	6,65	4,75

Pada uji berat jenis, sebagian besar dari variasi kombinasi agregat kasar daur ulang tidak memenuhi batas yang ditentukan. Hal ini bisa disebabkan oleh mortar yang masih menempel atau terkandung pada agregat. Kemudian, nilai penyerapan air pada agregat kasar daur ulang mengalami peningkatan. Peningkatan nilai penyerapan ini terjadi karena nilai berat jenis yang semakin kecil, selain itu disebabkan juga karena mortar yang masih menempel pada agregat kasar dapat menyerap air.

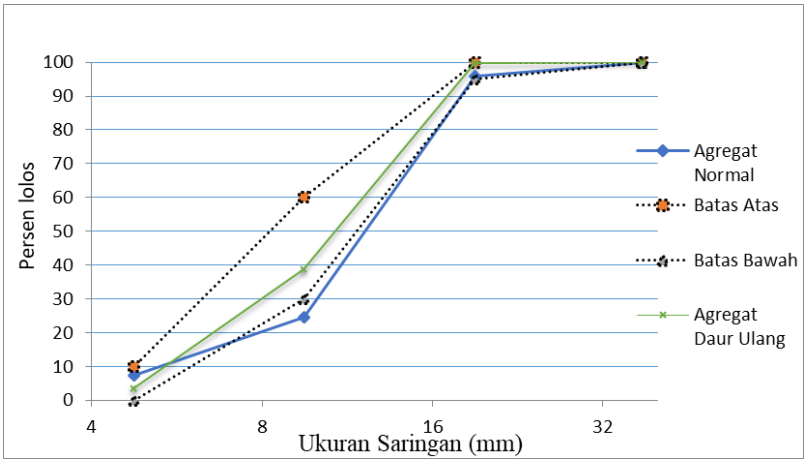
Pada uji gradasi, hampir semua variasi dari agregat kasar daur ulang memenuhi standar SNI. Hasil analisa saringan agregat kasar daur ulang dapat dilihat pada Gambar 4.3 sampai Gambar 4.11.



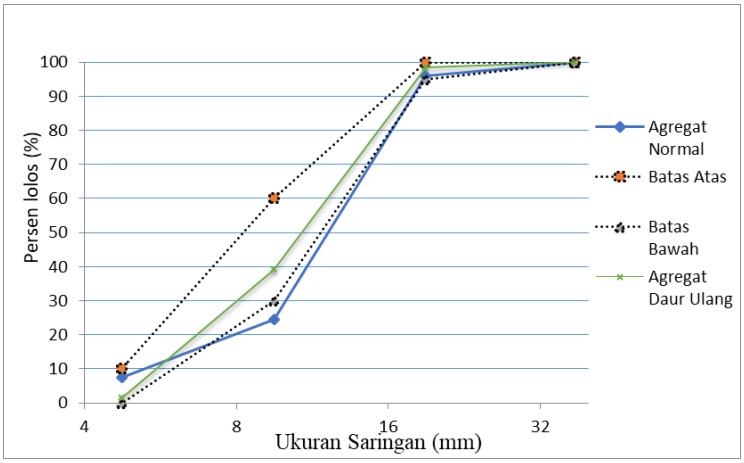
Gambar 4.3 Grafik gradasi agregat kasar normal dan agregat kasar daur ulang (200/700/52)



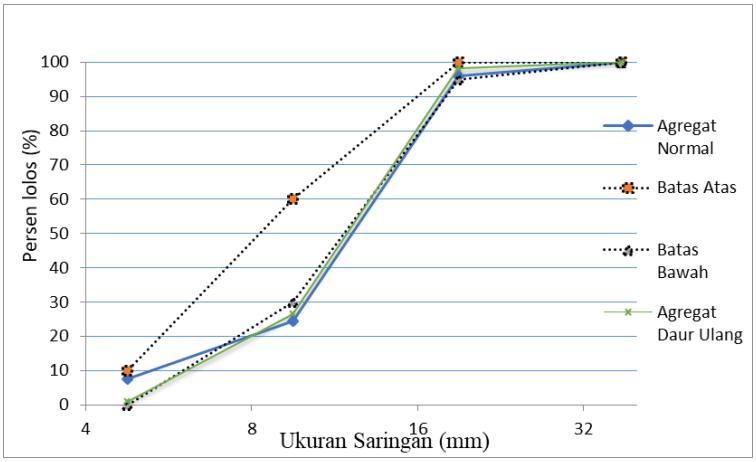
Gambar 4.4 Grafik gradasi agregat kasar normal dan agregat kasar daur ulang (200/600/48)



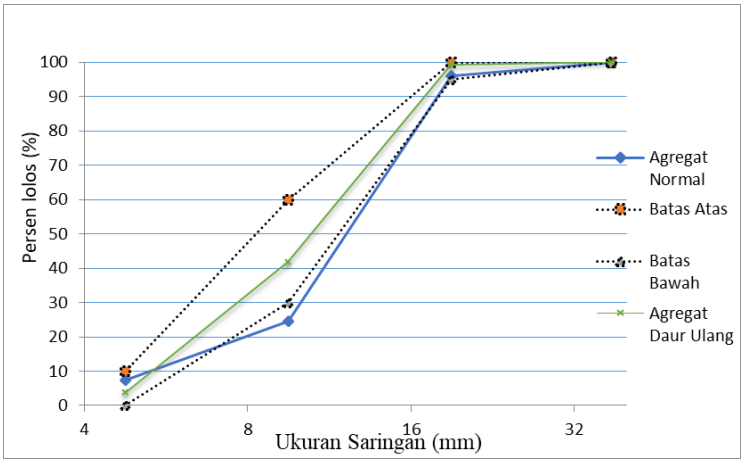
Gambar 4.5 Grafik gradasi agregat kasar normal dan agregat kasar daur ulang (200/500/24)



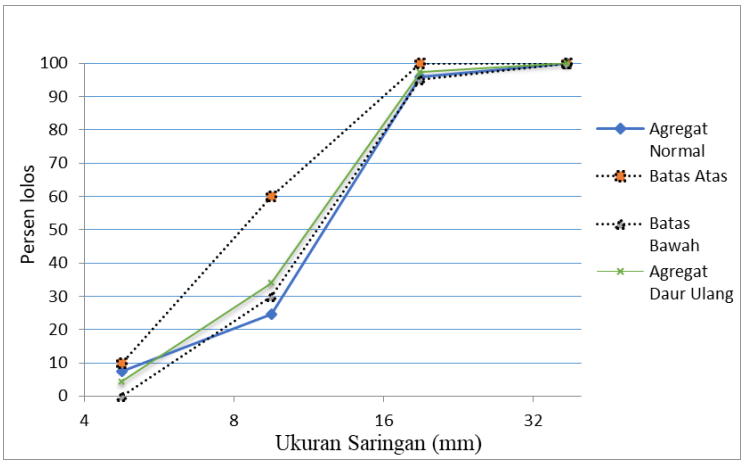
Gambar 4.6 Grafik gradasi agregat kasar normal dan agregat kasar daur ulang (150/700/48)



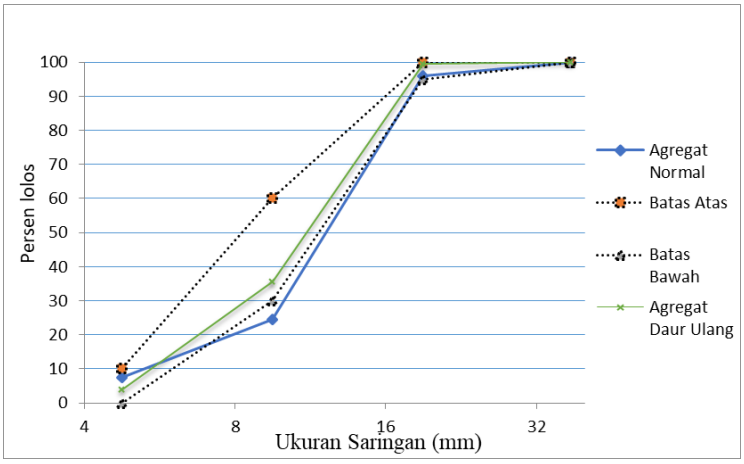
Gambar 4.7 Grafik gradasi agregat kasar normal dan agregat kasar daur ulang (150/600/24)



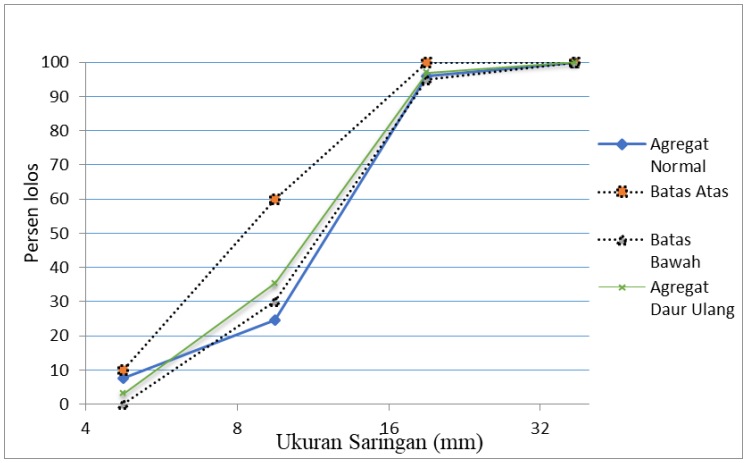
Gambar 4.8 Grafik gradasi agregat kasar normal dan agregat kasar daur ulang (150/500/52)



Gambar 4.9 Grafik gradasi agregat kasar normal dan agregat kasar daur ulang (100/700/24)



Gambar 4.10 Grafik gradasi agregat kasar normal dan agregat kasar daur ulang (100/600/52)

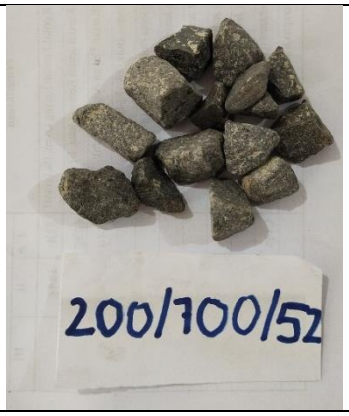
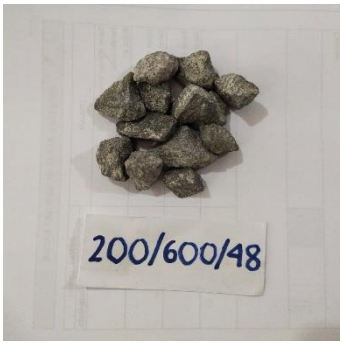


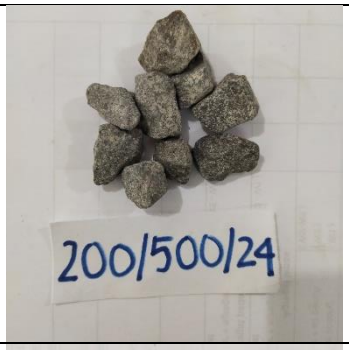
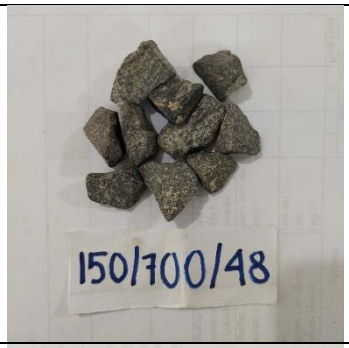
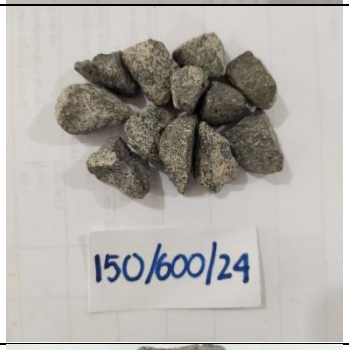
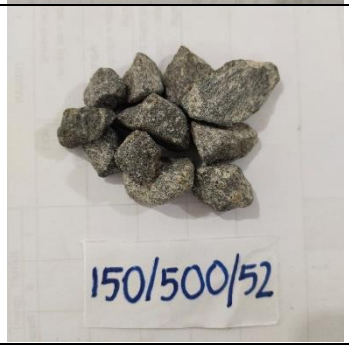
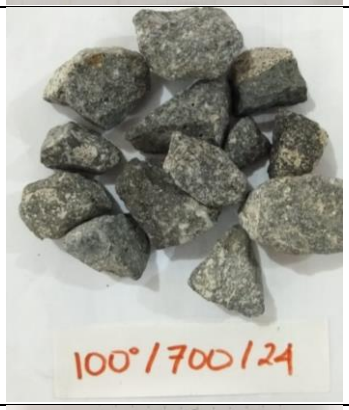
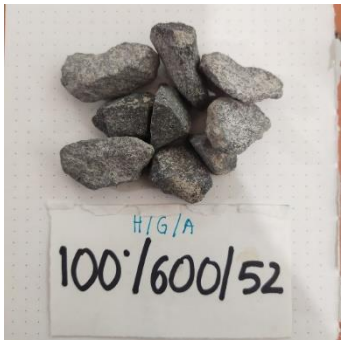
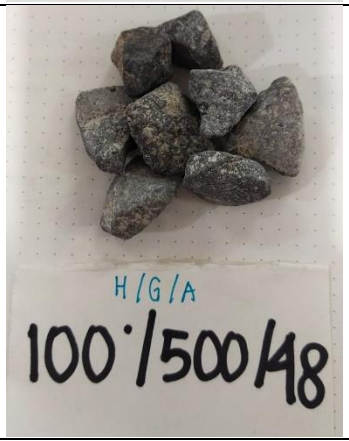
Gambar 4.11 Grafik gradasi agregat kasar normal dan agregat kasar daur ulang (100/500/48)

4.3. Visual Agregat Kasar Daur Ulang

Secara fisik agregat daur ulang metode HGA masih terlihat sisa-sisa mortar yang menempel pada sebagian kecil permukaan kasar. Tampak bahwa metode HGA dapat menghilangkan sebagian besar mortar pada permukaan agregat. Visualisasi agregat kasar daur ulang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.3 Visual agregat kasar daur ulang

4.4 Campuran Beton

Rancangan campuran beton dihitung menggunakan cara DOE *(Department of Environment).* Perencanaan dengan cara DOE dipakai sebagai standar perencanaan oleh Departemen Pekerjaan Umum di Indonesia. Berdasarkan perhitungan campuran beton sesuai SK.SNI.T-15-1990-03 untuk kuat tekan rata-rata rencana sebesar 25 MPa, didapat faktor air semen 0,5 dan kebutuhan bahan per 1 m³ seperti Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Kebutuhan bahan campuran beton per $1m^3$

Varasi Beton	Bahan Penyusun Beton (kg)			
	Air	Semen	Pasir	Agregat kasar
Normal	225	450	742,90	872,10
100/500/48	225	450	710,70	834,30
100/600/52	225	450	654,12	767,88
100/700/24	225	450	717,60	842,40
150/500/52	225	450	717,60	842,40
150/600/24	225	450	718,52	843,48
150/700/48	225	450	713,92	838,08
200/500/24	225	450	719,44	844,56
200/600/48	225	450	728,18	854,82
200/700/52	225	450	728,18	854,82

4.5 Hasil Pengujian Slump Beton Segar

Pengadukan beton dilakukan per variasi beton dengan nilai slump beton yang dapat dilihat pada Tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4.5 Nilai Slump Beton

Variasi	Nilai Slupm Rata - Rata (cm)
Normal	9,85
100/500/48	6,20
100/600/52	6,50

100/700/24	7,00
150/500/52	7,25
150/600/24	7,50
150/700/48	7,50
200/500/24	8,00
200/600/48	8,05
200/700/52	9,25

Nilai slump tertinggi terdapat pada beton normal yaitu sebesar 9,85 cm, HGA terbesar pada variasi 200/700/52 yaitu sebesar 9,25 cm dan terendah pada variasi 100/500/48 yaitu sebesar 6,20 cm. Nilai slump ini menunjukkan bahwa campuran masih dapat di kerjakan dengan baik karena memiliki kecelakaan yang masih berada dalam batas minimum nilai slump yaitu antara 5 cm -12,5 cm (Tjokrodimuljo, 2007).

Faktor yang mempengaruhi nilai slump sifat penyerapan air agregat. Sifat penyerapan air tergantung pada sisa kandungan mortar agregat kasar. Nilai slump pada kombinasi 200/700/52 yang paling mendekati nilai slump beton normal yaitu 9,25 cm karena kombinasi ini memiliki kandungan mortar terkecil.

4.6. Hasil Pengujian Beton

4.6.1 Pengujian berat volume

Hasil pengujian berat volume beton ditampilkan pada Tabel 4.6.

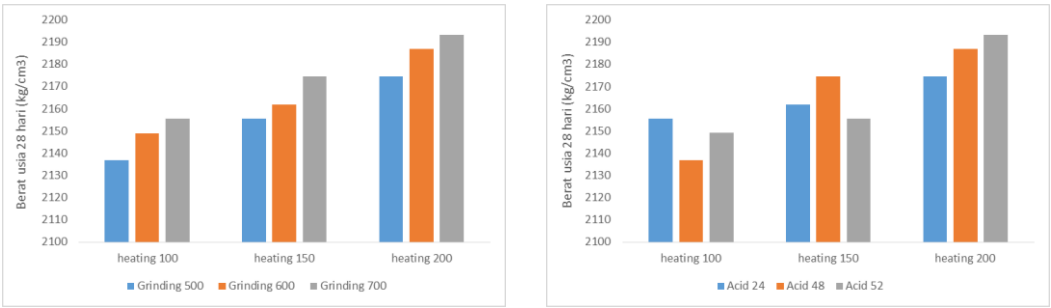
Tabel 4.6 Berat volume beton

Tipe beton	Rata - rata berat volume (kg/m^3)
Normal	2218,45
100/500/48	2136,75
100/600/52	2149,32
100/700/24	2155,61
150/500/52	2155,61

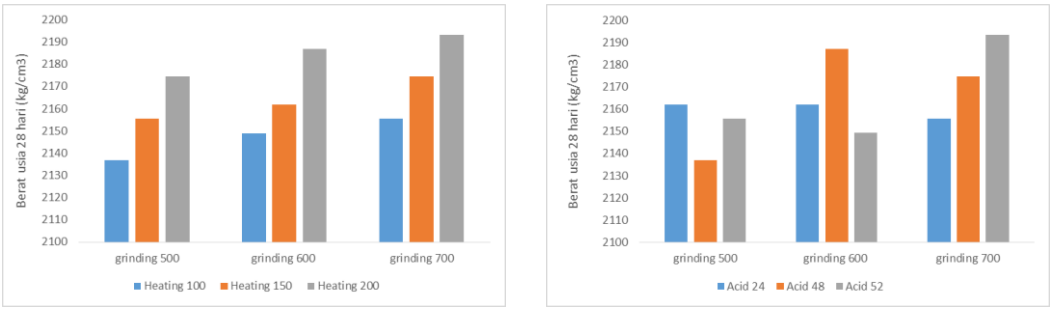
150/600/24	2161,89
150/700/48	2174,46
200/500/24	2174,46
200/600/48	2187,03
200/700/52	2193,31

Selanjutnya Tabel 4.6 memperlihatkan perbandingan berat isi beton usia 28 hari ditinjau dari masing-masing perlakuan. Berat isi tertinggi untuk beton daur ulang yaitu dengan metode *heating-grinding-acid* solvent pada variasi 200/700/52 sebesar 2193 kg/m^3, dan berat isi terendah pada variasi 100/500/48 sebesar 2136 kg/m^3. Dua kombinasi ini memiliki berat jenis yang tinggi dibandingkan dengan yang kombinasi lainnya yaitu 2,520 dan 2,420 sehingga cukup berpengaruh pada pengujian berat isi beton. Kombinasi 200/700/52 memiliki berat volume yang paling mendekati nilai berat volume beton normal.

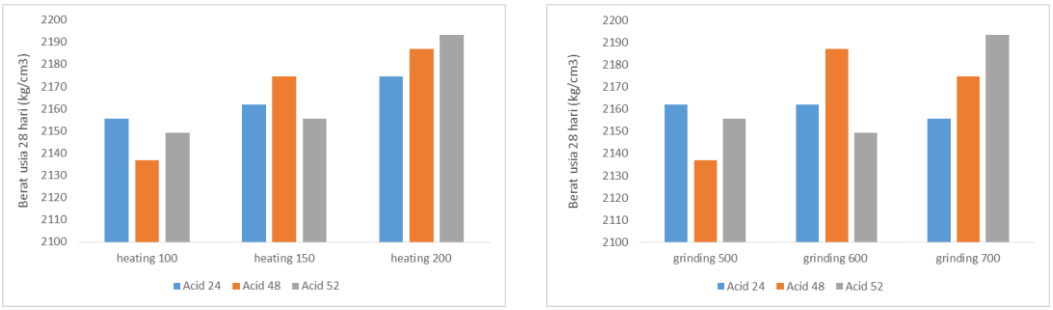
Bila ditinjau pengaruh dari masing-masing metode pada metode lainnya, seperti pengaruh grinding terhadap *heating* dan *acid*, pengaruh heating pada metode *grinding* dan *acid*, serta pengaruh acid pada heating dan grinding, maka dapat dilihat berat volume beton mengalami peningkatan yang berturut-turut dari setiap nilai heating dan grinding yang meningkat. Namun sebaliknya semakin besar nilai acid solvent maka nilai berat isi akan semakin semakin menurun. Trend ini ditunjukkan pada Gambar 4.12 sampai Gambar 4.14. Dapat kita simpulkan bahwa setiap kenaikan nilai treatment metode heating dan grinding memiliki pengaruh yang positif pada pengujian ini.



Gambar 4.12 Berat isi beton usia 28 hari di tinjau dari metode *heating*



Gambar 4.13 Berat isi beton usia 28 hari di tinjau dari metode *grinding*



Gambar 4.14 Berat isi beton usia 28 hari di tinjau dari metode *acid*

4.6.2 Pengujian kuat tekan

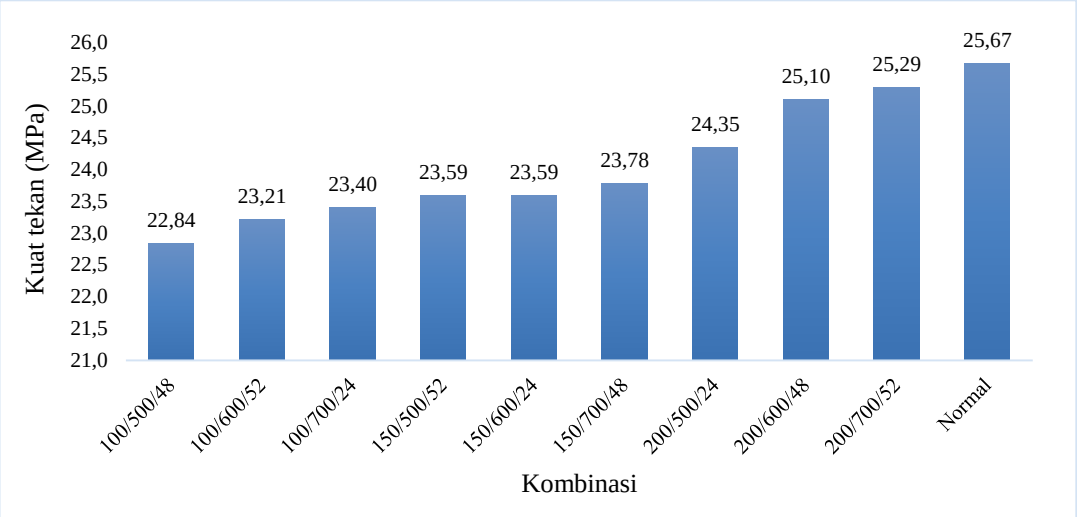
kuat tekan tertinggi beton daur ulang yaitu kuat tekan beton dengan kombinasi heating/grinding/acid Solvent 200/700/52 yaitu sebesar 25,29 MPa. Nilai kuat tekan daur ulang ini memenuhi nilai kuat tekan yang di targetkan yaitu sebesar 25 MPa. Dengan menggunakan agregat hasil heating-grinding-acid solvent (HGA) limbah beton dapat meningkatkan kualitas beton agregat daur ulang setidaknya hampir mendekati nilai kuat tekan dari beton normal.

Perubahan penurunan kuat tekan ini terjadi akibat dari pengaruh ikatan mortar yang masih menempel pada agregat daur ulang sehingga dapat berpengaruh pada nilai kuat tekan. Kuat tekan beton menurun seiring dengan kandungan mortar yang tersisa di setiap kombinasi HGA. Pada kombinasi 100/500/24 dengan nilai kandungan mortar tertinggi yaitu sebesar 6,686% dihasilkan nilai kuat tekan terendah yaitu sebesar 22,84 MPa. Sebaliknya pada kombinasi 200/700/52 dengan nilai kandungan mortar terendah yaitu 4,748%

dapat menghasilkan kuat tekan tertinggi yaitu 25,29 MPa. Nilai ini hanya berbeda 1,5% dari kuat tekan beton normal. Tabel 4.7 memperlihatkan nilai kuat tekan beton daur ulang setiap kombinasi HGA dibandingkan dengan beton normal. Sedangkan Gambar 4.15 menunjukkan kombinasi dengan kuat tekan tertinggi sampai terendah.

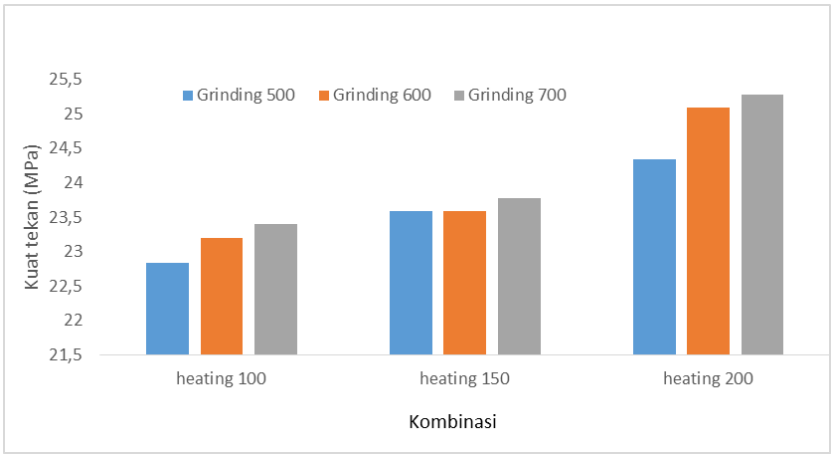
Tabel 4.7 Nilai kuat tekan beton daur ulang

No	Kombinasi	Sampel	P maks (KN)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan Rata – rata (MPa)	Persen penurunan kuat tekan terhadap kuat tekan beton normal (%)
1	Normal	1	470	26,610	25,67	0,0
		2	430	24,345		
		3	460	26,044		
2	100/500/48	1	390	22,081	22,84	11,03
		2	410	23,213		
		3	410	23,213		
3	100/600/52	1	440	24,912	23,21	9,56
		2	390	22,081		
		3	400	22,647		
4	100/700/24	1	370	20,948	23,40	8,82
		2	430	24,345		
		3	440	24,912		
5	150/500/52	1	400	20,948	23,59	10,29
		2	430	24,345		
		3	420	23,779		
6	150/600/24	1	440	24,912	23,59	8,09
		2	410	23,213		
		3	400	22,647		
7	150/700/48	1	440	24,912	23,78	7,35
		2	410	23,213		
		3	410	23,213		
8	200/500/24	1	440	24,912	24,35	5,15
		2	420	23,779		
		3	430	24,345		
9	200/600/48	1	460	26,044	25,10	2,21
		2	440	24,912		
		3	430	24,345		
10	200/700/52	1	450	25,478	25,29	1,47
		2	460	26,044		
		3	430	24,435		

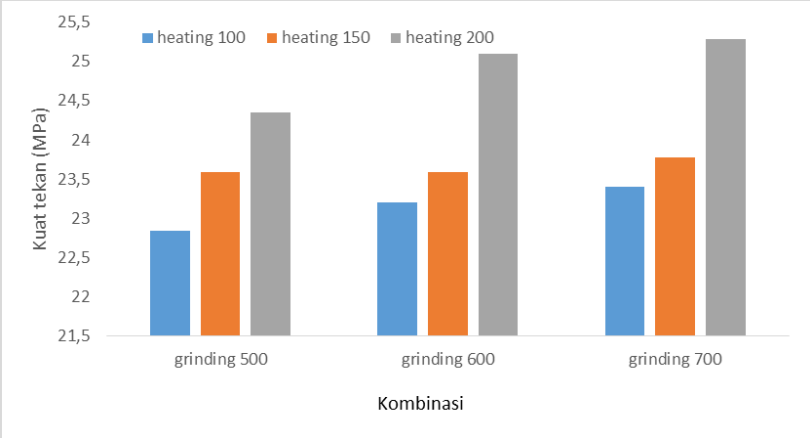


Gambar 4.15 Nilai kuat tekan pada masing-masing kombinasi

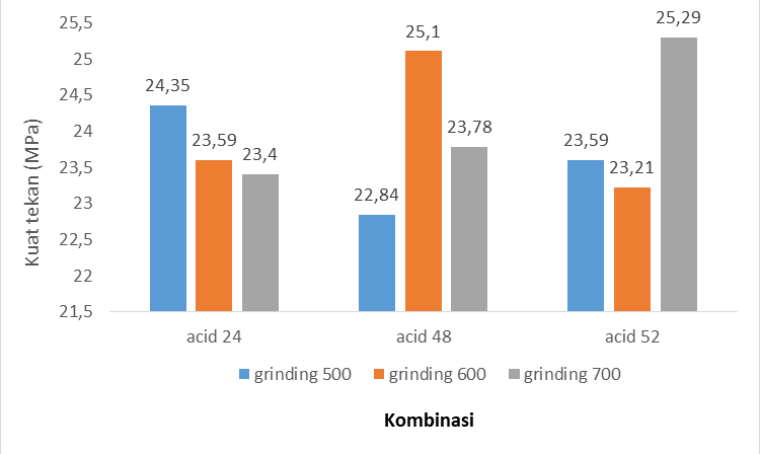
Berdasarkan Gambar 4.16 dan 4.17 perbandingan modulus elastisitas beton dapat dilihat mengalami peningkatan yang berturut-turut dari setiap nilai *heating* dan *grinding* yang meningkat. Namun berdasarkan Gambar 4.18 semakin besar nilai *acid solvent* maka nilai modulus elastisitas akan semakin semakin menurun. Gambar grafik di atas dapat kita simpulkan bahwa nilai *heating* dan *grinding* memiliki pengaruh yang cukup signifikan pada pengujian ini.



Gambar 4.16 Nilai kuat tekan beton dalam tinjauan metode heating



Gambar 4.17 Nilai kuat tekan beton dalam tinjauan metode grinding

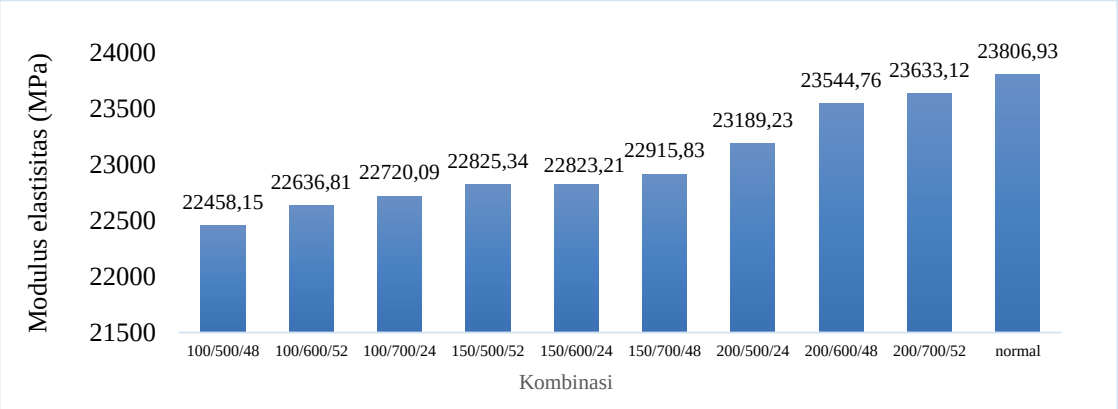


Gambar 4.18 Nilai kuat tekan beton dalam tinjauan metode acid

4.6.3 Pengujian modulus elastisitas

Gambar 4.19 menunjukkan nilai modulus elastisitas beton normal dan beton daur ulang. Modulus elastisitas pada beton daur ulang metode HGA terbesar dari kombinasi 200/700/52 yaitu sebesar 23,6GPa dan terkecil dari kombinasi 100/500/48 yaitu sebesar 22,5GPa. Nilai ini sesuai dengan hasil pengujian kuat

tekan dan sesuai dengan teori dasar bahwa semakin besar nilai kuat tekan maka nilai modulus elastisitas beton akan semakin besar.



Gambar 4.19 Nilai modulus elastisitas beton normal dan beton daur ulang

Berdasarkan hasil analisis seperti berat volume dan kuat tekan maka diperoleh bahwa nilai modulus elastisitas beton mengalami peningkatan yang berturut-turut dari setiap nilai *heating* dan *grinding* yang meningkat. Namun semakin lama perawatan *acid solvent* maka nilai modulus elastisitas akan semakin semakin menurun. Dapat kita simpulkan bahwa nilai *heating* dan *grinding* memiliki pengaruh yang signifikan pada pengujian ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Secara fisik agregat daur ulang metode HGA masih terlihat sisa-sisa mortar yang menempel pada sebagian kecil permukaan kasar. Tampak bahwa metode HGA dapat menghilangkan sebagian besar mortar pada permukaan agregat.
2. Pada uji berat jenis, sebagian besar dari variasi kombinasi agregat kasar daur ulang tidak memenuhi batas yang ditentukan. Nilai penyerapan air pada agregat kasar daur ulang mengalami peningkatan. Pada uji gradasi, hampir semua variasi dari agregat kasar daur ulang memenuhi standar SNI.
3. Sifat penyerapan air agregat mempengaruhi nilai slump. Nilai penyerapan pada kombinasi 200/700/52 yang paling sedikit sehingga nilai slump yang dihasilkan mendekati nilai slump beton normal yaitu 9,25 cm karena kombinasi ini memiliki kandungan mortar terkecil.
4. Bila ditinjau pengaruh dari masing-masing metode pada metode lainnya, seperti pengaruh grinding terhadap heating dan acid, pengaruh heating pada metode grinding dan acid, serta pengaruh acid pada heating dan grinding, maka dapat dilihat berat volume beton mengalami peningkatan yang berturut-turut dari setiap nilai heating dan grinding yang meningkat. Namun sebaliknya semakin besar nilai acid solvent maka nilai berat isi akan semakin semakin menurun. Trend ini juga terjadi pada kuat tekan dan modulus elastisitas beton
5. Kombinasi treatment pada grinding 700 putaran, heating 200 derajat celcius, dan perenndaman acid solvent selama 52 jam yang dapat memberikan nilai berat volume, kuat tekan, dan modulus elastisitas terbaik.

5.2 Saran

Untuk lebih ketelitian dalam analisa, maka disarankan untuk memakai metode kombinasi penuh yaitu sebanyak 27 metode kombinasi. Dengan demikian

pengaruh masih-masing treatment dapat di ketahui dengan pasti tanpa melihat trend yang terjadi seperti pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] N. N. Kencanawati, A. Akmaluddin, I. N. Merdana, N. Nuraida, I. R. Hadi, and M. Shigeishi, "Improving of Recycled Aggregate Quality by Thermal-mechanical-chemical Process," *Procedia Eng.*, vol. 171, pp. 640–644, 2017, doi: https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.399.

[2] N. N. Kencanawati, J. Fajrin, B. Anshari, A. Akmaluddin, and M. Shigeishi, "Evaluation of High Grade Recycled Coarse Aggregate Concrete Quality Using Non- Destructive Testing Technique," *Appl. Mech. Mater.*, vol. 776, pp. 53–58, 2015, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.776.53.

[3] N. N. Kencanawati, H. Hariyadi, A. Akmaluddin, I. D. M. A. Karyawan, F. Mahmud, and P. N. Saputro, "Effectiveness of vibratory added mixing concrete with heating-grinding recycled coarse aggregate," vol. 847, no. 1, p. 12004, Sep. 2021, doi: 10.1088/1755-1315/847/1/012004.

[4] G. Azúa, M. González, P. Arroyo, and Y. Kurama, "Recycled coarse aggregates from precast plant and building demolitions: Environmental and economic modeling through stochastic simulations," *J. Clean. Prod.*, vol. 210, pp. 1425–1434, 2019, doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.049.

[5] K. Kabirifar, M. Mojtahedi, C. Wang, and V. W. Y. Tam, "Construction and demolition waste management contributing factors coupled with reduce, reuse, and recycle strategies for effective waste management: A review," *J. Clean. Prod.*, vol. 263, p. 121265, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121265.

[6] P. Villoria-Sáez, C. Porras-Amores, and M. del Río Merino, "2 - Estimation of construction and demolition waste," in *Advances in Construction and Demolition Waste Recycling*, F. Pacheco-Torgal, Y. Ding, F. Colangelo, R. Tuladhar, and A. Koutamanis, Eds. Woodhead Publishing, 2020, pp. 13–30.

[7] F. Pacheco-Torgal, "1 - Introduction to advances in construction and demolition waste," in *Advances in Construction and Demolition Waste*

Recycling, F. Pacheco-Torgal, Y. Ding, F. Colangelo, R. Tuladhar, and A. Koutamanis, Eds. Woodhead Publishing, 2020, pp. 1–10.

[8] S. Kenai, "3 - Recycled aggregates," in *Waste and Supplementary Cementitious Materials in Concrete*, R. Siddique and P. Cachim, Eds. Woodhead Publishing, 2018, pp. 79–120.

[9] W. Chen *et al.*, "Adopting recycled aggregates as sustainable construction materials: A review of the scientific literature," *Constr. Build. Mater.*, vol. 218, pp. 483–496, 2019, doi: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.05.130.

[10] L. Assi, K. Carter, E. (Eddie) Deaver, R. Anay, and P. Ziehl, "Sustainable concrete: Building a greener future," *J. Clean. Prod.*, vol. 198, pp. 1641–1651, 2018, doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.123.

[11] I. Martínez-Lage, P. Vázquez-Burgo, and M. Velay-Lizancos, "Sustainability evaluation of concretes with mixed recycled aggregate based on holistic approach: Technical, economic and environmental analysis," *Waste Manag.*, vol. 104, pp. 9–19, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.12.044.

[12] M. Etxeberria, E. Vázquez, A. Marí, and M. Barra, "Influence of amount of recycled coarse aggregates and production process on properties of recycled aggregate concrete," *Cem. Concr. Res.*, vol. 37, no. 5, pp. 735–742, 2007, doi: https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2007.02.002.

[13] J. Xiao, J. Li, and C. Zhang, "Mechanical properties of recycled aggregate concrete under uniaxial loading," *Cem. Concr. Res.*, vol. 35, no. 6, pp. 1187–1194, 2005, doi: https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2004.09.020.

[14] L. Berredjem, N. Arabi, and L. Molez, "Mechanical and durability properties of concrete based on recycled coarse and fine aggregates produced from demolished concrete," *Constr. Build. Mater.*, vol. 246, p. 118421, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118421.

[15] J. Pacheco, J. de Brito, C. Chastre, and L. Evangelista, "Experimental investigation on the variability of the main mechanical properties of concrete produced with coarse recycled concrete aggregates," *Constr.*

Build. Mater., vol. 201, pp. 110–120, 2019, doi: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.12.200.

[16] V. W. Y. Tam, C. M. Tam, and K. N. Le, "Removal of cement mortar remains from recycled aggregate using pre-soaking approaches," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 50, no. 1, pp. 82–101, 2007, doi: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2006.05.012.

[17] J. Fajrin, Y. Zhuge, F. Bullen, and H. Wang, "Improving the quality of experimental research in civil engineering by employing statistical design of experiment: a case study in developing composite hybrid sandwich panel," in *Proceedings of the 14th International Conference on QIR (Quality in Research)*, 2015, pp. 56–61.

[18] J. Fajrin, "The application of statistical design of experiments to study the in-plane shear behaviour of hybrid composite sandwich panel," *Civ. Eng. Dimens.*, vol. 18, no. 1, pp. 25–30, 2016.

[19] M. Behera, S. K. Bhattacharyya, A. K. Minocha, R. Deoliya, and S. Maiti, "Recycled aggregate from C&D waste & its use in concrete – A breakthrough towards sustainability in construction sector: A review," *Constr. Build. Mater.*, vol. 68, pp. 501–516, 2014, doi: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.07.003.

[20] N. N. Kencanawati, S. Iizasa, and M. Shigeishi, "Fracture process and reliability of concrete made from high grade recycled aggregate using acoustic emission technique under compression," *Mater. Struct.*, vol. 46, no. 9, pp. 1441–1448, 2013, doi: 10.1617/s11527-012-9986-z.

[21] K. Tjokrodimuljo, *Concrete Technology (in Indonesian)*. Yogyakarta: Nafiri, 2007.

[22] H. Bluhm, *Pulsed Power Systems*. Karlsruhe, Germany: Springer, 2006.

[23] M. Pepe, R. D. Toledo Filho, E. A. B. Koenders, and E. Martinelli, "Alternative processing procedures for recycled aggregates in structural concrete," *Constr. Build. Mater.*, vol. 69, pp. 124–132, 2014, doi: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.06.084.

[24] S. Ismail and M. Ramli, "Engineering properties of treated recycled

concrete aggregate (RCA) for structural applications," *Constr. Build. Mater.*, vol. 44, pp. 464–476, 2013, doi: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.03.014.

[25] SNI ASTM C136-2012, *Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar*. Jakarta, Indonesia: Badan Standardisasi Nasional, 2012.

[26] SNI 03-1969-1990, "Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar," Jakarta, Indonesia, 1990.

[27] SNI 1974:2011, "Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder," Jakarta, Indonesia.

[28] "Quality Engineering: The Taguchi Method," in *Taguchi's Quality Engineering Handbook*, John Wiley & Sons, Ltd, 2007, pp. 56–123.

LAMPIRAN

Lampiran 1: Uji Pemeriksaan Agregat

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 Mataram 83125, Telp/Fax. (0370) 636126

Hasil Pemeriksaan Berat Satuan Lepas dan Padat Pasir

Dikerjakan Oleh : Heri Kurban
Nomor Mahasiswa : F1A116021
Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram

Pemeriksaan	Sampel		
	I	II	III
Berat Bejana, B_1 (gram)	2817	2817	2817
Berat Bejana + Benda Uji, B_2 (gram)	6928	6894	6913
Berat Benda Uji, $B_3 = B_2 - B_1$ (gram)	4111	4077	4096
Volume Bejana = Volume Benda Uji, V (cm^3)	3015,96	3015,96	3015,96
Berat Isi Lepas = B_3/V (gram/ cm^3)	1,363	1,352	1,358
Berat Isi Rata-Rata (gram/ cm^3)	1,358		

Pemeriksaan	Sampel		
	I	II	III
Berat Bejana, B_1 (gram)	2817	2817	2817
Berat Bejana + Benda Uji, B_2 (gram)	7280	7252	7274
Berat Benda Uji, $B_3 = B_2 - B_1$ (gram)	4463	4435	4457
Volume Bejana = Volume Benda Uji, V (cm^3)	3015,96	3015,96	3015,96
Berat Isi Padat = B_3/V (gram/ cm^3)	1,480	1,470	1,477
Berat Isi Rata-Rata (gram/ cm^3)	1,476		

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN

FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS MATARAM

Jln. Majapahit No. 62 Mataram 83125, Telp/Fax. (0370) 636126

Hasil Pemeriksaan Berat Satuan Lepas dan Padat Batu Pecah

Dikerjakan Oleh : Heri Kurban
Nomor Mahasiswa : F1A116021
Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram.

Pemeriksaan	Sampel		
	I	II	III
Berat Bejana, B_1 (gram)	3727	3727	3727
Berat Bejana + Benda Uji, B_2 (gram)	10458	10425	10400
Berat Benda Uji, $B_3 = B_2 - B_1$ (gram)	6731	6698	6673
Volume Bejana = Volume Benda Uji, V (cm^3)	4835,99	4835,99	4835,99
Berat Isi Lepas = B_3/V (gram/ cm^3)	1,392	1,385	1,380
Berat Isi Rata-Rata (gram/ cm^3)	1,386		

Pemeriksaan	Sampel		
	I	II	III
Berat Bejana, B_1 (gram)	3727	3727	3727
Berat Bejana + Benda Uji, B_2 (gram)	11115	11112	11122
Berat Benda Uji, $B_3 = B_2 - B_1$ (gram)	7388	7385	7395
Volume Bejana = Volume Benda Uji, V (cm^3)	4835,99	4835,99	4835,99
Berat Isi Padat = B_3/V (gram/ cm^3)	1,528	1,527	1,529
Berat Isi Rata-Rata (gram/ cm^3)	1,528		

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 Mataram 83125, Telp/Fax. (0370) 636126

Hasil Pemeriksaan Kandungan Lumpur Pasir

Dikerjakan Oleh : Heri Kurban
Nomor Mahasiswa : F1A116021
Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram

Pemeriksaan	Sampel	
	I	II
Berat Pasir Semula Kering Oven, B_1 (gram)	500	500
Berat Pasir Cuci dan Kering Oven, B_2 (gram)	493,18	492,05
Kandungan Lumpur = $((B_1 - B_2)/(B_1)) \times 100\%$	1,364	1,590
Kandungan Lumpur Rata-Rata (%)	1,477	
Syarat Kandungan Lumpur < 5%	OK	

Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Pasir

Dikerjakan Oleh : Heri Kurban
Nomor Mahasiswa : F1A116021
Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram

Pemeriksaan	Sampel	
	I	II
Berat Pasir Jenuh Kering Muka, B_0 (gram)	500	500
Berat Piknometer + Pasir + Air, B_1 (gram)	961,38	961,55
Berat Pasir Setelah Kering Oven, B_2 (gram)	486,56	487,36
Berat Piknometer + Air, B_3 (gram)	661,42	661,83
Berat Jenis = $B_2 / (B_3 + B_0 - B_1)$	2,432	2,433
Berat Jenis SSD = $B_0 / (B_3 + B_0 - B_1)$	2,500	2,497
Penyerapan = $((B_0 - B_2) / (B_2)) \times 100\%$	2,762	2,594
Berat Jenis Rata-Rata	2,433	
Berat Jenis SSD Rata-Rata	2,498	
Penyerapan Rata-Rata (%)	2,678	

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 Mataram 83125, Telp/Fax. (0370) 636126

Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Kerikil

Dikerjakan Oleh : Heri Kurban
Nomor Mahasiswa : F1A116021
Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram

Pemeriksaan	Sampel	
	I	II
Berat Kerikil Setelah Dikeringkan, B_1 (gram)	5000	5000
Berat Kerikil SSD, B_2 (gram)	5106	5113
Berat Kerikil Dalam Air, B_3 (gram)	3125	3120
Berat Jenis = $B_1 / (B_2 - B_3)$	2,524	2,509
Berat Jenis SSD = $B_2 / (B_2 - B_3)$	2,577	2,565
Penyerapan = $((B_2 - B_1) / (B_1)) \times 100\%$	2,120	2,260
Berat Jenis Rata-Rata	2,516	
Berat Jenis SSD Rata-Rata	2,571	
Penyerapan Rata-Rata (%)	2,190	

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 Mataram 83125, Telp/Fax. (0370) 636126

Hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir

Dikerjakan Oleh : Heri Kurban
Nomor Mahasiswa : F1A116021
Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tinggal (gram)	Persen Tinggal (%)	Persen Komulatif Tinggal Ayakan (%)	Persen Komulatif Lewat Ayakan (%)
4,8	12,86	1,286	1,286	98,714
2,4	105,84	10,584	11,870	88,130
1,2	134,79	13,479	25,349	74,651
0,6	387,92	38,792	64,141	35,859
0,3	193,97	19,397	83,538	16,462
0,15	117,90	11,790	95,328	4,672
Sisa	46,72	4,672	100,000	0,000
Jumlah	1000	100	281,512	318,488

Modulus Halus Butir (MHB) = 281,512 / 100
= 2,815

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 Mataram 83125, Telp/Fax. (0370) 636126

Hasil Pemeriksaan Gradasi Batu Pecah

Dikerjakan Oleh : Heri Kurban
Nomor Mahasiswa : F1A116021
Dikerjakan Tanggal :
Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram
Keadaan Agregat : Kering Tungku

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tinggal (gram)	Persen Tinggal (%)	Persen Komulatif Tinggal Ayakan (%)	Persen Komulatif Lewat Ayakan (%)
38	0,00	0,000	0,000	100,000
31,5	0,00	0,000	0,000	100,000
25	0,00	0,000	0,000	100,000
19	66,16	4,411	4,411	95,589
9,5	1025,72	68,381	72,792	27,208
4,8	397,23	26,482	99,274	0,726
2,4	5,39	0,359	99,633	0,367
1,2	0,00	0,000	99,633	0,367
0,6	0,00	0,000	99,633	0,367
0,3	0,00	0,000	99,633	0,367
0,15	0,00	0,000	99,633	0,367
Sisa	5,50	0,367	100,000	0,000
Jumlah	1500	100	674,643	425,357

Modulus Halus Butir (MHB) = 6,746

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 Mataram 83125, Telp/Fax. (0370) 636126

Hasil Pemeriksaan Ketahanan Aus Kerikil

Dikerjakan Oleh : Heri Kurban
Nomor Mahasiswa : F1A116021
Dikerjakan Tanggal :
Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram
Keadaan Agregat : Kering Tungku

Benda Uji Semula (A) = 5000 gram

Berat benda uji setelah diuji pada 100 putaran (B) = 4573 gram

Berat benda uji setelah diuji pada 500 putaran (C) = 3172 gram

Keausan I $(\frac{A-B}{A}\ X\ 100\%)$ = 8,540 % (pada 100 putaran)

Keausan II $(\frac{A-C}{A}\ X\ 100\%)$ = 36,56 % (pada 500 putaran)

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 Mataram 83125, Telp/Fax. (0370) 636126

Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar Daur Ulang

Dikerjakan Oleh : Heri Kurban
Nomor Mahasiswa : F1A116021
Lokasi pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Mataram

Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Kerikil H-G-A			
200°/700/52			
Pemeriksaan	**Benda Uji**		
	I	**II**	**III**
Berat Kerikil Setelah Kering Oven, Bk (gram)	3962	3938	3965
Berat Kerikil Jenuh Kering Muka, Bj (gram)	4035	4036	4033
Berat Kerikil Dalam Air, Ba (gram)	2435	2420	2446
Berat Jenis Bulk (Bk/(Bj-Ba))	2.476	2.437	2.498
Berat Jenis Bulk Rata-rata (gram)		**2.471**	
Berat Jenis SSD (Bj/(Bj-Ba))	2.522	2.498	2.541
Berat Jenis SSD Rata-rata (gram)		**2.520**	
Berat Jenis Semu (Bk/(Bk-Ba))	2.599	2.594	2.610
Berat Jenis Semu Rata-rata (gram)		**2.601**	
Penyerapan ((Bj-Bk)/Bk)x100%	1.843	2.489	1.715
Penyerapan Rata-rata (%)		**2.015**	

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 Mataram 83125, Telp/Fax. (0370) 636126

Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar Daur Ulang

Dikerjakan Oleh : Heri Kurban
Nomor Mahasiswa : F1A116021
Lokasi pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Mataram

Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Kerikil H-G-A			
200°/600/48			
Pemeriksaan	**Benda Uji**		
	I	**II**	**III**
Berat Kerikil Setelah Kering Oven, Bk (gram)	3915	3951	3956
Berat Kerikil Jenuh Kering Muka, Bj (gram)	4004	4040	4044
Berat Kerikil Dalam Air, Ba (gram)	2412	2448	2438
Berat Jenis Bulk (Bk/(Bj-Ba))	2.459	2.482	2.463
Berat Jenis Bulk Rata-rata (gram)	**2.468**		
Berat Jenis SSD (Bj/(Bj-Ba))	2.515	2.538	2.518
Berat Jenis SSD Rata-rata (gram)	**2.524**		
Berat Jenis Semu (Bk/(Bk-Ba))	2.610	2.629	2.608
Berat Jenis Semu Rata-rata (gram)	**2.616**		
Penyerapan ((Bj-Bk)/Bk)x100%	2.273	2.253	2.224
Penyerapan Rata-rata (%)	**2.250**		

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 Mataram 83125, Telp/Fax. (0370) 636126

Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar Daur Ulang

Dikerjakan Oleh : Heri Kurban
Nomor Mahasiswa : F1A116021
Lokasi pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Mataram

Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Kerikil H-G-A			
200°/500/24			
Pemeriksaan	**Benda Uji**		
	I	**II**	**III**
Berat Kerikil Setelah Kering Oven, Bk (gram)	3983	3948	3981
Berat Kerikil Jenuh Kering Muka, Bj (gram)	4086	4065	4094
Berat Kerikil Dalam Air, Ba (gram)	2451	2442	2454
Berat Jenis Bulk (Bk/(Bj-Ba))	2.436	2.433	2.427
Berat Jenis Bulk Rata-rata (gram)	**2.432**		
Berat Jenis SSD (Bj/(Bj-Ba))	2.499	2.505	2.496
Berat Jenis SSD Rata-rata (gram)	**2.500**		
Berat Jenis Semu (Bk/(Bk-Ba))	2.600	2.610	2.607
Berat Jenis Semu Rata-rata (gram)	**2.606**		
Penyerapan ((Bj-Bk)/Bk)x100%	2.586	2.964	2.838
Penyerapan Rata-rata (%)	**2.796**		

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 Mataram 83125, Telp/Fax. (0370) 636126

Dikerjakan Oleh : Heri Kurban
Nomor Mahasiswa : F1A116021
Lokasi pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Mataram

Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Kerikil H-G-A			
150°/700/48			
Pemeriksaan	**Benda Uji**		
	I	**II**	**III**
Berat Kerikil Setelah Kering Oven, Bk (gram)	3954	3969	3950
Berat Kerikil Jenuh Kering Muka, Bj (gram)	4071	4096	4059
Berat Kerikil Dalam Air, Ba (gram)	2457	2439	2431
Berat Jenis Bulk (Bk/(Bj-Ba))	2.450	2.395	2.426
Berat Jenis Bulk Rata-rata (gram)	**2.424**		
Berat Jenis SSD (Bj/(Bj-Ba))	2.522	2.472	2.493
Berat Jenis SSD Rata-rata (gram)	**2.496**		
Berat Jenis Semu (Bk/(Bk-Ba))	2.610	2.594	2.600
Berat Jenis Semu Rata-rata (gram)	**2.601**		
Penyerapan ((Bj-Bk)/Bk)x100%	2.972	3.200	2.759
Penyerapan Rata-rata (%)	**2.977**		

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 Mataram 83125, Telp/Fax. (0370) 636126

Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar Daur Ulang

Dikerjakan Oleh : Heri Kurban
Nomor Mahasiswa : F1A116021
Lokasi pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Mataram

Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Kerikil H-G-A			
150°/600/24			
Pemeriksaan	**Benda Uji**		
	I	**II**	**III**
Berat Kerikil Setelah Kering Oven, Bk (gram)	3935	3936	3940
Berat Kerikil Jenuh Kering Muka, Bj (gram)	4045	4047	4060
Berat Kerikil Dalam Air, Ba (gram)	2424	2423	2420
Berat Jenis Bulk (Bk/(Bj-Ba))	2.428	2.424	2.402
Berat Jenis Bulk Rata-rata (gram)	**2.418**		
Berat Jenis SSD (Bj/(Bj-Ba))	2.495	2.492	2.476
Berat Jenis SSD Rata-rata (gram)	**2.488**		
Berat Jenis Semu (Bk/(Bk-Ba))	2.592	2.590	2.592
Berat Jenis Semu Rata-rata (gram)	**2.591**		
Penyerapan ((Bj-Bk)/Bk)x100%	2.795	2.820	3.046
Penyerapan Rata-rata (%)	**2.887**		

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 Mataram 83125, Telp/Fax. (0370) 636126

Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar Daur Ulang

Dikerjakan Oleh : Heri Kurban
Nomor Mahasiswa : F1A116021
Lokasi pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Mataram

Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Kerikil H-G-A			
150°/500/52			
Pemeriksaan	**Benda Uji**		
	I	**II**	**III**
Berat Kerikil Setelah Kering Oven, Bk (gram)	3936	3950	3929
Berat Kerikil Jenuh Kering Muka, Bj (gram)	4056	4059	4038
Berat Kerikil Dalam Air, Ba (gram)	2412	2400	2427
Berat Jenis Bulk (Bk/(Bj-Ba))	2.394	2.381	2.439
Berat Jenis Bulk Rata-rata (gram)	**2.405**		
Berat Jenis SSD (Bj/(Bj-Ba))	2.467	2.447	2.507
Berat Jenis SSD Rata-rata (gram)	**2.473**		
Berat Jenis Semu (Bk/(Bk-Ba))	2.583	2.548	2.616
Berat Jenis Semu Rata-rata (gram)	**2.582**		
Penyerapan ((Bj-Bk)/Bk)x100%	3.049	2.759	2.774
Penyerapan Rata-rata (%)	**2.861**		

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 Mataram 83125, Telp/Fax. (0370) 636126

Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar Daur Ulang

Dikerjakan Oleh : Heri Kurban
Nomor Mahasiswa : F1A116021
Lokasi pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Mataram

Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Kerikil H-G-A			
100°/700/24			
Pemeriksaan	**Benda Uji**		
	I	**II**	**III**
Berat Kerikil Setelah Kering Oven, Bk (gram)	3919	3947	3944
Berat Kerikil Jenuh Kering Muka, Bj (gram)	4035	4052	4056
Berat Kerikil Dalam Air, Ba (gram)	2400	2418	2414
Berat Jenis Bulk (Bk/(Bj-Ba))	2.397	2.416	2.402
Berat Jenis Bulk Rata-rata (gram)	**2.405**		
Berat Jenis SSD (Bj/(Bj-Ba))	2.468	2.480	2.470
Berat Jenis SSD Rata-rata (gram)	**2.473**		
Berat Jenis Semu (Bk/(Bk-Ba))	2.580	2.581	2.590
Berat Jenis Semu Rata-rata (gram)	**2.584**		
Penyerapan ((Bj-Bk)/Bk)x100%	2.960	2.660	2.840
Penyerapan Rata-rata (%)	**2.820**		

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 Mataram 83125, Telp/Fax. (0370) 636126

Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar Daur Ulang

Dikerjakan Oleh : Heri Kurban
Nomor Mahasiswa : F1A116021
Lokasi pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Mataram

Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Kerikil H-G-A			
100°/600/52			
Pemeriksaan	**Benda Uji**		
	I	**II**	**III**
Berat Kerikil Setelah Kering Oven, Bk (gram)	3931	3924	3922
Berat Kerikil Jenuh Kering Muka, Bj (gram)	4062	4054	4049
Berat Kerikil Dalam Air, Ba (gram)	2406	2400	2404
Berat Jenis Bulk (Bk/(Bj-Ba))	2.374	2.372	2.384
Berat Jenis Bulk Rata-rata (gram)	**2.377**		
Berat Jenis SSD (Bj/(Bj-Ba))	2.453	2.451	2.461
Berat Jenis SSD Rata-rata (gram)	**2.455**		
Berat Jenis Semu (Bk/(Bk-Ba))	2.578	2.575	2.584
Berat Jenis Semu Rata-rata (gram)	**2.579**		
Penyerapan ((Bj-Bk)/Bk)x100%	3.332	3.313	3.238
Penyerapan Rata-rata (%)	**3.295**		

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 Mataram 83125, Telp/Fax. (0370) 636126

Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar Daur Ulang

Dikerjakan Oleh : Heri Kurban
Nomor Mahasiswa : F1A116021
Lokasi pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Mataram

Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Kerikil H-G-A			
150°/600/24			
Pemeriksaan	**Benda Uji**		
	I	**II**	**III**
Berat Kerikil Setelah Kering Oven, Bk (gram)	3954	3973	3953
Berat Kerikil Jenuh Kering Muka, Bj (gram)	4118	4075	4113
Berat Kerikil Dalam Air, Ba (gram)	2421	2395	2405
Berat Jenis Bulk (Bk/(Bj-Ba))	2.330	2.365	2.314
Berat Jenis Bulk Rata-rata (gram)		**2.336**	
Berat Jenis SSD (Bj/(Bj-Ba))	2.427	2.426	2.408
Berat Jenis SSD Rata-rata (gram)		**2.420**	
Berat Jenis Semu (Bk/(Bk-Ba))	2.579	2.518	2.554
Berat Jenis Semu Rata-rata (gram)		**2.550**	
Penyerapan ((Bj-Bk)/Bk)x100%	4.148	2.567	4.048
Penyerapan Rata-rata (%)		**3.588**	

Lampiran 2: Dokumentasi Kegiatan Laboratorium

H6A
B.M.

Lampiran III: Kontrak Penelitian

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MATARAM
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Jl. Pendidikan No.37 Mataram NTB,Tlp.(0370) 641552, 638265
Fax.(0370) 638265, e-mail: lppm@unram.ac.id

KONTRAK PENELITIAN
SUMBER DANA DIPA BLU SKEMA PENELITIAN PASCASARJANA
UNIVERSITAS MATARAM

Tahun Anggaran 2022
Nomor: **1622/UN18.L1/PP/2022**

Pada hari ini **Senin tanggal Sembilan bulan Mei tahun Dua Ribu Dua Puluh Dua**, kami yang bertandatangan dibawah ini :

1 Muhamad Ali, Ph.D. : **Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Mataram**, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Mataram, berkedudukan di Jl. Pendidikan No. 37 Mataram, untuk selanjutnya disebut PIHAK PERTAMA;

2 Ni Nyoman Kencanawati, S.T., M.T., Ph.D. : **Dosen Fakultas Teknik Universitas Mataram**, dalam hal ini bertindak sebagai Ketua dan anggota Tim Peneliti sesuai Proposal dan SK Rektor Nomor: **11996/UN18/HK/2022**, untuk selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA, selanjutnya disebut PARA PIHAK secara bersama-sama telah sepakat untuk mengikatkan diri dalam suatu Kontrak Penelitian DIPA BLU (PNBP)Tahun Anggaran 2022 dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut:

Pasal 1
RUANG LINGKUP KONTRAK DAN TIM PENELITI

(1) PIHAK PERTAMA memberi pekerjaan kepada PIHAK KEDUA dan PIHAK KEDUA menerima pekerjaan dimaksud dari PIHAK PERTAMA, untuk melaksanakan dan menyelesaikan penelitian dengan judul **"Optimasi Proses Thermal-Mechanical-Chemical pada Produksi Agregat Daur Ulang Dari Limbah Beton dan Aplikasinya pada Material Beton Berkelanjutan (Sustainability Concrete)".**

(2) Berdasarkan Proposal yang diajukan, nama-nama Tim Peneliti dari PIHAK KEDUA adalah sebagai Berikut
   1 Ni Nyoman Kencanawati, S.T., M.T., Ph.D.
   2 Prof. Buan Anshari, S.T., M.Sc.Eng., Ph.D.
   3 Hariyadi, ST., M.Sc.(Eng), Dr.Eng.
   4 Jauhar Fajrin, S.T., M.Sc Eng., Ph.D.

(3) PIHAK KEDUA bertanggung jawab penuh atas seluruh pelaksanaan, pengadministrasian dan pengelolaan keuangan serta pelaksanaan kegiatan penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1)

Pasal 2
DANA PENELITIAN

(1) Besarnya dana untuk melaksanakan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 adalah sebesar Rp. 17.500.000 (tujuh belas juta lima ratus ribu rupiah) sudah termasuk pajak

(2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan pada DIPA BLU Universitas Mataram Tahun Anggaran 2022.

Pasal 3
TATA CARA PEMBAYARAN DANA PENELITIAN

PIHAK PERTAMA akan membayarkan Dana Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) kepada PIHAK KEDUA secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:

(1) Pembayaran Tahap Pertama sebesar 80% dari total dana penelitian yaitu 80% x Rp 17.500.000 = Rp. 14.000.000 (empat belas juta rupiah), dibayarkan setelah Kontrak di tandatangani PARA PIHAK.

(2) Pembayaran Tahap Kedua sebesar 20% dari total dana penelitian yaitu 20% x Rp 17.500.000 = Rp. 3.500.000 (tiga juta lima ratus ribu rupiah), dibayarkan setelah PIHAK KEDUA menyerahkkan laporan akhir Pelaksanaan Penelitian beserta kelengkapan yang ditetapkan.

Pasal 4
JANGKA WAKTU

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 adalah **terhitung sejak Tanggal 9 Mei 2022 dan berakhir pada Tanggal 30 November 2022**.

Pasal 5
TARGET LUARAN

(1) PIHAK KEDUA wajib mencapai target luaran wajib dan luaran tambahan penelitian berupa:

No.	Jenis Luaran Penelitian
Luaran Wajib :	
a	Publikasi Ilmiah (Publikasi pada artikel ilmiah yang dimuat dalam jurnal (Accepted pada jurnal nasional ber-ISSN, pengumpulan paling lambat 1 tahun setelah kontrak berakhir), atau Publikasi pada proceding seminar nasional/Internasional)
b	
c	
d	
Luaran Tambahan:	
a	Naskah Akademik
b	

(2) PIHAK KEDUA wajib melaporkan perkembangan pencapaian target luaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada PIHAK PERTAMA

Pasal 6
HAK DAN KEWAJIBAN PARA PIHAK

(1) Hak dan Kewajiban PIHAK PERTAMA

a PIHAK PERTAMA berhak mendapatkan luaran penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 dari PIHAK KEDUA;

b PIHAK PERTAMA wajib memberikan dana penelitian kepada PIHAK KEDUA dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) dengan tata cara pembayaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3.

(2) Hak dan Kewajiban PIHAK KEDUA:
a PIHAK KEDUA berhak menerima dana penelitian dari PIHAK PERTAMA dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1);
b PIHAK KEDUA wajib menyerahkan Luaran Penelitian dan Buku Catatan Harian Penelitian kepada PIHAK PERTAMA;
c PIHAK KEDUA wajib bertanggungjawab dalam penggunaan dana penelitian yang diterimanya sesuai dengan proposal kegiatan yang telah disetujui;
d PIHAK KEDUA wajib menyampaikan laporan penggunaan dana sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) kepada PIHAK PERTAMA.

Pasal 7
LAPORAN PELAKSANAAN PENELITIAN

(1) PIHAK KEDUA wajib menyampaikan kepada PIHAK PERTAMA laporan kemajuan dan laporan akhir mengenai luaran penelitian dan rekapitulasi penggunaan anggaran sesuai dengan jumlah dana yang diberikan oleh PIHAK PERTAMA yang tersusun secara sistematis sesuai pedoman yang ditentukan oleh PIHAK PERTAMA;
(2) PIHAK KEDUA wajib menyampaikan Laporan Akhir sebanyak 1 (Satu) eksemplar paling lambat 30 November 2022, disertai dokumen-dokumen sebagai berikut:
a Bukti fisik luaran penelitian;
b Laporan penggunaan keuangan penelitian 100% 1 (Satu) eksemplar (dijilid);
c Buku Catatan Harian Penelitian (*BCHP*) sebanyak 1 (Satu) eksemplar (fotocopy) (dijilid); dan
d Surat Pernyataan Tanggung Jawab Mutlak (SPTJM) dan Surat Pernyataan Tanggung Jawab Belanja (SPTJB) masing-masing sebanyak 1 (satu).
e Mengupload softfile poin a,c, dan d pada sistem simlitabmas.unram.ac.id

Pasal 8
MONITORING DAN EVALUASI

PIHAK PERTAMA dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2022.

Pasal 9
SANKSI

(1) Apabila batas waktu berakhirnya masa penelitian ini PIHAK KEDUA belum menyerahkan hasil pekerjaan seluruhnya kepada PIHAK PERTAMA, maka PIHAK KEDUA dikenakan denda sebesar 1/1000 (satu permil) setiap hari keterlambatan sampai setinggi-tingginya 5% (lima persen) dari nilai Surat Perjanjian ini terhitung dari tanggal jatuh tempo yang telah ditetapkan (tanggal 1 Desember 2022).
(2) Apabila PIHAK KEDUA tidak menyerahkan laporan hasil penelitian dalam akhir tahun anggaran yang sedang berjalan dan waktu proses pencairan biayanya telah berakhir, maka sisa biaya yang bersangkutan, yang belum sempat dicairkan dinyatakan hangus dan dikembalikan ke BLU Universitas Mataram.
(3) Dalam hal PIHAK KEDUA tidak dapat memenuhi Surat Perjanjian ini hingga tanggal 19 Januari 2023, maka PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterimanya kepada PIHAK PERTAMA untuk selanjutnya disetorkan kembali dan PIHAK KEDUA dikenakan sanksi administratif berupa penghentian pembayaran dan tidak dapat

mengajukan proposal penelitian baik sebagai ketua maupun sebagai anggota dalam kurun waktu 2 (dua) tahun berturut-turut.

Pasal 10
PEMBATALAN PERJANJIAN

Apabila dikemudian hari terhadap judul Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran, itikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah dari atau dilakukan oleh PIHAK KEDUA, maka perjanjian Penelitian ini dinyatakan batal dan PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima kepada PIHAK PERTAMA yang selanjutnya akan disetor ke BLU Universitas Mataram.

Pasal 11
PAJAK-PAJAK

Segala sesuatu yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa PPN dan/atau PPh menjadi tanggung jawab PIHAK KEDUA dan harus dibayarkan oleh PIHAK KEDUA ke kantor pelayanan pajak setempat sesuai ketentuan yang berlaku.

Pasal 12
PERALATAN DAN/ALAT HASIL PENELITIAN

Hasil Pelaksanaan Penelitian ini yang berupa peralatan dan/atau alat yang dibeli dari pelaksanaan Penelitian ini adalah milik Negara yang dapat dihibahkan kepada Universitas Mataram sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 13
PENYELESAIAN SENGKETA

Apabila terjadi perselisihan antara PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila penyelesaian secara musyawarah dan mufakat tidak tercapai, maka penyelesaian dilakukan melalui jalur hukum, dengan memilih domisili hukum di Pengadilan Negeri Mataram.

Pasal 14
LAIN-LAIN

(1) PIHAK KEDUA menjamin bahwa penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 belum pernah dibiayai dan/atau diikutsertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri.
(2) Segala sesuatu yang belum diatur dalam Perjanjian ini dan jika dipandang perlu untuk diatur lebih lanjut,akan dilakukan perubahan oleh PARA PIHAK dalam bentuk perjanjian tambahan (adendum) yang akan menjadi satu kesatuan dan merupakan bagian tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh PARA PIHAK pada hari dan tanggal tersebut di atas, dibuat dalam rangkap 2 (dua) dan bermaterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

PIHAK PERTAMA

LPPM Universitas Mataram
Ketua,

Muhamad Ali, Ph.D.
NIP. 19720727 199903 1 002

PIHAK KEDUA

Tim Pelaksana Penelitian
Ketua,

Ni Nyoman Kencanawati, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19760804 200003 2 001

Anggota 1,

1 Prof. Buan Anshari, S.T., M.Sc.Eng., Ph.D.

Anggota 2,

2 Hariyadi, ST., M.Sc.(Eng), Dr.Eng.

Anggota 3,

3 Jauhar Fajrin, S.T., M.Sc Eng., Ph.D.

PENELITIAN 2

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN PASCASARJANA

JUDUL PENELITIAN

APLIKASI METODE VIBRATORY ADDED MIXING UNTUK MENINGKATAN MUTU BETON DENGAN AGREGAT DAUR ULANG (TINJAUAN MAKROSTRUKTUR, MIKROSTRUKTUR, DAN RELIABILITAS)

Oleh:

NI NYOMAN KENCANAWATI, ST., MT., Ph.D. (Ketua)

Dr. Ir. I Dewa Made Alit Karyawan, MT (Anggota)

Prof. Akmaluddin, ST., M.Sc Eng., Ph.D. (Anggota)

Hariyadi, ST., M.Sc.(Eng), Dr.Eng. (Anggota)

KELOMPOK PENELITI BIDANG ILMU

TEKNOLOGI AUDIT DAN REHABILITASI STRUKTUR GEDUNG

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

UNIVERSITAS MATARAM

Tahun 2021

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN PASCASARJANA

1	Judul Penelitian	:	Aplikasi Metode Vibratory Added Mixing Untuk Meningkatan Mutu Beton Dengan Agregat Daur Ulang (Tinjauan Makrostruktur, Mikrostruktur, Dan Reliabilitas)
2	Topik Unggulan	:	Pengembangan Teknologi Dan Evaluasi Material Daur Ulang
3	Kelompok Peneliti Bidang Ilmu	:	Teknologi Audit Dan Rehabilitasi Struktur Gedung
4	Ketua Peneliti a. Nama Lengkap b. NIP/NIDN c. Jabatan fungsional d. Fakultas e. Alamat Institusi f. Telepon/Faks/e-mail	: 	 NI NYOMAN KENCANAWATI, ST., MT., Ph.D. 197608042000032001/0004087602 Lektor Kepala Teknik Sipil / Fakultas Teknik Jl.Majapahit No 62 Mataram
5	Anggota Peneliti	:	1. Dr. Ir. I Dewa Made Alit Karyawan, MT 2. Prof. Akmaluddin, ST., M.Sc Eng., Ph.D. 3. Hariyadi, ST., M.Sc.(Eng), Dr.Eng.
6	Mahasiswa yang terlibat	:	1 Orang
7	Waktu Penelitian	:	6 Bulan
8	Luaran Wajib	:	• Publikasi Ilmiah (Publikasi pada artikel ilmiah yang dimuat dalam jurnal (Accepted pada jurnal nasional ber-ISSN, pengumpulan paling lambat 1 tahun setelah kontrak berakhir), atau Publikasi pada proceding seminar nasional/Internasional)
9	Luaran Tambahan	:	• Naskah Akademik
10	Pembiayaan a. PNBP UNRAM b. Biaya dari Instansi lain c. Biaya dari peneliti sendiri	: 	 Rp 17,500,000 Rp 0 Rp 0

Mataram,24-11-2021

Mengetahui
Ketua Kelompok Peneliti Bidang Ilmu

Ni Nyoman Kencanawati, ST.MT., Ph.D.
NIP. 197608042000032001

Ketua Peneliti

NI NYOMAN KENCANAWATI, ST., MT., Ph.D.
NIP. 197608042000032001

Menyetujui:
Dekan Fakultas Teknik / Direktur Program Pascasarjana UNRAM

Muhamad Syamsu Iqbal, ST., MT., Ph.D.
NIP. 197202221999031002

Mengetahui:
Ketua BP3F/BP2EB Fakultas Teknik / Prodi/ Program Studi Magister

Dr. Nur Kaliwantoro, ST., MT.
NIP. 197210061999031002

Mengetahui
Ketua LPPM UNRAM

Muhamad Ali, S.Pt., M.Si., Ph.D.
NIP. 197207271999031002

copyright_simlitabmas_unram@2020

IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

1. Judul Penelitian : Aplikasi Metode *Vibratory Added Mixing* untuk Meningkatan Mutu Beton dengan Agregat Daur Ulang (Tinjauan Makrostruktur, Mikrostruktur, dan Reliabilitas)
2. Tim Peneliti :

No	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Instansi Asal	Alokasi Waktu (Jam/Minggu)
1.	Ni Nyoman Kencanawati, ST., MT., Ph.D.	Ketua	Teknik Sipil Struktur	Unram	16
2.	Dr.Eng. Hariyadi, ST., MSc.(Eng).	Anggota 1	Teknik Sipil Struktur	Unram	10
3	Akmaluddin, ST., MSc.(Eng.), Ph.D.	Anggota 2	Teknik Sipil Struktur	Unram	10
4	Dr. Ir. I Dewa Made Alit Karyawan, MT.	Anggota 3	Teknik Sipil Struktur	Unram	10

3. Mahasiswa yang terlibat:

No	Nama	NIM	Fakultas	Alokasi Waktu (Jam/Minggu)
1.	Ningrum Madamantika	F1A 017 121	Teknik	10

4. Isu Strategis : Teknologi Transformasi Material Limbah dan Evaluasinya
5. Topik Penelitian : Pengembangan Teknologi dan Evaluasi Material Daur Ulang
6. Objek Penelitian : Material Beton
7. Lokasi Penelitian : Laboratorium Struktur dan Bahan, Universitas Mataram dan Laboratorium SEM, ITS
8. Hasil Yang Ditargetkan : Teknologi dalam Peningkatan Mutu Beton dengan Agregat Daur Ulang
9. Institusi Lain : -
10. Sumber Biaya : -
11. Instansi Lain : -
12. Temuan Yang Ditargetkan : Peningkatan Mutu Beton Daur Ulang dengan Teknologi *Vibratory Added Mixing*
13. Konstribusi Mendasar : Hasil penelitian ini dapat dipertimbangkan sebagai salah satu masukan dalam mengembangkan teknologi transformasi dari limbah beton menjadi material agregat daur ulang. selanjutnya dengan metode *vibratory added mixing* maka diharapkan dapat meningkatkan kualitas beton agregat daur ulang dan dapat dipertimbangkan sebagai bahan penyusun material beton yang berkelanjutan dan ramah lingkungan
14. Rencana Luaran Wajib dan Tambahan : Wajib: Publikasi pada *Prosiding The 2nd International Conference on Green Construction and Civil and Engineering Education (ICGCEE 2021)*
    Tambahan: Naskah Akademik berupa Bahan Ajar untuk Mata Kuliah Rekayasa Bahan Konstruksi Sipil (Prodi S1)dan Rekayasa Material Berkelanjutan (Prodi S2)
15. Keterangan Lain :

DAFTAR ISI

Halaman Judul ……..i
Halaman Pengesahan ……..ii
Identitas dan Uraian Umum ……iii
Daftar Isi ……iv
Daftar Gambar ……..v
Daftar Tabel ……..vi
Daftar Lampiran ……vii
Ringkasan ……viii

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang ……1
1.2. Tujuan ……3
1.3. Urgensi Penelitian ……..3
1.4. Temuan/Innovasi Teknologi ……4
1.5. Rekayasa Sosial ……4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA ……6
2.1 State of The Arts ……7
2.2 Kuat Tekan Beton ……5
2.3 Mikrostruktur Beton ……8
2.4 Metode Weibull ……9
2.5 Road Map Penelitian ……..11

BAB III METODE PENELITIAN ……12
3.1 Lokasi, Bahan, dan Pealatan Penelitian ……12
3.2 Tahapan Penelitian ……..12
3.3 Indikator Capaian ……16
3.4 Luaran Penelitian ……..17

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ……..18
4.1 Sifat Fisik Bahan Penyusun Beton ……18
4.1.1 Agregat halus ……..18
4.1.2 Agregat kasar normal ……19
4.1.3 Agregat kasar daur ulang ……21
4.2 Nilai Slump Campuran Beton ……22
4.3 Makrostruktur Beton ……..23
4.3.1 Pengamatan visual ……23
4.3.2 Kuat tekan ……24
4.4 Mikrostruktur Beton ……25
4.5 Reliabilitas Beton ……29

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan ……..32
5.2 Saran ……33

DAFTAR PUSTAKA ……..…….20

LAMPIRAN ……36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Posisi penelitian ……7
Gambar 2.2 (a) Hasil scanning electron microscopy CaOH pada ITZ dan (b) sketsa ITZ pada mikrostruktur beton ……..9
Gambar 2.3 Parameter *m* ……..11

Gambar 3.1 Bagan alir penelitian ……..13
Gambar 3.2 Aplikasi metode *vibratory added mixing* saat pencampuran bahan penyusun beton ……15

Gambar 4.1 Grafik gradasi agregat halus ……19
Gambar 4.2 Grafik gradasi agregat kasar normal ……20
Gambar 4.3 Grafik gradasi agregat kasar daur ulang ……22
Gambar 4.4 Visual agregat kasar ……22
Gambar 4.5 Potonganpenampang material beton secara marostruktur ……24
Gambar 4.6 Kuat tekan beton ……..24
Gambar 4.7 Uji reliabilitas beton agregat normal……30
Gambar 4.8 Uji reliabilitas beton agregat daur ulang ……31
Gambar 4.9 Uji reliabilitas beton agregat daur ulang metode VAM ……..31
Gambar 4.10 Nilai m parameter ……..31

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jumlah dan Variasi Benda Uji ……..16

Tabel 4.1 Sifat fisik agregat halus ……..18
Tabel 4.2 Sifat fisik agregat kasar normal ……19
Tabel 4.3 Sifat fisik agregat kasar daur ulang ……21
Tabel 4.4 Nilai slump beton ……23
Tabel 4.5 SEM beton perbesaran 50 kali ……26
Tabel 4.6 SEM beton perbesaran 250 kali ……27
Tabel 4.7 SEM beton perbesaran 500 kali ……28

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 UJI PEMERIKSAAN AGREGAT

LAMPIRAN 2 DOKEMENTASI KEGIATAN LABORATORIUM

LAMPIRAN 3 KONTRAK PENELITIAN

RINGKASAN

Agregat daur ulang dapat berasal dari adalah limbah pembongkaran bangunan beton (*demolition waste*). Agregat ini dapat menjadi bahan bangunan yang ramah lingkungan dan dapat menjadi alternative bagus untuk menghemat agregat alam dan mengurangi pencemaran lingkungan. Namun demikian, penggunaannya masih terbatas, karena memiliki kualitas yang lebih rendah dibandingkan dengan agregat normal (baru dari alam), seperti kepadatan rendah, porositas tinggi, tingkat penyerapan air yang tinggi, retakan mikro pada mortar sisa dan pada zona transisi antar muka. Demikian pula bila digunakan pada campuran beton, akibat kualitasnya yang lebih rendah, maka mutu beton yang dihasilkan pun menjadi rendah. Dengan demikian peminat agregat daur ulang untuk pembuatan beton baru sangat minimal dan bahkan beberapa negara masih membatasi penggunaannya. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan agregat kasar daur ulang untuk pembuatan beton. Selanjutnya untuk memperoleh mutu beton dengan agregat daur ulang yang lebih baik, maka diterapkan metode penambahan getaran saat pencampuran beton (*vibratory added mixing*). Metode ini diharapkan dapat meningkatkan mutu beton yang terbuat dari agreagat daur ulang ditinjau secara makrostruktur, mikrostruktur, dan reliabilitas.

Agregat kasar daur ulang diproduksi melalui beberapa tahapan yaitu proses pemanasan (*heating*), penggerusan (*grinding*), dan perendaman dengan larutan kimia (*soaking*). Tujuannya adalah untuk membersihkan kandungan mortar yang masih melekat dipermukaan agregat daur ulang. Dengan demikian, saat digunakan untuk membuat beton baru, agregat kasar daur ulang memiliki ikatan yang lebih baik dengan pasta semen. Proses pemanasan dilakukan dengan memasukkan bongkahan limbah beton kedalam oven selama 24 jam dengan suhu 100℃. Dilanjutkan dengan penggerusan limbah beton panas dengan bola-bola baja di dalam mesin pemutar sebanyak 500 kali putaran. Terakhir adalah perendaman hasil penggerusan dengan larutan HCL selama 24 jam. Selanjutnya agregat daur ulang ini digunakan untuk membuat beton baru dimana metode *vibratory added mixing* diterapkan pada molen (*concrete mixer*) saat pencampuran bahan-bahan penyusun beton. Metode ini dilakukan dengan menggunakan sebuah vibrator yang diletakkan pada dua sisi molen secara bergantian dan diberikan getaran dengan variasi selama 30, 60, dan 90 detik. Beton padat yang dihasilkan, kemudian diuji mutunya secara makrostruktur (uji kuat tekan), mikrostruktur (uji *scanning electron microscopy*), dan reliabilitas (uji distribusi Weibull).

Hasil penelitian ini telah dipresentasikan pada seminar internasional: *The 2nd International Conference on Green Construction and Civil and Engineering Education (ICGCEE 2021)*. Demikian pula telah diterbitkan pada prosiding terindeks Scopus yaitu IOP Conference Series: Earth and Environmental Science dengan judul: *Effectiveness of vibratory added mixing concrete with heating-grinding recycled coarse aggregate*. Metode *vibratory added mixing*. Dalam studi ini disimpulkan bahwa metode *vibratory added mixing* secara efektif dapat meningkatkan mutu beton dengan agregat kasar daur ulang

baik dari tinjauan makrostruktur, mikrostruktur, dan reliabilitas. Dengan demikian para praktisi tidak enggan lagi dalam menggunakan beton daur ulang sebagai material kontruksi di lapangan. Sehingga tujuan untuk memanfaatkan material hasil daur ulang limbah beton dan mendukung penggunaan material yang ramah lingkungan dapat dilakukan secara berkelanjutan.

Kata kunci: beton, agregat daur ulang, makrostruktur, kuat tekan beton, mikrostruktur, dan reliabilitas beton.

BAB I. PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Beton banyak digunakan dalam industri konstruksi karena keuntungan yang ditawarkan diantaranya harganya yang murah, kuat terhadap tekanan, dan dapat dibentuk sesuai keinginan. Beton merupakan material komposit yang pada dasarnya dibuat dari semen, air, dan agregat dengan proporsi tertentu [1]. Industri konstruksi menghasilkan sekitar 25 miliar ton beton setiap tahun di seluruh dunia [2]. Agregat merupakan bahan penyusun beton yang paing banyak dibutuhkan karena agregat menempati 70-80% volume beton. Ketersediaan agregat alam diperkirakan menipis karena agregat alam ini terbentuk bukan dalam waktu yang singkat. Selain itu, penambangan agregat seringkali menimbulkan kerusakan lingkungan disekitarnya yang berpengaruh buruk pada habitat hewan dan tumbuhan [3]–[5].

Di sisi lain, akibat banyaknya konstruksi beton yang semakin menua (*aging*) dan melewati masa layannya atau perubahan fungsi bangunan, maka selain bangunan tersebut dapat diperkuat (*strengthening*) maka banguan tesebut diruntuhkan/dibongkar (*demolished*). Untuk kasus pembongkaran (*demolition*), akan terdapat banyak limbah beton yang dihasilkan dan memerlukan tempat penimbunan (*landfill*). Dari masa ke masa, akan terdapat semakin banyak konstruksi beton yang diruntuhkan akibat *aging* yang tentu saja berdampak negatif pada lingkungan akibat landifill yang tidak terkendali [4], [6].

Teknik daur ulang telah diperkenalkan sebagai solusi untuk permasalahan akibat meningkatnya jumlah limbah beton, salah satunya adalah mengekstrak agregat kasar dari limbah beton tersebut. Agregat menempati sekitar 70-80% volume beton, sehingga daur ulang agregat secara potensial dapat mengurangi jumlah limbah beton tersebut [5], [7]–[11]. Namun sejauh ini pemanfaatan agregat daur ulang kurang dapat memberikan manfaat yang maksimal sebagai bahan penyusun beton karena kualitasnya yang kurang maksimal seperti penyerapan air tinggi, kekakuan rendah, dan terdapat banyak retakan mikro pada permukaannya.

Sampai dengan saat ini sebagian limbah beton hanya digunakan sebagai material alas jalan (*road bed material*) [12]–[14] .

Banyak penelitian telah dilakukan untuk mempertinggi kualitas agregat daur ulang. Serangkain proses meliputi proses *thermal* (*heating*), proses *mechanical* (*grinding*), dan proses *chemical* (*soaking*) telah dilakukan [15], [16]. Ditemukan bahwa kualitas agregat daur ulang meningkat, namun masih belum bisa menyamai kualitas agregat normal/baru. Demikian pula setelah digunakan sebagai bahan pembuatan beton, beton dengan agregat kasar daur ulang masih memiliki kuat tekan lebih keci 3-8% dibandingkan dengan kuat tekan beton dengan agreagat normal.

Upaya lain juga masih terus diusahakan dalam rangka meningkatkan kuat tekan beton dengan agreagat daur yaitu dengan metode *strengthening* [17]–[19]. Metode ini memanfaatkan material pozolan, polimer, atau nano-silica coating untuk mengisi *micro-cracks* dan *micro-pores* pada permukaan agregat daur ulang ataupun pada mortar lama yang masih melekat pada agregat daur ulang. Namun karena menggunakan material kekinian maka harga beton menjadi lebih mahal.

Meningkatkan kuat tekan beton daur ulang dengan cara *strengthening* tidak selalu diperoleh dengan cara penambahan material baru, namun dapat juga dapat diperoleh dengan cara mekanik seperti yang diajukan pada penelitian ini. Penelitian ini mencoba memberikan getaran saat pencampuran bahan-bahan penyusun (*vibratory added mixing*). Getaran ini diberikan saat campuran beton sedang diputar di dalam molen (*concrete mixer*) dan dilakukan sebelum proses pengecoran dan pemadatan. Pemberian getaran ini dimaksudkan untuk memperkuat daerah *interfacial transition zone* (ITZ) yang selama ini disinyalir sebagai salah satu penyebab rendahnya mutu beton agregat daur ulang. Dengan memperkuat ITZ, Metode yang diajukan ini bertujuan untuk memperkuat daerah ITZ karena dapat mengisi pori-pori yang ada dengan lebih efektif sehingga menambah lekatan antara agregat daur ulang, sisa mortar lama, dan pasta semen baru. Dengan aplikasi metode *vibratory added mixing* maka diharapkan kuat tekan beton dengan agregat daur ulang meningkat dan menyamai kuat tekan beton

dengan agregat normal. Kajian tidak hanya berdasarkan pada kuat tekan saja (makrostruktur), namun juga secara mikrostruktur dengan mengobservasi daerah ITZ menggunakan *scanning electron microscopy*, serta uji reliabilitas agregat daur ulang dengan menggunakan analisis Weibull. Dengan hasil yang lebik baik dan kajian yang lebih komprehensif maka para praktisi konstruksi tidak ragu-ragu dalam menggunakan agregat daur ulang untuk membuat beton baru dan pada akhirnya dapat menjawab permasalahan diatas.

1.2.Tujuan

Secara umum tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi eksploitasi terhadap agregat alam dengan menggantikannya dengan agregat daur ulang yang dapat menghasilkan mutu beton yang memenuhi persyaratan sebagai material konstruksi. Adapun tujuan khususnya diuraikan sebagai berikut.

a. Untuk memproduksi agregat daur ulang yang berasal dari limbah bongkaran beton dengan serangkaian proses pemanasan (*heating*), penggerusan (*grinding*), dan perendaman kimia (*soaking*).
b. Untuk menerapkan metode *vibratory added mixing* pada molen (*concrete mixer*) saat pencampuran bahan-bahan penyusun beton dengan daur ulang dengan variasi waktu 30, 60, dan 90 menit.
c. Untuk meninjau sifat makrostruktur (dari hasil uji kuat tekan), mikrostruktur (dari hasil uji *scanning electron microscopy*), dan reliabilitas (dari hasil uji distribusi Weibull) pada beton daur ulang pada masing-masing variasi yang diberikan pada tujuan (b).

1.3. Urgensi Penelitian

Peminat agregat daur ulang sangat terbatas dalam dunia konstruksi akibat beberapa kualitasnya yang rendah dan beton yang dihasilkan pun mempunya kuat tekan yang rendah [12], [13]. Bahkan beberapa negara pun membatasi dalam penggunaanya [2]. Kualitas agregat daur ulang yang rendah disebabkan oleh masih terdapatnya kandungan mortar dari beton lama (*adhered mortar*) pada permukaan agregat daur ulang. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk

menghilangkan *adhered mortar* ini [15], [16], [20]. Namun usaha dalam meningkatkan kualitas agregat daur ulang juga harus disertai usaha dalam meningkatkan lekatan antara agregat daur ulang dengan pasta semen pada pembuatan beton baru salah satunya dengan metode yang diajukan ini yaitu *vibratory added mixing*. Dengan demikian diharapkan mutu beton dengan agregat daur ulang akan meningkat dan setara dengan beton dengan agregat baru dari alam. Usaha ini dapat mendukung program pemerintah dalam pemanfaatan limbah beton dan menciptakan material lingkungan yang lebih ramah lingkungan secara berkelanjutan.

1.4. Temuan/Innovasi Teknologi

Produksi agregat daur ulang melalui tahapan proses *heating-grinding-soaking* dapat menghasilkan nilai kuat tekan beton yang menggunakan agregat tersebut lebih kecil (3-8)% dibandingkan dengan beton yang menggunakan agregat normal (baru) [15], [16]. Dengan mengubah cara pencampuran dengan menambahkan getaran pada saat pencampuran bahan penyusun beton daur ulang di dalam concrete mixer, maka diharapkan kuat tekan beton dengan agregat daur ulang paling tidak dapat menyamai atau bahkan lebih besar daripada beton dengan agregat normal. Hasil dari kuat tekan yang diperoleh, akan diperkuat dengan analisis pada daerah *interfacial transisition zone* (ITZ) dalam tinjauan secara mikrostruktur. Sebagai tambahan, reliabilitas beton dengan agregat daur ulang juga ditinjau dengan analisis Wibull. Dengan tinjauan secara komprehensif secara makrostruktur, mikrostruktur, dan reliabilitas maka temuan bahwa beton dengan agregat daur ulang dapat dipercaya mempunyai mutu yang sama baiknya dengan beton dengan agregat normal. Dengan demikian usaha untuk mengkampanyekan *green and sustainability material* dengan menggunakan beton daur ulang dapat dicapai dalam waktu dekat.

1.5. Rekayasa Sosial

Pembangunan secara besar-besaran pada negara berkembang seperti Indonesia membutuhkan material konstruksi yang dalam jumlah besar. Salah satu

material konstruksi yang masih diminati adalah beton. Produksi beton secara luas membutuhkan volume agregat yang sangat besar karena beton tersusun atas 70-80% agregat [1]. Penambangan agregat secara besar-besaran tidak hanya berdampak pada berkurangnya ketersedian agregat alam, namun berpengaruh pada habitat hewan dan tumbuhan di sekitarnya. Penambangan agregat juga mengeluarkan emisi CO_2 akibat peledakan dan transportasi. Dilain pihak, penimbunan limbah beton akibat bongkaran bangunan yang sudah tua akibat melebihi waktu layannya juga memberikan dampak kepada lingkungan akibat penimbunan (*landfill*). Dengan demikian agregat daur ulang dapat menjadi salah satu solusi dari masalah-masalah tersebut dan dapat dipecahkan melalui hasil penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. State of the Arts

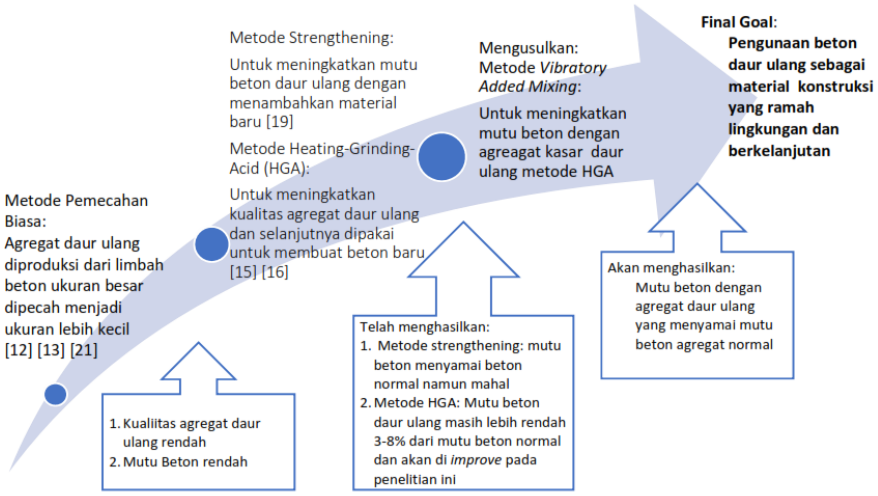
Pemanfaatan agregat daur ulang untuk bahan penyusun beton dimulai dari penggunaan agregat daur ulang dengan pemecahan biasa. Limbah beton dalam bongkahan besar dipecah menjadi ukuran kecil sesuai gradasi yang diinginkan. Sifat mekanik berupa kuat tekan dan modulus elastisitas beton dengan agregat kasar daur ulang dengan cara pemecahan biasa telah dilakukan oleh [21]. Bila komposisi seluruh agregat kasar didalam campuran beton berupa agregat daur ulang maka kuat tekan beton menurun sebesar 23.7% dibandingkan dengan beton yang terbuat dari agregat alam. Hasil serupa juga diperoleh dari [12], [13] dimana beton daur ulang memiliki sifat mekanik lebih rendah sekitar 20-26% terhadap sifat mekanik beton agregat normal.

Sifat mekanis dan ketahanan material yang mengandung semen sangat bergantung pada mikrostrukturnya dimana batas antara permukaan agregat dalam pasta semen merupakan daerah yang penting dipahami. Daerah ini dikenal sebagai *interfacial transisition zone* (ITZ) dan sifatnya secara struktural dan mekanis memang berbeda dari pasta semen dan agregat. Mikrostruktur beton dengan agregat daur ulang dinyatakan memiliki dua zona transisi antar muka, terdiri dari ITZ lama yang merupakan batasan dari permukaan agregat daur ulang dengan beton lama dan ITZ kedua antara pasta lama dan pasta baru. Menurunkan jumlah faktor air semen pada campuran beton dapat menurunkan porositas ITZ pada beton padat [22].

Penggabungan dari metode pemanasan (*thermal*), penggerusan (*mechanical*), dan perendaman dengan larutan asam (*chemical*) dengan tujuan untuk melepaskan mortar dari agregat daur ulang telah diajukan oleh Kencanawati dkk. dalam [15], [16]. Hasil yang dicapai cukup memuaskan dimana kualitas agregat daur ulang dari segi berat volume, penyerapan air, dan gradasi yang lebih baik. Mutu beton yang dihasilkanpun meningkat yaitu hanya berbeda sekitar 3-8% dibandingkan dengan mutu beton normal. Namun demikian karena kuat tekan yang dihasilkan masih belum dapat menyamai kuat tekan beton dengan agregat

normal, maka diperlukan metode *strengthening* yaitu memperkuat pasta semen. Penambahan pozolan, polimer, dan nano-silica coating telah dapat meningkatkan kuat tekan beton daur ulang secara signifikan dan menyamai beton normal[19]. Penambahan material baru seperti diatas akan tentu saja menambah biaya produksi beton, sehingga dalam penelitian ini akan menggunakan metode *vibratory added mixing*. Metode yang diajukan ini bertujuan untuk memperkuat daerah ITZ karena dapat mengisi pori-pori yang ada dengan lebih efektif sehingga menambah lekatan antara agregat daur ulang, sisa mortar lama, dan pasta semen baru. Posisi penelitian ini diilustrasikan pada Gambar 2.1.

Selanjutnya reliabilitas beton agregat daur ulang telah pula diteliti [20]. Hasilnya dapat digunakan untuk menilai kehandalan material berdasarkan parameter *m* yang diperoleh. Tinjauan secara reliabilitas akan diterapkan pula pada penelitian ini. Metode yang dipakai adalah dengan analisa Weibull yang akan dijelaskan pada Sub Bab 2.4.



Gambar 2.1 Posisi penelitian

2.2 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan berdasarkan SNI 03-2493-1991 [23]. Kuat tekan dinotasikan dengan f'_c, yaitu tegangan tekan maksimum yang didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji *Compression Testing Machine* (CTM). Pengujian dilakukan dengan cara memberikan beban bertingkat

dengan kecepatan peningkatan beban tertentu pada benda uji sampai hancur. Benda uji berupa silinder beton standar dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

Tegangan tekan maksimum f'_c diberikan persamaan berikut :

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad \text{.....(2-1)}$$

dengan:

f'_c = Kuat tekan (MPa)

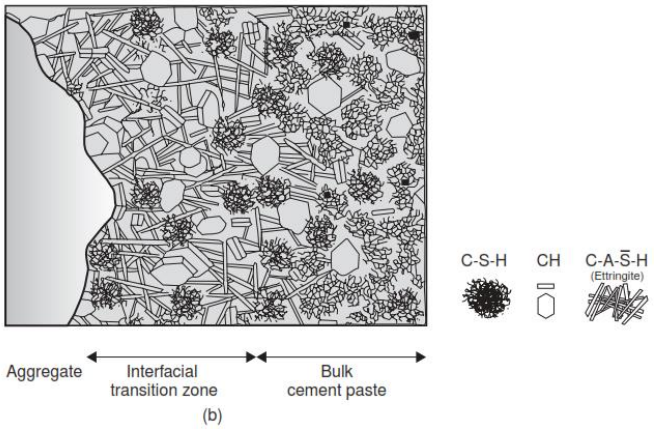
P = Beban maksimum (N)

A = Luas bidang maksimum (mm^2)

2.3 Mikrostruktur Beton

Pada tingkat makroskopik, beton dapat dianggap sebagai dua fase bahan, terdiri dari partikel agregat yang tersebar dalam matriks pasta semen. Struktur beton secara mikro adalah suatu kompleksitas karena dua fase tersebut tidak terdistribusi secara homogen namun juga tidak berdiri sendiri. Misalnya di beberapa daerah yang terhidrasi pasta semen massa tampaknya padat seperti agregat, sementara di tempat lain sangat berpori. Bagian ini ditemukan pada perbatasan permukaan agregat dan pasta semen padat yaitu kalsium silkat hidrat (C-S-H). Daerah ini dinamakan interfacial transition zone (ITZ) dimana struktuknya sangat berpori dan terdiri dari kalsium hidroksida (CaOH) [24]. Gambar 2.2 menggambarkan daerah ITZ.

(a)

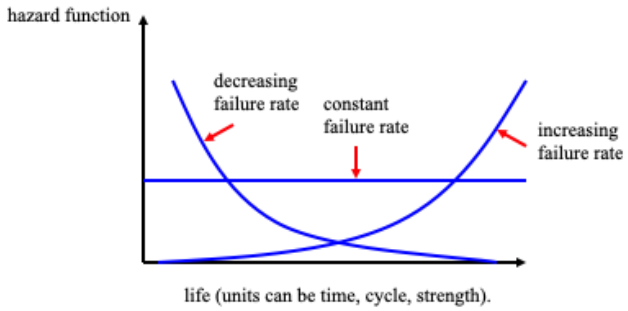


Gambar 2.2 (a) Hasil scanning electron microscopy CaOH pada ITZ dan (b) sketsa ITZ pada mikrostruktur beton [24]

2.4 Metode Weibull

Secara matematis, fundamental statistik dari analisis distribusi Weibull digunakan untuk menentukan kehandalan dan tidak dapat dihandalkan. Reliabilitas berarti probabilitas bahwa suatu material akan melakukan fungsi yang diperlukan tanpa kegagalan dalam suatu kondisi yang ditentukan. Analisis distribusi Weibull banyak digunakan dalam reliabilitas karena memiliki ekspresi sederhana untuk memodelkan fungsi probabilitas densitas dan fungsi probabilitas kumulatif distribusi atau *Cummulative Distribution Function* (*CDF*) [25].

Selain itu, metode ini memiliki kemampuan untuk memberikan analisis kegagalan yang cukup akurat dan prakiraan kegagalan dengan sampel yang sangat kecil. Dalam praktiknya, pola kegagalan dari waktu ke waktu sering diklasifikasikan ke dalam bentuk pola. Pola-pola ini dapat dikenali dalam matematika dengan kombinasi fungsi penurunan, konstan, dan peningkatan bahaya seperti ditunjukkan pada Gambar 2.9. Fungsi bahaya berkurang menunjukkan periode kegagalan awal. Sementara itu periode aus memiliki fungsi bahaya yang meningkat.



Gambar 2.2 *Hazard function* [20]

Untuk mengukur keandalan beton, dua parameter Weibull *CDF* digunakan seperti tertera pada Persamaan (2.2).

$$F(x) = 1 - e^{-\left[\frac{x}{\alpha}\right]^m} \tag{2.2}$$

di mana, x adalah tingkat stres (%), F (x) adalah jumlah kumulatif dari hit AE pada tingkat stres x, m adalah parameter bentuk Weibull, dan α adalah parameter skala Weibull.

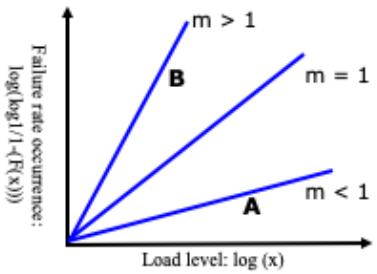
Keandalan (R (x)) didefinisikan sebagai 1-F (x) dan dengan demikian,

$$1 - F(x) = e^{-\left[\frac{x}{\alpha}\right]^\beta} \tag{2.3}$$

Mengambil dua kali logaritma di kedua sisi, persamaan (2.3) menjadi

$$\log\left[\log n\left(\frac{1}{1-F(x)}\right)\right] = m\log x - m\log a \tag{2.4}$$

Parameter m menjadi kemiringan garis yang menunjukkan tingkat reliabilitas, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2. Bila parameter *m* menjadi lebih kecil dari 1 berarti tingkat reliabilitas lebih rendah, sehingga ada kerusakan pada material beton yang diuji. Sementara itu, bila parameter *m* lebih tinggi dari 1, akan menghasilkan keandalan beton yang lebih tinggi sehingga beton dalam kondisi baik.



Gambar 2.2 Parameter *m* [20]

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi, Bahan dan Peralatan Penelitian

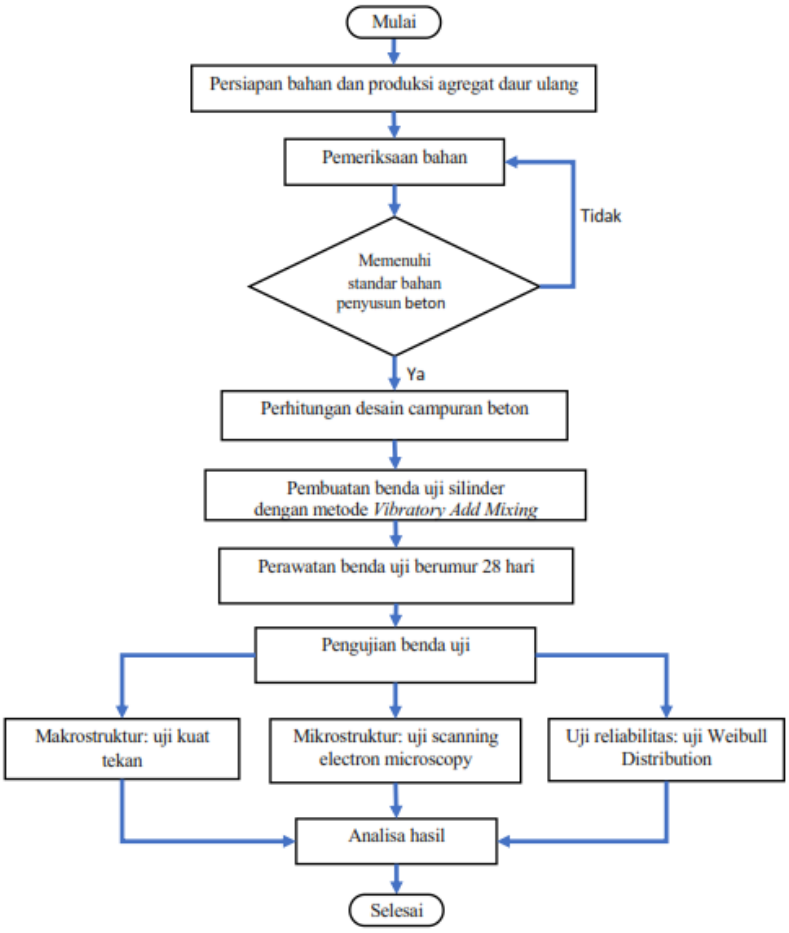
Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan secara eksperimental. Penelitian eksperimental untuk uji tekan dan reliabilitas direncanakan dilaksanakan pada Laboratorium Material dan Struktural, Universitas Mataram sedangkan uji *scanning electron microscopy* (SEM) direncanakan dengan mengirimkan sampel ke Laboratorium SEM, ITS, Surabaya.

Bahan penelitian utama meliputi limbah beton, semen Portland tipe I, pasir alam, batu pecah, dan air. Sedangkan peralatan utama yang dipakai dalam penelitian ini adalah

a. Oven dan mesin Los Angelos, untuk produksi agregat kasar daur ulang
b. Molen (concrete mixer) untuk mengaduk campuran beton
c. *Slump test aparatus* (kerucut abrams) dengan diameter dasar 20 cm, diameter bagian atas 10 cm, dan tinggi 30 cm, untuk menguji slam.
d. Cetakan slinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk mencetak benda uji.
e. *Stick vibrator* untuk aplikasi metode getaran
f. Mesin uji tekan *(compression testing machine)*, untuk uji kuat tekan.
g. Alat rebound hammer, untuk mengukur kekuatan beton tiap tingkat pembebanan yang nantinya digunakan sebagai data analisis reliabilitas
h. Alat SEM untuk mengetahui struktur mikro pada ITZ

3.2. Tahapan penelitian

Rancangan penelitian yang akan dilakukan secara garis besar disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian

Dari Gambar 3. 1 terlihat beberapa langkah yang dilakukan pada penelitian ini dalam rangka pencapaian luaran yang ditargetkan, diantaranya:

a. Pengumpulan limbah beton dan produksi agregat daur ulang. Tahapan produksi daur ulang sebagai berikut:
   i) Pemecahan bongkahan beton yang besar menjadi bongkahan lebih kecil berukuran 20-30 cm.
   ii) Pemanasan bongkahan beton kedalam oven bersuhu 100°C selama 24 jam.
   iii) Bongkahan beton panas dimasukkan pada mesin penggerus (Los Angelos Machine) dengan 11 bola baja berdiameter 5 cm.

iv) Hasil penggerusan direndam dalam larutan HCL 0.1 mol selama 24 jam

v) Pembersihan hasil perendaman dengan menyemprotkan dengan air bertekanan tinggi (100 bar) sehingga diperoleh agregat daur ulang yang bersih dari mortar lama.

b. Pemeriksaaan bahan penyusun beton sebagai dasar apakah material tersebut sesuai dengan persyaratan sebagai bahan penyusun beton seperti yang tertulis pada SNI SNI 03-1750-1990 [31] dan SNI ASTM C136-2012 [32]. Adapun rangkaian pengujian pendahuluan bahan penyusun meliputi:

i) Analisa saringan (gradasi) pasir dan agregat kasar daur ulang

ii) Pemeriksaan berat isi pasir dan agregat kasar daur ulang

iii) Pemeriksaan kandungan lumpur pasir

iv) Pemeriksaan penyerapan air pasir dan agregat kasar daur ulang

c. Perancangan campuran beton. Kuat tekan yang disyaratkan pada umur 28 hari adalah sebesar 30 MPa dengan proporsi bahan penyusun:

i) Air : 190 kg/m^3

ii) Semen : 488 kg/m^3

iii) Agregat halus : 610 kg/m^3

iv) Agregat kasar daur ulang : 953 kg/m^3

d. Pembuatan benda uji silider beton dengan metode *vibratory added mixing* dengan urutan sebagai berikut.

i) Persiapan air, semen, pasir, dan agregat kasar daur ulang berdasarkan takaran masing-masing sesuai dengan hasil *mix design*.

ii) Persiapan *concrete mixer* dan memastikan permukaan dalamnya tidak akan menyerap atau menambah air campuran saat pencampuran.

iii) Memasukkan pasir, agregat daur ulang, dan semen dan memutarnya dengan waktu 0.5 menit.

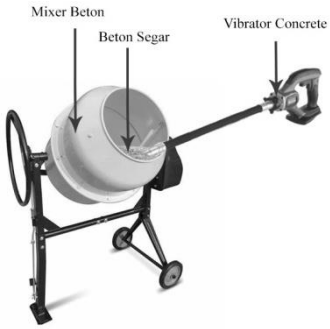
iv) Memasukkan air sedikit demi sedikit sambil terus diputar sampai air campuran habis. Pemutaran diteruskan hingga 1.5 menit.

v) Mesin pemutar dimatikan dan miringkan ke salah satu sisi. *Stick vibrator* dimasukkan ke dalam molen dan digetarkan dengan variasi

waktu sesuai dengan yang telah direncanakan yaitu 30, 60, dan 90 detik. Setelah selesai, *stick vibrator* diangkat dan dilanjutnya ke bagian sisi lainnya. Gambar 3.2 mengilustrasikan metode *vibratory added mixing*.

vi) Setelah pemberian getaran selesai, adukan diputar kembali dalam waktu 0.5 menit sebelum akhirnya mesin dimatikan.

vii) Langkah selanjutnya adalah sesuai dengan metode konvensional, campuran beton dituang ke dalam cetakan, dan dipadatkan.



Gambar 3.2 Aplikasi metode *vibratory added mixing* saat pencampuran bahan penyusun beton

e. Perawatan benda uji dengan perendaman dalam air selama 28 hari.

f. Pengujian benda uji. Benda uji berupa silinder beton dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm untuk pengujian kuat tekan dan reliabilitas. Sedangkan untuk pengujian SEM memerlukan potongan bagian beton berukuran 10 mm x 10 mm. Jumlah, variasi benda uji dan jenis pengujian disajikan pada Tabel 3.1. Pengujian meliputi:

   i) Pengujian kuat tekan dengan alat *compression testing machine* untuk mendapatkan nilai kuat tekan [23].

   ii) Pengukuran nilai kekerasan permukaan dengan alat *rebound hammer* level kerusakan 10-100% untuk analisa reliabitas dengan metode Weibull [33].

   iii) Pengujian SEM untuk analisis mikrostruktur beton dengan pembesaran 250 kali [22], [24].

Tabel 3.1 Jumlah dan variasi benda uji

Waktu getaran (detik)	Jumlah Benda Uji		
	Kuat Tekan	SEM	Hammer
0	6	1	10
30	6	1	10
60	6	1	10
90	6	1	10

g. Analisa hasil, meliputi analisa nilai kuat tekan beton, analisa ikatan agregat dan pasta semen pada daerah ITZ, dan analisa reliabilitas berdasarkan nilai parameter *m* Weibull. Seluruh hasil analisa di kompilasi untuk mendapatkan variasi metode *vibratory added mixing* yang paling efektif dalam meningkatkan kualitas beton daur ulang.

3.3. Indikator Capaian

Penelitian ini memiliki indikator capaian seperti disebutkan pada uraian berikut pada masing-masing tahap penelitian.

a. Indikator capaian tahap produksi agregat kasar daur ulang
   i) Nilai kualitas agregat daur ulang meliputi berat jenis, penyerapan air, dan gradasi yang memenuhi persyaratan sebagai bahan penyusun beton
   ii) Terproduksinya agregat kasar daur ulang sesuai volume yang dibutuhkan untuk pembuatan beton
b. Indikator capaian tahap pembuatan beton
   i) Nilai slump campuran beton segar pada masing-masing variasi selang waktu aplikasi metode *vibratory added mixing*
   ii) Terproduksinya benda uji silinder beton
c. Indikator capaian tahap pengujian
   i) Nilai kuat tekan beton
   ii) Poto morfologi daerah ITZ
   iii) Nilai parameter *m* sebagai indikator reliabilitas beton

3.4. Luaran Penelitian

Luaran yang menjadi target dari penelitian ini adalah

a. Wajib: Telah dipresentasikannya sebagian hasil penenelitian pada *The 2nd International Conference on Green Construction and Civil and Engineering Education (ICGCEE 2021)*, Malang, 12 Agustus 2021 dan dipublikasikan pada Prosiding Internasional terndeks Scopus yaitu *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* dengan judul: *Effectiveness of vibratory added mixing concrete with heating-grinding recycled coarse aggregate*.

b. Tambahan: Naskah Akademik berupa bahan ajar pada mata kuliah:
   i) *Rekayasa Bahan Konstruksi Sipil pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Mataram*. Hasil penelitian ini disampaikan pada Bagian Teknologi Beton dengan memperkaya Sub Bagian Metode Pencampuran Bahan Penyusun Beton (*Concrete Mixing Method*) dan Sifat-sifat Mikrostruktur Beton (*Concrete Microstructure Properties*).
   ii) *Rekayasa Material Berkelanjutan pada Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mataram.* Hasil penelitian ini disampaikan pada Bagian Material Beton Berkelanjutan (*Sustainable Concrete*) dengan memperkaya Sub Bagian Beton Daur Ulang (*Recycled Concrete*).

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

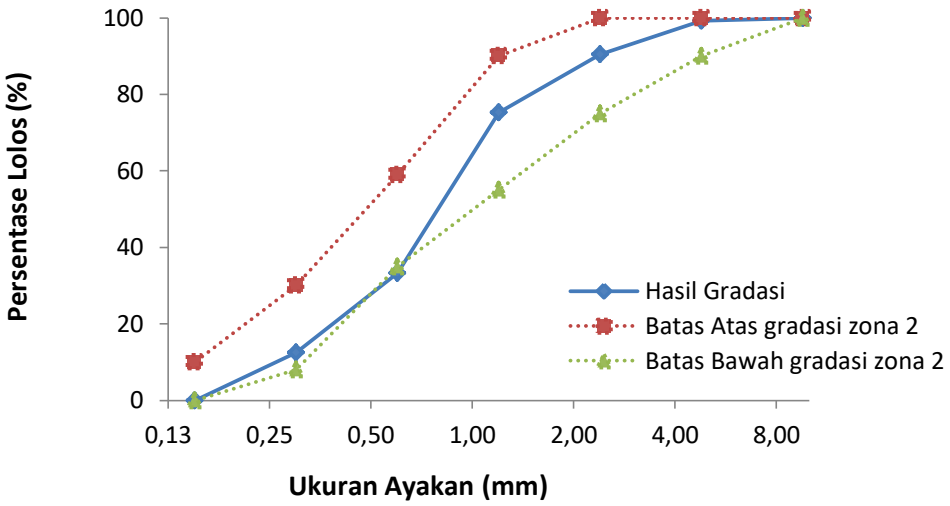
4.1 Sifat Fisik Bahan Penyusun Beton

4.1.1 Agregat halus

Agregat halus berasal dari Lombok Timur. Pengujian agregat halus meliputi pengujian berat satuan, berat jenis, kandungan lumpur, dan gradasi agregat halus. Hasil dari pengujian tersebut dibandingkan dengan SK SNI S-04-1989-F tentang spesifikasi agregat sebagai bahan bangunan untuk mengetahui sifat dari agregat halus ini apakah sesuai dengan yang disyaratkan. Hasil pengujian dan nilai yang disyaratkan dapat dilihat pada **Tabel 4.1.**

Tabel 4. 1 Hasil pengujian sifat fisik agregat halus

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Nilai Standar
Berat Satuan Lepas (gr/cm^3)	1.3	> 1.2
Berat Satuan Padat (gr/cm^3)	1.4	> 1.2
Berat Jenis Bulk	2.7	2.4 - 3.0
Berat Jenis SSD	2.8	2.4 - 3.0
Berat Jenis Semu	3.0	2.4 - 3.0
Penyerapan (%)	3.2	< 5
Kandungan Lumpur (%)	1.5	< 5
Modulus Halus Butir	2.9	1.5 - 3.8



Gambar 4.1 Grafik gradasi agregat halus

Berdasarkan **Tabel 4.1** dan **Gambar 4.1** dapat disimpulkan bahwa agregat halus memenuhi persyaratan agregat halus sesuai SK SNI S-04-1989-F tentang spesifikasi agregat bahan bangunan dan tergolong dalam zona 2 (pasir agak kasar).z

4.1.2 Agregat kasar normal

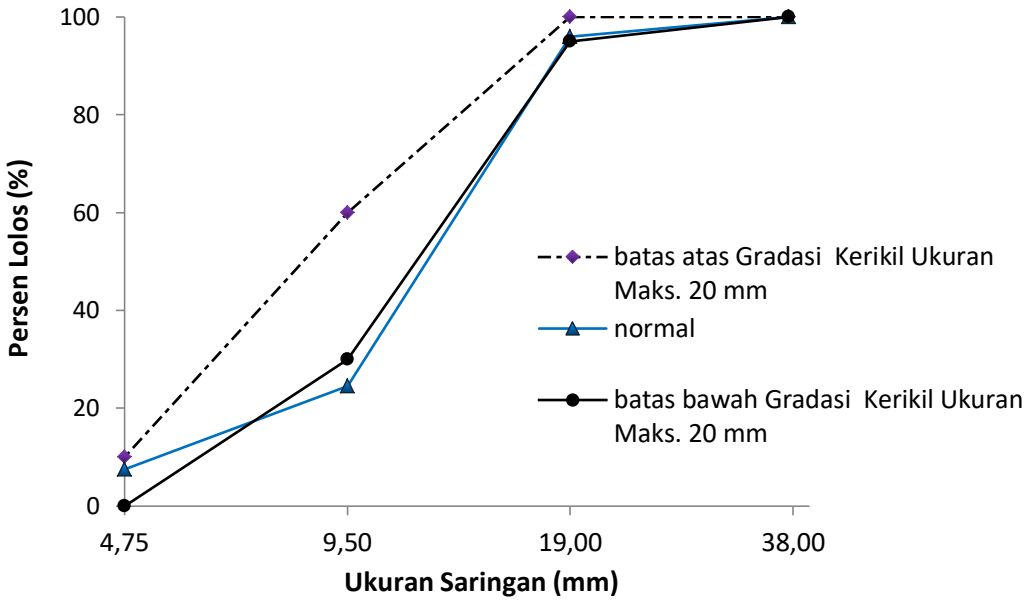
Agregat kasar normal berupa batu pecah yang dijual secara komersial pada daerah Pagutan, Kota Mataram. Pengujian agregat kasar normal meliputi pengujian berat isi, berat jenis dan gradasi agregat seperti yang disajikan pada **Tabel 4.2** berikut ini.

Tabel 4.2 Hasil pengujian sifat fisik agregat kasar normal dan agregat kasar normal

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Standar
Berat Satuan Lepas	1.28	> 1.2
Berat Satuan Padat	1.41	> 1.2
Berat Jenis Bulk	2.70	2.4 - 3.0

Berat Jenis SSD	2.76	2.4 - 3.0
Berat Jenis Semu	2.87	2.4 - 3.0
Penyerapan	2.16	< 5%
Modulus Halus Butir	6.71	6.0 – 7.1

Berdasarkan **Tabel 4.2** terlihat sifat fisik agregat kasar normal memenuhi standar. Hasil analisa saringan seperti pada **Gambar 4.2** dibawah ini.



Gambar 4.2 Grafik gradasi agregat kasar normal

Berdasarkan **Gambar 4.2** terlihat bahwa pada diameter 9,50 mm agregat kasar normal tidak lolos saringan. Batu pecah ini memiliki butiran lebih banyak dengan ukuran lebih besar dari ukuran saringan tersebut. Hal ini menyebabkan nilai modulus halus menjadi lebih besar, namun tetap dalam syarat yang ditentukan oleh standar. Gradasi butir yang tidak memenuhi syarat yang ditetapkan, dapat dilakukan koreksi dengan menambahkan agregat sesuai dengan diameter yang tidak lolos saringan tersebut. Namun dalam penelitian ini tidak melakukan koreksi namun menggunakan langsung sifat agregat kasar yang didapatkan secara alami.

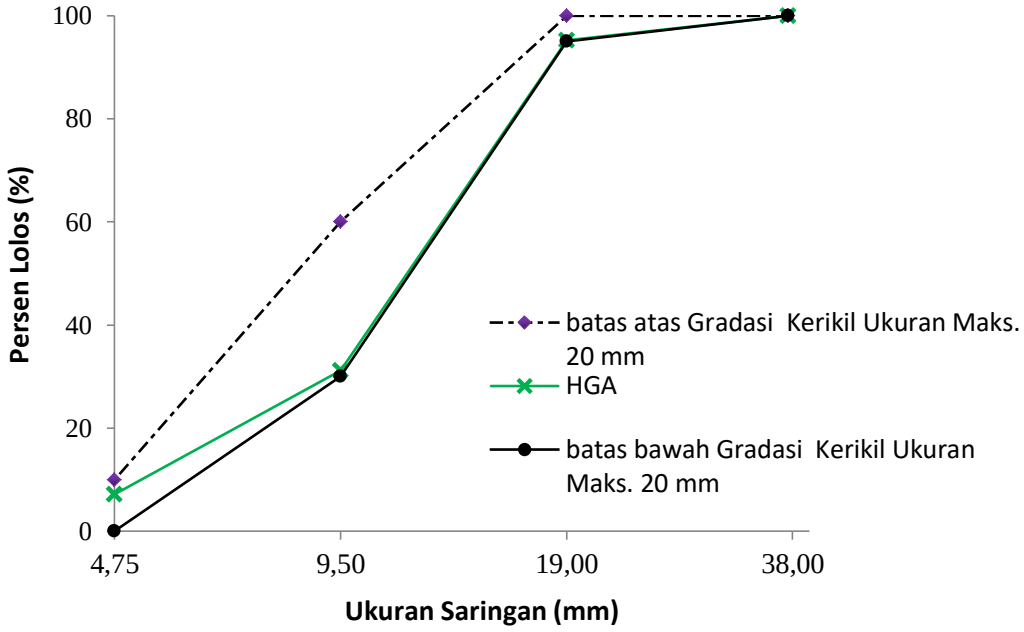
4.1.3 Agregat kasar daur ulang

Agregat kasar daur ulang diperoleh dengan melakukan serangkaian proses heating-grinding-acid dari sampah beton. Pemeriksaan agregat kasar daur ulang ini sama dengan pengujian agregat kasar normal yaitu meliputi pengujian berat isi, berat jenis dan gradasi agregat seperti yang disajikan pada **Tabel 4.3** berikut ini.

Tabel 4.3 Hasil pengujian sifat fisik agregat kasar daur ulang

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Standar
Berat Satuan Lepas	1.42	> 1.2
Berat Satuan Padat	1.53	> 1.2
Berat Jenis Bulk	2.52	2.4 - 3.0
Berat Jenis SSD	2.63	2.4 - 3.0
Berat Jenis Semu	2.77	2.4 - 3.0
Penyerapan	3.16	< 5%
Modulus Halus Butir	6.60	6.0 – 7.1

Berdasarkan **Tabel 4.3** terlihat bahwa walaupun beberapa sifatnya menunjukkan hasil berat jenis yang lebih rendah dari pada agregat normal dan nilai penyerapan air yag lebih tinggi, namun sifat fisik agregat kasar daur ulang memenuhi standar yang disyaratkan. Demikian pula hasil analisa saringan juga masuk dalam kurva gradasi yang disyaratkan untuk agregat kasar penyusun beton dengan dimeter maksimum 20 mm seperti terlihat pada **Gambar 4.3**. Perbandingan fisik secara visual untuk agregat daur ulang dengan agregat normal ditunjukkan pada **Gambar 4.4**. Secara umum, sama halnya dengan agregat normal, agregat daur ulang memiliki permukaan yang lebih bersih dari mortar lama. Perlakuan yang berkesinambungan dari pemanasan, penggerusan, dan perendaman dengan larutan kimia secara efektif dapat menghilangkan kotaran mortar pada permukaan agregat daur ulang.



Gambar 4.3 Grafik gradasi agregat kasar daur ulang

Agregat kasar normal Agregat kasar daur ulang

Gambar 4.4 Visual agregat kasar

4.2 Nilai Slump Campuran Beton

Pengujian *slump* beton dilakukan untuk menetahui sifat workability dari beton dan pengaruh penambahan metode *vibratory added mixing* pada workability

campuram beton. Sebelum dilakukan pengujian *slump* beton, beton segar agregat kasar daur ulang terlebih dulu dilakukan penggetaran pada beton segar. Penggetaran dilakukan dengan *stick vibrator concrete*. Teknik penambahan getaran ini dilakukan di dalam mesin *mixer* beton. Dimana proses penggetaran dilakukan sesaat setelah proses pencampuran bahan. Penggetaran dilakukan di 2 titik yang berbeda agar efek getarannya merata pada beton segar tersebut. Lama pemberian getaran dapat dilihat pada **Tabel 4.4** berikut.

Tabel 4.4 Nilai *slump* beton

Jenis Beton	Lama Pemberian Getaran	*Slump* (cm)
Agregat Kasar Normal	-	8.83
Agregat Kasar Daur Ulang	-	7.71
	30 detik	11.17
	60 detik	4.13
	90 detik	1.33

Dari **Tabel 4.4** terlihat pada campuran beton dengan agregat daur ulang dengan lama getaran 90 detik memiliki nilai *slump* yang rendah. Hal ini disebabkan karena pada *stick vibrator concrete* dapat mengeluarkan panas yang dapat mengurangi kadar air pada beton segar sehingga beton segar semakin padat. Namun pada campuran beton dengan agregat daur ulang dengan lama getaran 30 detik nilai slumpnya paling tinggi karena pada saat pengecoran pasirnya masih basah pada bagian bawah yang menyebakan kadar airnya meningkat.

4.3 Makrostruktur Beton

4.3.1 Pengamatan visual

Silinder beton dipotong dalam arah melintang sehingga didapatkan potongan seperti tergambar pada **Gambar 4.5**. Pada beton normal tampak bahwa bagian agregat berwarna lebih gelap dibandingkan dengan bagian lainnya. Selanjutnya batas-batas antara agregat dan pasta semen terlihat dengan lebih jelas bila dibandingkan dengan beton dengan agregat daur ulang. Sisa-sisa mortar pada agregat daur ulang yang masih menempel pada permukaan agregat menyebabkan

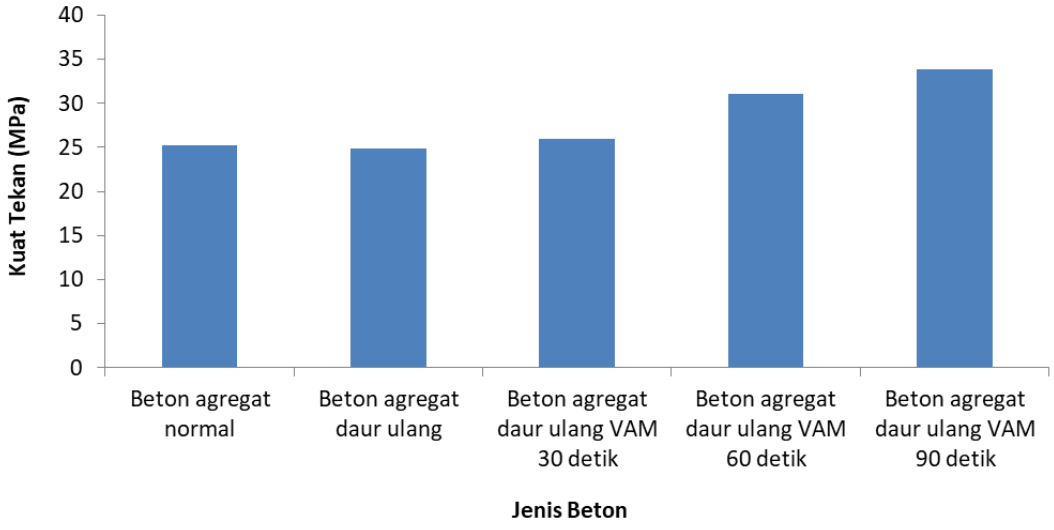
batasan ini menjadi kurang jelas. Kondisi dimana vibratory added mixing ditambahkan saat pembuatan beton dapat memperjelas daerah batasan antara permukaan agregat dengan pasta semen baru.

Beton normal | Beton agregat kasar daur ulang | Beton agregat kasar daur ulang VAM 90 detik

Gambar 4.5 Potongan penampang material beton secara makrostruktur

4.3.2 Kuat tekan beton

Pengujian kuat tekan beton baik normal maupun beton agregat daur ulang ini dilakukan ketika beton telah berumur 28 hari. Berikut data hasil pengujian.



Gambar 4.6 Kuat tekan beton

Berdasarkan **Gambar 4.6** terlihat perbedaan antara beton normal, beton agregat daur ulang tanpa getaran dan beton agregat daur ulang dengan gataran.

Pada beton agregat daur ulang tanpa gataran terjadi penurunan sebesar 1,29% terhadap beton normal. Namun pada beton agregat daur ulang dengan gataran 30 detik, 60 detik dan 90 detik terjadi peningkatan sebensar 2,68%, 23% dan 34.14% terhadap beton normal. Pemberian getaran pada saat proses pengecoran dapat meningkatkan kuat tekan beton agregat daur ulang. Getaran yang dihasilkan akan membuat partikel-partikel saling mengikat. Udara yang terperangkap pada pasta beton akan keluar dan air yang telah bercampur dengan semen dan agregat halus akan mengisi rongga-rongga yang kosong. Gelombang yang diakibatkan oleh getaran tersebut dapat memperbaiki retakan-retakan pada agregat kasar daur ulang karena mikro partikel akan masuk menuju retakan agregat kasar daur ulang tersebut. Dari hasil penelitian ini dapat diketahui seberapa besar pengaruh dari getaran terhadap kuat tekan dari beton daur ulang metode *heating*, *grinding* dan *acid solvent*. Hal ini membuktikan bahwa pemberian getaran dapat meningkatkan kualitas dari beton agregat daur ulang metode *heating*, *grinding* dan *acid solvent*.

Pada saat proses pencampuran di dalam *mixer* beton, mortar yang masih menempel pada agregat kasar daur ulang dapat terlepas dari agregatnya karena adanya getaran dan benturan antar agregat atau mesin *mixer* itu sendir. Mortar yang terlepas dapat menjadi bahan campuran baru dalam adukan beton, sehingga dapat berpengaruh pada hasil pengujian. Penggunaan stick vibrator dapat menimbulkan panas karena getaran yang dihasilkan, yang dapat menyebabkan mengurangi kadar air pada pasta beton. Sehingga adapat menyebabkan nilai *slump* tinggi, yang menyebabkan adukan beton cepat mengeras dan sudah untuk dikerjakan.

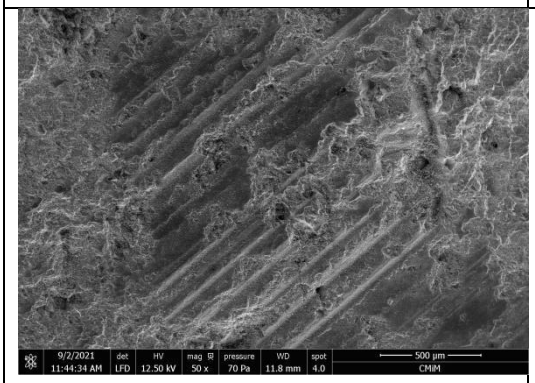
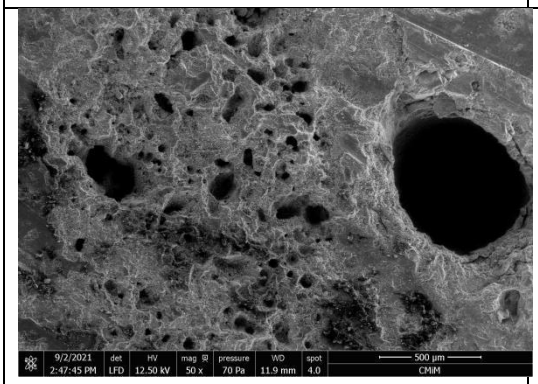
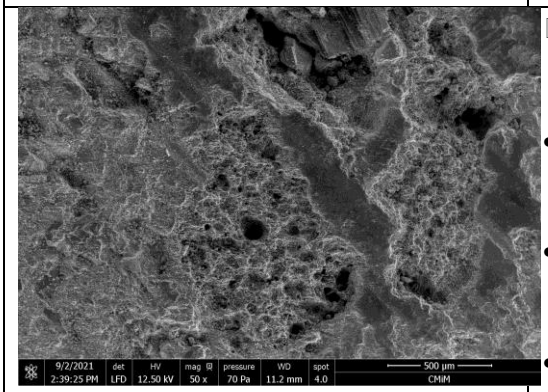
Penggunaan getaran dapat meningkatkan kuat tekan dari beton agregat kasar daur ulang metode *heating, grinding* dan *acid solvent* sehingga dapat digunakan dengan optimal.

4.4 Mikrostruktur Beton

Untuk analisis visual pada setiap variasi beton dilakukan dengan tiga jenis perbesaran yaitu dengan perbesaran 50 kali, 250 kali, dan 500 kali perbesaran

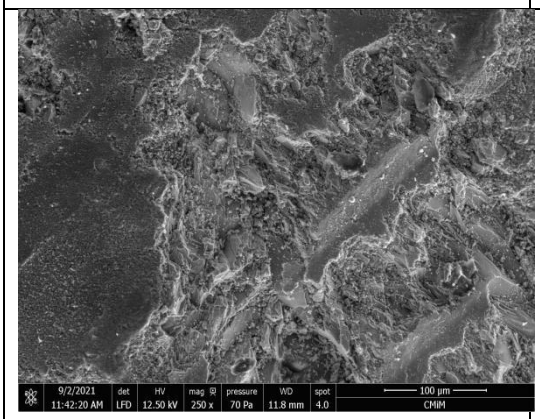
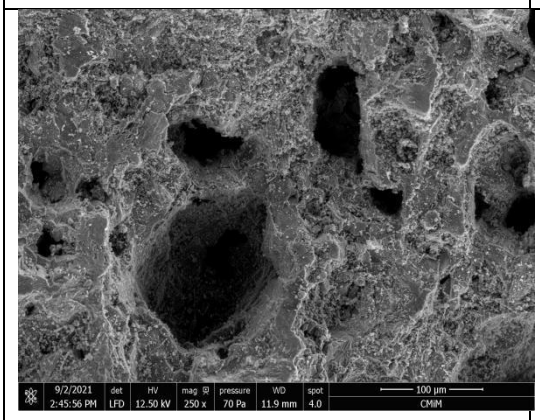
dengan potongan sampel yang sama pada setiap variasi beton. Masing-masing pembesaran ditampilkan pada **Tabel 4.5**, **Tabel 4.6**, dan **Tabel 4.7**.

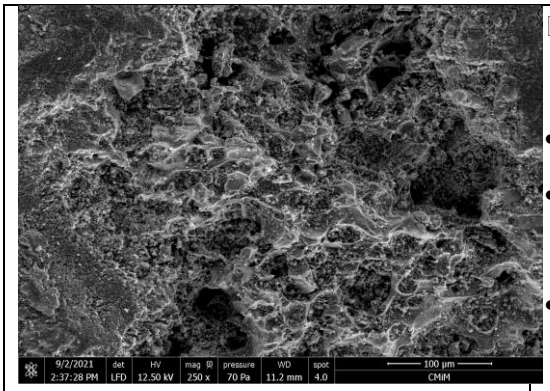
Tabel 4.5 Hasil pengujian perbesaran 50 kali

FOTO PERBESARAN SEM 50 KALI	**ANALISA VISUAL**
	**Beton agregat normal** • Tekstur lebih halus • Ukuran pori- pori kecil • Intensitas pori-pori sedikit
	**Beton agregat daur ulang metode HGA** • Tekstur lebih kasar dan tajam • Ukuran pori-pori beragam ,lebih banyak ukuran pori yang lebih besar • Intensitas pori cukup banyak
	**Beton agregat daur ulang VAM 90 detik** • Tekstur lebih halus dibandingkan beton HGA • Ukuran pori- pori lebih besar dibandingkan beton normal • Intensitas pori-pori lebih banyak dari beton normal namun lebih sedik dibandingkan beton daur ulang tanpa VAM

Perbedaan yang paling menonjol yang dapat dilihat dari foto SEM dengan perbesaran 50 kali ini yaitu ukuran dan intensitas pori yang yang terdapat pada setiap variasi beton. Beton normal memiliki ukuran pori- pori yang sangat kecil bahkan hampir tidak terlihat pada perbesaran ini. Beton beton agregat daur ulang memiliki tekstur dan lebih tajam dan kasar serta pori-pori yang dominan besar dengan intensitas atau jumlah yang banyak dibandingkan dengan beton normal. Namun beton agregat daur ulang metode VAM kembali memilki tampilan yang hampir sama dengan beton agregat normal dengan pori yan lebih sedikit.

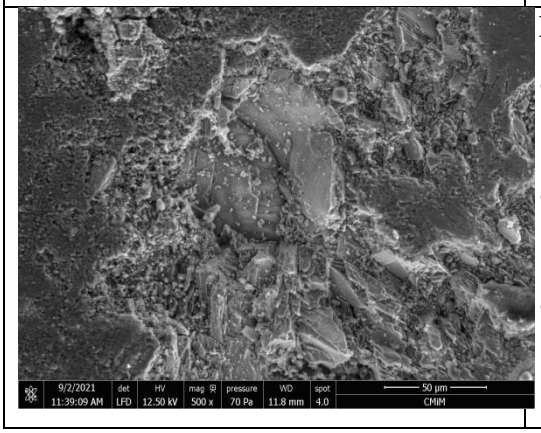
Tabel 4.6 Hasil pengujian perbesaran 250 kali

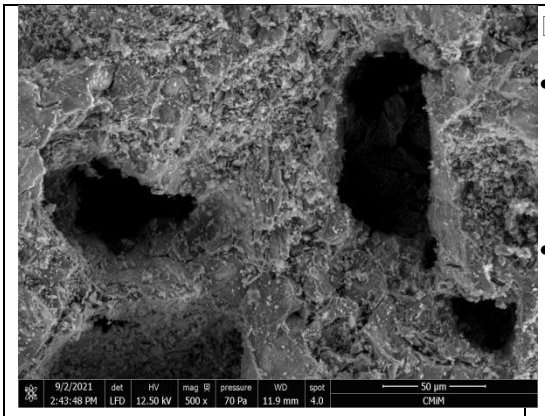
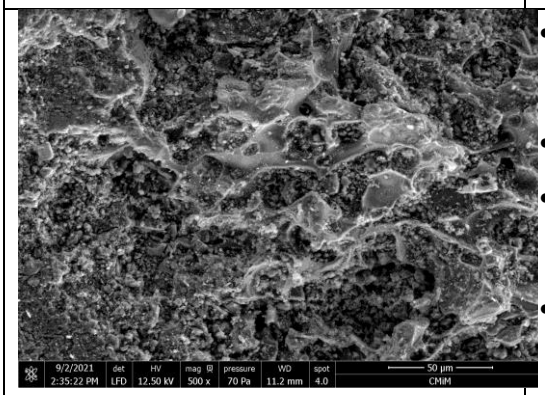
FOTO PERBESARAN SEM 250 KALI	ANALISA VISUAL
	**Beton agregat normal** • Terlihat dua perbedaan tekstur yang halus dan kasar • Terdapat pori-pori namun tidak terlalu signifikan • Tidak terlihat microcrack
	**Beton agregat daur ulang** • Pori-pori terlihat lebih jelas dengan ukuran besar dan intensitas yang cukup banyak • Tekstur permukaan kasar dan tajam • Tidak terlihat microcrack yang signifikan pada perbesaran ini

	**Beton agregat daur ulang VAM 90 detik** • Ukuran pori- pori lebih kecil • Tekstur halus namun ada beberapa bagian yang kasar • Terdapat microcrack dengan ukuran kecil dan intensitas yang cukup banyak

Perbedaan yang dapat dibandingkan secara general pada perbesaran 250 kali ini yaitu perbedaan terhadap microcrack yang terjadi pada beton. Pada beton normal tidak terlihat adanya microcrack, namun sama seperti perbesaran sebelumnya pada beton agregat daur ulang terlihat lebih jelas pori-pori dengan ukuran yang besar. Namun pada beton agregat daur ulang metode VAM, meskipun terlihat microcrack namun ukurannya lebih kecil dibandingkan dengan beton agregat daur ulang. Disamping itu tampilan pasta semen tetlihat lebih padat menyerupai beton normal.

Tabel 4.7 Hasil pengujian pasta semen perbesaran 500 kali

FOTO PERBESARAN SEM 500 KALI	ANALISA VISUAL
	**Beton agregat normal** • Terlihat dua perbedaan tekstur yang halus dan kasar • Terdapat pori-pori namun tidak terlalu signifikan • Tidak terlihat microcrack

	**Beton agregat daur ulang** • Pori-pori terlihat lebih jelas dengan ukuran besar Tekstur permukaan kasar dan tajam • Tidak terlihat microcrack pada perbesaran ini
	• **Beton agregat daur ulang VAM 90 detik** • Ukuran pori- pori kecil • Tekstur halus namun ada beberapa bagian yang kasar • Adanya senyawa hasil dari hidrasi semen

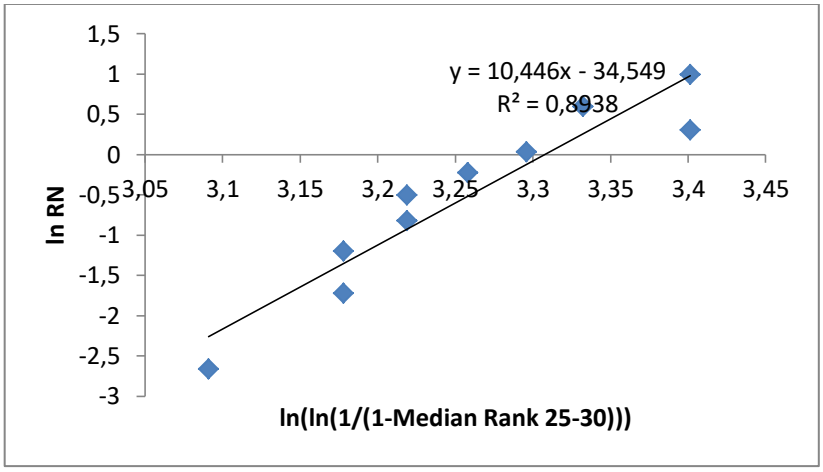
Pada beton agregat normal dan beton agregat daur ulang metode VAM di perbesaran ini tidak jauh berbeda dengan penjelasan yang ada di perbesaran sebelumnya. Terdapat pasta semen dan daerah ITZ yang padat. Namun pada beton daur ulang tanpa VAM, meskipun daerah ITZ tak terlihta, namun pori-pori Nampak semkin jelas menandakan kurangnya lekatan pada daerah ITZ. Study pada daerah ITZ ini dapat menjawab pertanyaan yang berkaitan dengan mutu beton.

4.5 Reliabilitas Beton

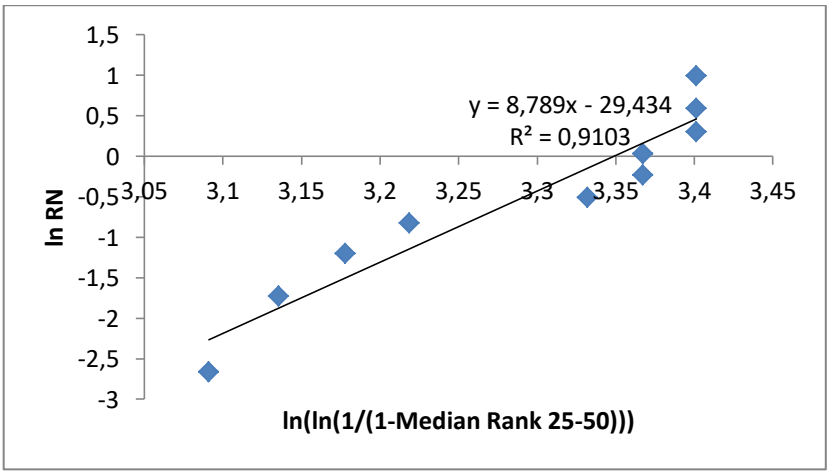
Hasil uji reliabilitas beton dengan Weibull Distribution Analysis ditunjukkan pada **Gambar 4.7** untuk beton agregat normal, **Gambar 4.8** untuk beton agregat daur ulang, dan **Gambar 4.9** untuk beton agregat daur ulang dengan metode VAM 90 detik. Terlihat nilai *m* parameter Distribusi Weibull paling tinggi dicapai oleh beton agregat daur ulang metode VAM 90 detik yaitu sebesar 13.171. Selanjutnya diikuti oleh nilai *m* parameter beton agregat normal menunjukkan

nilai 10.446. Nilai *m* parameter terendah ditunjukkan oleh beton agregat daur ulang tanpa metode VAM yaitu sebesar 8.789.

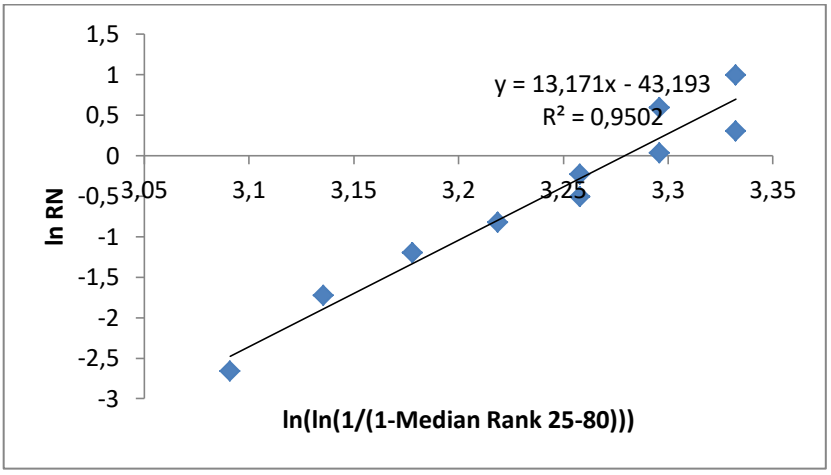
Perbandingan nilai m parameter ini disimpulka pada **Gambar 4.10**. Nilai *m* parameter ini menunjukkan reliabiltas beton. Hasil nilai reliabilitas ini sesuai dengan nilai kuat tekan beton dimana beton dengan agregat daur ulang metode VAM 90 detik menempati nilai kuat tekan tertinggi, diikuti oleh beton dengan agregat normal, dan yang terendah adalah nilai kuat tekan dari beton dengan agregat daur ulang tanpa metode VAM.



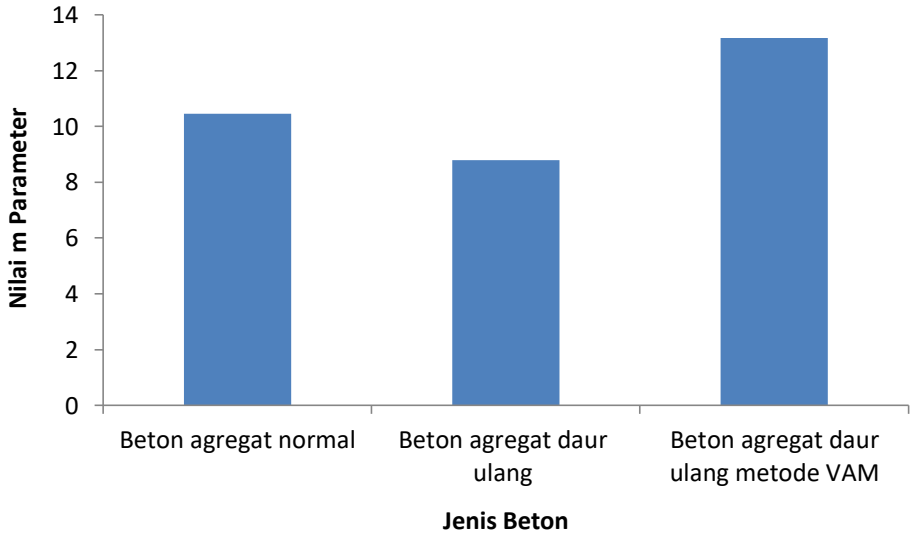
Gambar 4.7 Uji reliabilitas beton agregat normal



Gambar 4.8 Uji reliabilitas beton agregat daur ulang



Gambar 4.9 Uji reliabilitas beton agregat daur ulang metode VAM 90 detik



Gambar 4.10 Nilai *m* parameter

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

a. Perlakuan yang berkesinambungan dari pemanasan, penggerusan, dan perendaman dengan larutan kimia pada agregat daur ulang secara efektif dapat menghilangkan kotaran mortar pada permukaan agregat daur ulang sehingga memunjukan sifat fisik yang memenuhi persyaratan SNI.
b. Campuran beton dengan agregat daur ulang dengan lama getaran (vibratory added mixing atau VAM) 90 detik memiliki nilai *slump* yang paling rendah namun memiliki kuat tekan tertinggi.
c. Beton agregat daur ulang tanpa getaran (VAM 0 detik) menunjukkan kuat tekan yang kecil 1.3% dibandingkan dengan beton normal, namun beton agregat daur ulang yang diproduksi dengan tambahan VAM getaran 30 detik, 60 detik dan 90 detik terjadi peningkatan sebensar 2,68%, 23% dan 34.14% terhadap beton normal.
d. Secara makrostruktur, beton dengan agregat daur ulang dimana vibratory added mixing ditambahkan saat pembuatan beton dapat memperjelas daerah batasan antara permukaan agregat dengan pasta semen baru sehingga tampilan potongan beton ini hampir sama dengan beton dengan agregat normal.
e. Study secara mikrostrukur menunjukkan daerah ITZ beton dagregat daur ulang metode VAM memiliki daerah ITZ yang lebih padat dibandingkan dengan beton agregat daur ulang tanpa VAM. Kondisi ITZ beton dagregat daur ulang metode VAM hampi sama dengan beton agreagat normal dimana microcracks dan pori tidak mendominasi .
f. Nilai *m* parameter Distribusi Weibull paling tinggi dicapai oleh beton agregat daur ulang metode VAM 90 detik yaitu sebesar 13.171. Selanjutnya diikuti oleh nilai *m* parameter beton agregat normal menunjukkan nilai 10.446. Nilai *m* parameter terendah ditunjukkan oleh beton agregat daur ulang tanpa metode VAM yaitu sebesar 8.789.

5.2 Saran

a. Metode penambahan getaran saat pencampuran beton dapat direkomendasikan menjadi sebuah proses yang dilakukan saat mencampur beton dengan agregat daur ulang.

b. Metode SEM pada daerah ITZ sebaiknya dilakukan pada pembesaran 5000-10000 kali untuk mengetahu bentuk unsur-unsur yang terkandung didalamnya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] K. Tjokrodimuljo, *Concrete Technology (in Indonesian)*. Yogyakarta: Nafiri, 2007.

[2] M. Behera, S. K. Bhattacharyya, A. K. Minocha, R. Deoliya, and S. Maiti, "Recycled aggregate from C&D waste & its use in concrete – A breakthrough towards sustainability in construction sector: A review," *Constr. Build. Mater.*, vol. 68, pp. 501–516, 2014, doi: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.07.003.

[3] L. Assi, K. Carter, E. (Eddie) Deaver, R. Anay, and P. Ziehl, “Sustainable concrete: Building a greener future,” *J. Clean. Prod.*, vol. 198, pp. 1641–1651, 2018, doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.123.

[4] S. Mindess, “1 - Sustainability of concrete,” in *Developments in the Formulation and Reinforcement of Concrete (Second Edition)*, Second Edi., S. Mindess, Ed. Woodhead Publishing, 2019, pp. 3–17.

[5] R. Jin, Q. Chen, and A. Soboyejo, “Survey of the current status of sustainable concrete production in the U.S.,” *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 105, pp. 148–159, 2015, doi: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.10.011.

[6] P. Villoria-Sáez, C. Porras-Amores, and M. del Río Merino, “2 - Estimation of construction and demolition waste,” in *Advances in Construction and Demolition Waste Recycling*, F. Pacheco-Torgal, Y. Ding, F. Colangelo, R. Tuladhar, and A. Koutamanis, Eds. Woodhead Publishing, 2020, pp. 13–30.

[7] I. Martínez-Lage, P. Vázquez-Burgo, and M. Velay-Lizancos, “Sustainability evaluation of concretes with mixed recycled aggregate based on holistic approach: Technical, economic and environmental analysis,” *Waste Manag.*, vol. 104, pp. 9–19, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.12.044.

[8] G. Azúa, M. González, P. Arroyo, and Y. Kurama, “Recycled coarse aggregates from precast plant and building demolitions: Environmental and economic modeling through stochastic simulations,” *J. Clean. Prod.*, vol. 210, pp. 1425–1434, 2019, doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.049.

[9] S. Narahara *et al.*, “Evaluation of concrete made from recycled coarse aggregates by pulsed power discharge,” in *2007 16th IEEE International Pulsed Power Conference*, Jun. 2007, vol. 1, pp. 748–751, doi: 10.1109/PPPS.2007.4651948.

[10] S. Kenai, “3 - Recycled aggregates,” in *Waste and Supplementary Cementitious Materials in Concrete*, R. Siddique and P. Cachim, Eds. Woodhead Publishing, 2018, pp. 79–120.

[11] W. Chen *et al.*, “Adopting recycled aggregates as sustainable construction materials: A review of the scientific literature,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 218, pp. 483–496, 2019, doi: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.05.130.

[12] J. Xiao, J. Li, and C. Zhang, “Mechanical properties of recycled aggregate concrete under uniaxial loading,” *Cem. Concr. Res.*, vol. 35, no. 6, pp. 1187–1194, 2005, doi: https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2004.09.020.

[13] M. Etxeberria, E. Vázquez, A. Marí, and M. Barra, “Influence of amount of recycled coarse aggregates and production process on properties of recycled aggregate concrete,” *Cem. Concr. Res.*, vol. 37, no. 5, pp. 735–742, 2007, doi: https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2007.02.002.

[14] L. Berredjem, N. Arabi, and L. Molez, “Mechanical and durability properties of concrete based on recycled coarse and fine aggregates produced from demolished concrete,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 246, p. 118421, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118421.

[15] N. N. Kencanawati, J. Fajrin, B. Anshari, A. Akmaluddin, and M. Shigeishi, “Evaluation of High Grade Recycled Coarse Aggregate Concrete Quality Using Non- Destructive Testing Technique,” *Appl. Mech. Mater.*, vol. 776, pp. 53–58, 2015, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.776.53.

[16] N. N. Kencanawati, A. Akmaluddin, I. N. Merdana, N. Nuraida, I. R. Hadi, and M. Shigeishi, “Improving of Recycled Aggregate Quality by Thermal-mechanical-chemical Process,” *Procedia Eng.*, vol. 171, pp. 640–644, 2017, doi: https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.399.

[17] S. Ismail and M. Ramli, “Engineering properties of treated recycled concrete aggregate (RCA) for structural applications,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 44, pp. 464–476, 2013, doi: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.03.014.

[18] M. Pepe, R. D. Toledo Filho, E. A. B. Koenders, and E. Martinelli, “Alternative processing procedures for recycled aggregates in structural concrete,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 69, pp. 124–132, 2014, doi: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.06.084.

[19] A. Mistri, S. K. Bhattacharyya, N. Dhami, A. Mukherjee, and S. V Barai, "A review on different treatment methods for enhancing the properties of recycled aggregates for sustainable construction materials," *Constr. Build. Mater.*, vol. 233, p. 117894, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117894.

[20] N. N. Kencanawati, S. Iizasa, and M. Shigeishi, "Fracture process and reliability of concrete made from high grade recycled aggregate using acoustic emission technique under compression," *Mater. Struct.*, vol. 46, no. 9, pp. 1441–1448, 2013, doi: 10.1617/s11527-012-9986-z.

[21] J. Pacheco, J. de Brito, C. Chastre, and L. Evangelista, "Experimental investigation on the variability of the main mechanical properties of concrete produced with coarse recycled concrete aggregates," *Constr. Build. Mater.*, vol. 201, pp. 110–120, 2019, doi: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.12.200.

[22] A. Djerbi, "Effect of recycled coarse aggregate on the new interfacial transition zone concrete," *Constr. Build. Mater.*, vol. 190, pp. 1023–1033, 2018, doi: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.09.180.

[23] SNI 03-2834-2000, "Indonesia National Standard Code: Procedure for Making Normal Concrete," Jakarta, Indonesia, 2000.

[24] P. K. Mehta and P. J. M. Monteiro, *Concrete: microstructure, properties, and materials*. McGraw-Hill Education, 2014.

[25] H. Rinne, *The Weibull distribution: a handbook*. Chapman and Hall/CRC, 2008.

[26] I. G. P. S. Wijaya and N. N. Kencanawati, "Denoising Acoustic Emission Signal using Wavelet Transforms for Determining the Micro Crack Location Inside of Concrete," *Int. J. Technol.*, vol. 5, pp. 259–268, 2014, doi: 10.14716/ijtech.v5i3.613.

[27] N. N. Kencanawati, A. Akmaluddin, H. Hariyadi, S. Murtiadi, and H. Hamdani, "Uniformity Evaluation of SCC in Beam Coumn Structure Element Using NDT," 2017.

[28] N. N. Kencanawati, Anshari Buan, A. Rofaida, I. W. Sugiartha, and T. Handayani, "Fire Resistance of Jati Putih Wood (in Indonesian)," 2018, [Online]. Available: https://lppm.unram.ac.id/seminar-nasional-2018/.

[29] N. N. Kencanawati, B. Anshari, J. Fajrin, and H. Hariyadi, "Post Behaviour of Laminated Timber After Fire," 2019, [Online]. Available: https://wuicace.teknikunwar.ac.id/.

[30] N. N. Kencanawati, B. Anshari, J. Fajrin, H. Hariyadi, and A. Beriman, "EXPERIMENTAL STUDY OF LOCAL SOLID WOOD POST-FIRE BEHAVIOUR," *UKaRsT*, vol. 4, no. 2, pp. 207–221, 2020, doi: http://dx.doi.org/10.30737/ukarst.v4i2.909.

[31] SNI 03-1750-1990, "Indonesian National Standard: Aggregate for Concrete, Quality and Testing Methods," Jakarta, Indonesia, 1990.

[32] SNI ASTM C136-2012, *Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar*. Jakarta, Indonesia: Badan Standardisasi Nasional, 2012.

[33] SNI ASTM C805-2012, "Indonesia National Standard Code: Rebound Hammer Test for Hardened Concrete," Jakarta, Indonesia, 2012.

LAMPIRAN

Lampiran 1: Uji Pemeriksaan Agregat

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 MataramTelp. (0370) 636126 Mataram
83125 Lombok, NTB

Lampiran 1-1. Hasil Pemeriksaan Berat satuan Lepas dan Padat Pasir

Lokasi Asal Sampel : Gres, Lombok Timur
Lokasi Pengujian : Lobolatorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Unram

Hasil Pemeriksaan Berat Satuan Lepas Pasir

Pemeriksaan	Benda Uji		
	1	2	3
Berat Bejana, W1 (gram)	2815	2815	2815
Berat Bejana + Krikil, B2 (gram)	6670	6696	6733
Berat benda uji, B3 (B3)	3855	3881	3918
Volume Bejana (cm^3)	3087	3087	3087
Berat Isi Lepas , B3/V (gr/cm^3)	1.249	1.257	1.269
Berat isi Rata-Rata	**1.258**		

Hasil Pemeriksaan Berat Satuan Padat Pasir

Pemeriksaan	Benda Uji		
	1	2	3
Berat Bejana, B1 (gram)	2815	2815	2815
Berat Bejana + Krikil, B2 (gram)	7150	7160	7083.5
Berat benda uji, B3 (gram)	4335	4345	4268.5
Volume Bejana (cm^3)	3087	3087	3087
Berat Isi Padat, B3/V (gr/cm^3)	1.404	1.408	1.383
Berat Isi Rata-Rata	**1.398**		

Diperiksa,
Teknisi Lab. Struktur dan Bahan

Imam Hadiwijaya, ST., MT.
NIP : 19860706 201012 1 004

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 MataramTelp. (0370) 636126 Mataram 83125
Lombok, NTB

Lampiran 1-2. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Pasir

Lokasi Asal Sampel : Gres, Lombok Timur
Lokasi Pengujian : Lobolatorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Unram

Pemeriksaan	Benda Uji		
	I	II	III
Berat Pasir Setelah Kering Oven, Bk (gram)	480.30	488.32	484.87
Berat Pasir Jenuh Muka Kering, Bj (gram)	500.00	500.00	500.00
Berat Pasir + Air, Ba (gram)	657.01	657.01	657.01
Berat Piknometer + Air, Bt (gram)	975.12	985.81	980.20
Berat Jenis Bulk (Bk/(Ba+Bj-Bt))	2.64	2.85	2.74
Berat Jenis Bulk Rata-rata (gram)	**2.75**		
Berat Jenis SSD (Bj/(Ba+Bj-Bt))	2.75	2.92	2.83
Berat Jenis SSD Rata-rata (gram)	**2.83**		
Berat Jenis Semu (Bk/(Bk+Ba-Bt))	2.96	3.06	3.00
Berat Jenis Semu Rata-rata (gram)	**3.01**		
Penyerapan ((Bj-Bk)/Bk)x100%	4.10	2.39	3.12
Penyerapan Rata-rata (%)	**3.20**		

Diperiksa,
Teknisi Lab. Struktur dan Bahan

Imam Hadiwijaya, ST., MT.
NIP : 19860706 201012 1 004

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 MataramTelp. (0370) 636126Mataram 83125
Lombok, NTB

Lampiran 1-3. Hasil Pemeriksaan Kandungan Lumpur Pasir

Lokasi Asal Sampel : Gres, Lombok Timur
Lokasi Pengujian : Lobolatorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Unram

Pemeriksaan	Benda Uji		
	I	II	III
Berat Pasir Kering, B1 (gram)	600	600	600
Berat Pasir Kering Tungku, B2 (gram)	588.74	593.23	591.75
Kadar Lumpur = (B1-B2)/B2 x 100 (%)	1.913	1.141	1.394
Kadar Lumpur Rata-rata	**1.483**		

Diperiksa,
Teknisi Lab. Struktur dan Bahan

Imam Hadiwijaya, ST., MT.
NIP : 19860706 201012 1 004

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 MataramTelp. (0370) 636126Mataram 83125
Lombok, NTB

Lampiran 1-4. Hasil Pemeriksaan Analisi Gradasi Pasir

Lokasi Asal Sampel : Gres, Lombok Timur
Lokasi Pengujian : Lobolatorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Unram

No Saringan	Benda Uji			Rata-Rata	Persen	Komulatif
	I	I	I			
4	6.15	3.22	14.34	7.90	0.79	0.79
8	63.18	95.08	101.3	86.52	8.65	9.44
16	144.33	143.59	166.44	151.45	15.15	24.59
40	423.76	418.47	408.84	417.02	41.70	66.29
60	211.47	216.78	193.43	207.23	20.72	87.01
100	142.78	119.23	110.41	124.14	12.41	100
Lolos ayakan	8.33	3.63	5.24	5.73	0.57	
jumlah	1000	1000	1000	1000.00	100	289.197

Modulus Halus butir (MBB) $= \frac{\sum \text{Persen komulatif}}{100}$

$= \frac{289.197}{100}$

$= 2.89$

Diperiksa,
Teknisi Lab. Struktur dan Bahan

Imam Hadiwijaya, ST., MT.
NIP : 19860706 201012 1 004

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 MataramTelp. (0370) 636126Mataram 83125
Lombok, NTB

Lampiran 1-5. Hasil Pemeriksaan Berat satuan Lepas dan Padat Agregat Kasar Normal

Lokasi Asal Sampel : Pagutan, Mataram
Lokasi Pengujian : Lobolatorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Unram

Hasil Pemeriksaan Berat Satuan Lepas Agregat Kasar Normal

Pemeriksaan	Benda Uji		
	1	2	3
Berat Bejana, W1 (gram)	3749	3749	3749
Berat Bejana + Krikil, B2 (gram)	10138	10216	10137
Berat benda uji, B3 (B3)	6389	6467	6388
Volume Bejana (cm^3)	5023	5023	5023
Berat Isi Lepas , B3/V (gr/cm^3)	1.27	1.287	1.271
Berat isi Rata-Rata	**1.277**		

Hasil Pemeriksaan Berat Satuan Padat Agregat Kasar Normal

Pemeriksaan	Benda Uji		
	1	2	3
Berat Bejana, B1 (gram)	3749	3749	3749
Berat Bejana + Krikil, B2 (gram)	10768	10911	10770
Berat benda uji, B3 (gram)	7019	7162	7021
Volume Bejana (cm^3)	5023	5023	5023
Berat Isi Padat, B3/V (gr/cm^3)	1.397	1.425	1.398
Berat Isi Rata-Rata	**1.406**		

Diperiksa,
Teknisi Lab. Struktur dan Bahan

Imam Hadiwijaya, ST., MT.
NIP : 19860706 201012 1 004

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 MataramTelp. (0370) 636126Mataram 83125
Lombok, NTB

Lampiran 1-6. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar Normal

Lokasi Asal Sampel : Pagutan, Mataram
Lokasi Pengujian : Lobolatorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Unram

Pemeriksaan	Benda Uji		
	1	2	3
Berat Kerikil oven, Bk (gram)	4000	4000	4000
Berat Kering Muka, Bj (gram)	4088	4090	4081
Berat Kerikil di Air, Ba (gram)	2613	2594	2614
Berat Jenis Bulk (Bk/B1-Ba)	2.712	2.674	2.727
Berat Jenis Bulk Rata-Rata (gram)	2.704		
Berat Jenis SSD (Bj/(Bj-Ba))	2.772	2.734	2.782
Berat Jenis SSD rata-rata (gram)	2.762		
Berat Jenis Semu (Bk/(Bk-Ba))	2.884	2.845	2.886
Berat Jenis Semu Rata-rata (gram)	2.872		
Penyerapan (%) (((Bj-Bk)/Bk))x100%)	2.200	2.250	2.025
Penyerapan Rata-rata (%)	2.158		

Diperiksa,
Teknisi Lab. Struktur dan Bahan

Imam Hadiwijaya, ST., MT.
NIP : 19860706 201012 1 004

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 MataramTelp. (0370) 636126Mataram 83125
Lombok, NTB

Lampiran 1-7. Hasil Pemeriksaan Analisis Agregat Kasar Normal

Lokasi Asal Sampel : Pagutan, Mataram
Lokasi Pengujian : Lobolatorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Unram

Benda Uji I							
No. Saringan	**Ukuran Ayakan (mm)**	**Berat Tertahan (gram)**		**Persen Tertinggal (%)**		**Persen Komulatif Tertahan**	
		I	**II**	**I**	**II**	**I**	**II**
1 1/2"	37.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
3.4"	12.50	95.84	77.28	3.83	3.09	3.83	3.09
3/8"	9.50	1728.16	1604.52	69.13	64.18	72.96	67.27
No. 4	4.75	486.44	494.14	19.46	19.77	92.42	87.04
No. 8	2.36	189.56	324.06	7.58	12.96	100.00	100.00
No. 16	1.18	0	0	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 40	0.43	0	0	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 60	0.30	0	0	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 100	0.15	0	0	0.00	0.00	100.00	100.00
Pan	Sisa	0.00	0.00	0.00	0.00		
Jumlah		2500.00	2500.00	100.00	100.00	669.21	657.40

Benda Uji II							
No. Saringan	**Ukuran Ayakan (mm)**	**Berat Tertahan (gram)**		**Persen Tertinggal (%)**		**Persen Komulatif Tertahan**	
		I	**II**	**I**	**II**	**I**	**II**
1 1/2"	37.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
3.4"	19.00	124.65	85	4.99	3.40	4.99	3.40
3/8"	9.50	1981.57	1548.16	79.26	61.93	84.25	65.33
No. 4	4.75	294.3	496.28	11.77	19.85	96.02	85.18
No. 8	2.36	99.48	370.56	3.98	14.82	100.00	100.00
No. 16	1.18	0	0	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 40	0.43	0	0	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 60	0.30	0	0	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 100	0.15	0	0	0.00	0.00	100.00	100.00
Pan	Sisa	0.00	0.00	0.00	0.00		
Jumlah		2500.00	2500.00	100.00	100.00	685.26	653.90

Benda Uji III							
No. Saringan	**Ukuran Ayakan (mm)**	**Berat Tertahan (gram)**		**Persen Tertinggal (%)**		**Persen Komulatif Tertahan**	
		I	**II**	**I**	**II**	**I**	**II**
1 1/2"	37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.4"	19.00	123.49	99.80	4.94	3.99	4.94	3.99
3/8"	9.50	1846.56	1882.53	73.86	75.30	78.80	79.29
No. 4	4.75	395.69	361.78	15.83	14.47	94.63	93.76
No. 8	2.36	134.26	155.89	5.37	6.24	100.00	100.00
No. 16	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 40	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 60	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 100	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
Pan	Sisa	0.00	0.00	0.00	0.00		
Jumlah		2500.00	2500.00	100.00	100.00	678.37	677.05

RATA RATA									
No. Saringan	**Ukuran Ayakan (mm)**	**Berat Tertahan (gram)**		**Persen Tertinggal (%)**		**Persen Komulatif Tertahan**		RATA-RATA PERSEN TERTINGGAL	Persen Komulatif Lewat Ayakan
		I	**II**	**I**	**II**	**I**	**II**		
1 1/2"	37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3.4"	19.00	114.66	87.36	4.59	3.49	4.59	3.49	4.04	95.96
3/8"	9.50	1852.10	1678.40	74.08	67.14	78.67	70.63	70.61	25.35
No. 4	4.75	392.14	450.73	15.69	18.03	94.36	88.66	16.86	8.49
No. 8	2.36	141.10	283.50	5.64	11.34	100.00	100.00	8.49	0.00
No. 16	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00
No. 40	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00
No. 60	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00
No. 100	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00
Pan	Sisa	0.00	0.00	0.00	0.00				
Jumlah		2500.00	2500.00	100.00	100.00	677.61	662.78		

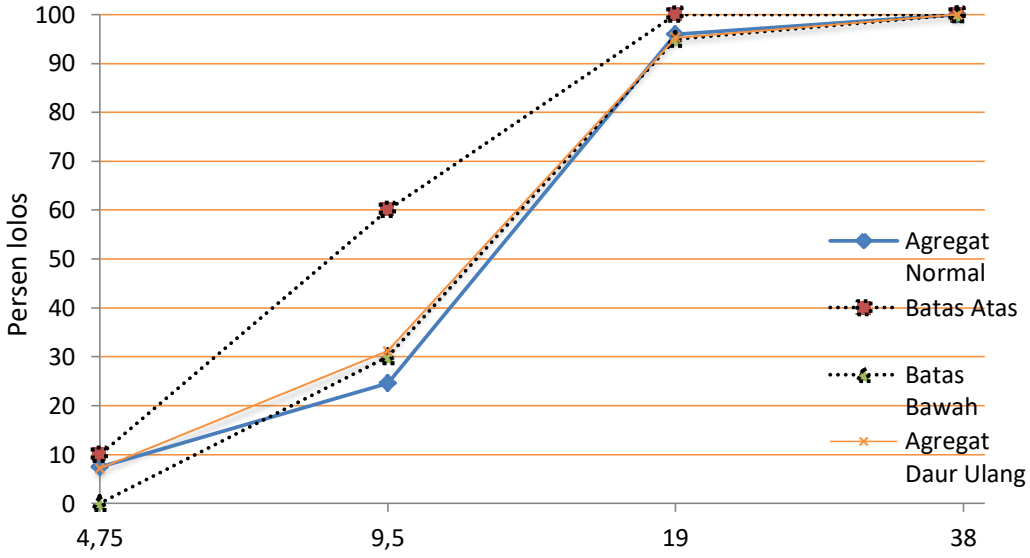
Modulus Halus butir (MBB) $= \frac{\sum \text{Persen komulatif}}{100}$

$= \frac{0.5\ (677.61+662.78)}{100}$

$= 6.702$

SNI 03-2834-2000

Ukuran Saringan	Gradasi Kerikil Ukuran Maks. 20 mm		
	Atas	Hasil	Bawah
37.50	100	100.00	100
19.00	100	95.96	95
9.50	60	25.35	30
4.75	10	8.49	0



Ukuran Saringan (mm)

Diperiksa,
Teknisi Lab. Struktur dan Bahan

Imam Hadiwijaya, ST., MT.
NIP : 19860706 201012 1 004

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 MataramTelp. (0370) 636126 Mataram 83125
Lombok, NTB

Lampiran 1-9. Hasil Pemeriksaan Berat satuan Lepas dan Padat Agregat Kasar Daur Ulang

Lokasi Asal Sampel : Limbah Beton Silinder K 350 di Fakultas Teknik Unram
Lokasi Pengujian : Lobolatorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Unram

Hasil Pemeriksaan Berat Satuan Lepas Agregat Kasar Daur Ulang

Pemeriksaan	Benda Uji		
	I	II	III
Berat Bejana, B1 (gram)	3749	3749	3749
Berat Bejana + Benda Uji, B2 (gram)	10931	10918	10868
Berat Benda Uji, B3 (gram)	7182	7169	7119
Volume Bejana = Volume Benda Uji, V (cm^3)	5023	5023	5023
Berat Isi Lepas = B3/V (gr/cm^3)	1.430	1.427	1.417
Berat Isi Rata-rata	**1.425**		

Hasil Pemeriksaan Berat Satuan Padat Agregat Kasar Daur Ulang

Pemeriksaan	Benda Uji		
	I	II	III
Berat Bejana, B1 (gram)	3749	3749	3749
Berat Bejana + Benda Uji, B2 (gram)	11435	11438	11436.0
Berat Benda Uji, B3 (gram)	7686	7689	7687
Volume Bejana = Volume Benda Uji, V (cm^3)	5023	5023	5023
Berat Isi Padat = B3/V (gr/cm^3)	1.530	1.531	1.530
Berat Isi Rata-rata	**1.530**		

Diperiksa,
Teknisi Lab. Struktur dan Bahan

Imam Hadiwijaya, ST., MT.
NIP : 19860706 201012 1 004

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 MataramTelp. (0370) 636126Mataram 83125
Lombok, NTB

Lampiran 1-10. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar Daur Ulang

Lokasi Asal Sampel : Limbah Beton Silinder K 350 di Fakultas Teknik Unram
Lokasi Pengujian : Lobolatorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Unram

Pemeriksaan	Benda Uji		
	I	II	III
Berat Kerikil Setelah Kering Oven, Bk (gram)	4000	4000	4000
Berat Kerikil Jenuh Kering Muka, Bj (gram)	4141	4156	4156
Berat Kerikil Dalam Air, Ba (gram)	2553	2563	2575
Berat Jenis Bulk (Bk/(Bj-Ba))	2.519	2.511	2.530
Berat Jenis Bulk Rata-rata (gram)	**2.520**		
Berat Jenis SSD (Bj/(Bj-Ba))	2.608	2.609	2.629
Berat Jenis SSD Rata-rata (gram)	**2.615**		
Berat Jenis Semu (Bk/(Bk-Ba))	2.764	2.784	2.807
Berat Jenis Semu Rata-rata (gram)	**2.785**		
Penyerapan ((Bj-Bk)/Bk)x100%	3.525	3.900	3.900
Penyerapan Rata-rata (%)	**3.775**		

Diperiksa,
Teknisi Lab. Struktur dan Bahan

Imam Hadiwijaya, ST., MT.
NIP : 19860706 201012 1 004

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MATARAM
Jln. Majapahit No. 62 MataramTelp. (0370) 636126Mataram 83125
Lombok, NTB

Lampiran 1-11. Hasil Pemeriksaan Analisis Agregat Kasar Daur Ulang

Lokasi Asal Sampel : Limbah Beton Silinder K 350 di Fakultas Teknik Unram
Lokasi Pengujian : Lobolatorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Unram

Benda Uji I							
No. Saringan	**Ukuran Ayakan (mm)**	**Berat Tertahan (gram)**		**Persen Tertinggal (%)**		**Persen Komulatif Tertahan**	
		I	**II**	**I**	**II**	**I**	**II**
1 1/2"	38.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
3.4"	19.00	30.61	0	1.22	0.00	1.22	0.00
3/8"	9.50	1673.3	1713.1	66.93	68.52	68.16	68.52
No. 4	4.75	626.8	635.23	25.07	25.41	93.23	93.93
No. 8	2.36	169.29	151.71	6.77	6.07	100.00	100.00
No. 16	1.18	0	0	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 40	0.43	0	0	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 60	0.30	0	0	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 100	0.15	0	0	0.00	0.00	100.00	100.00
Pan	Sisa	0	0	0.00	0.00		
Jumlah		2500.00	2500.00	100.00	100.00	662.61	662.45

Benda Uji II							
No. Saringan	**Ukuran Ayakan (mm)**	**Berat Tertahan (gram)**		**Persen Tertinggal (%)**		**Persen Komulatif Tertahan**	
		I	**II**	**I**	**II**	**I**	**II**
1 1/2"	38.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
3.4"	19.00	11.39	10.37	0.46	0.41	0.46	0.41
3/8"	9.50	1641.07	1802.7	65.64	72.11	66.10	72.52
No. 4	4.75	673.73	548.1	26.95	21.92	93.05	94.45
No. 8	2.36	173.81	138.86	6.95	5.55	100.00	100.00
No. 16	1.18	0	0	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 40	0.43	0	0	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 60	0.30	0	0	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 100	0.15	0	0	0.00	0.00	100.00	100.00
Pan	Sisa	0	0	0.00	0.00		
Jumlah		2500.00	2500.00	100.00	100.00	659.60	667.38

Benda Uji III							
No. Saringan	**Ukuran Ayakan (mm)**	**Berat Tertahan (gram)**		**Persen Tertinggal (%)**		**Persen Komulatif Tertahan**	
		I	**II**	**I**	**II**	**I**	**II**
1 1/2"	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.4"	19.00	451.65	208.36	18.07	8.33	18.07	8.33
3/8"	9.50	1415.97	1369.00	56.64	54.76	74.70	63.09
No. 4	4.75	477.51	629.58	19.10	25.18	93.81	88.28
No. 8	2.36	154.87	293.06	6.19	11.72	100.00	100.00
No. 16	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 40	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 60	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 100	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
Pan	Sisa	0.00	0.00	0.00	0.00		
Jumlah		2500.00	2500.00	100.00	100.00	686.58	659.71

RATA RATA										
No. Saringan	**Ukuran Ayakan (mm)**	**Berat Tertahan (gram)**		**Persen Tertinggal (%)**		**Persen Komulatif Tertahan**		RATA-RATA PERSEN TERTINGGAL	Komulatif Jumlah Tertahan	Persen Tertahan Ayakan
		I	**II**	**I**	**II**	**I**	**II**			
1 1/2"	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3.4"	19.00	164.55	72.91	6.58	2.92	6.58	2.92	4.75	237.46	95.25
3/8"	9.50	1576.78	1628.24	63.07	65.13	69.65	68.05	64.10	3442.48	31.15
No. 4	4.75	592.68	604.30	23.71	24.17	93.36	92.22	23.94	4639.47	7.21
No. 8	2.36	165.99	194.54	6.64	7.78	100.00	100.00	7.21	5000.00	0.00
No. 16	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	5000.00	0.00
No. 40	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	5000.00	0.00
No. 60	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	5000.00	0.00
No. 100	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	5000.00	0.00
Lolos Ayakan	Sisa	0.00	0.00	0.00	0.00				5000.00	
Jumlah		2500.00	2500.00	100.00	100.00	669.60	663.18		38319.41	

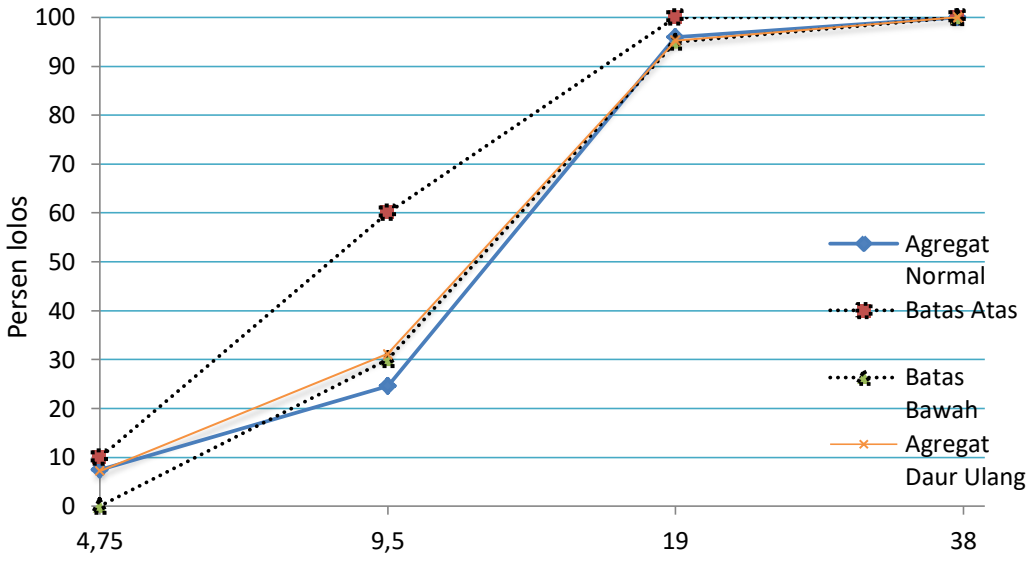
$$\text{Modulus Halus butir (MBB)} = \frac{\sum \text{Persen komulatif}}{100}$$

$$= \frac{0.5\ (669.60+663.18)}{100}$$

$$= 6.664$$

SNI 03-2834-2000

Ukuran Saringan	Gradasi Kerikil Ukuran Maks. 20 mm		
	Atas	Hasil	Bawah
37.50	100	100.00	100
19.00	100	95.25	95
9.50	60	31.15	30
4.75	10	7.21	0



Diperiksa,
Teknisi Lab. Struktur dan Bahan

Imam Hadiwijaya, ST., MT.
NIP : 19860706 201012 1 004

Lampiran 2 Dokumentasi Kegiatan Laboratorium

Proses Heating (pemanasan)

Proses *grinding(*penghancuran) dengan mesin *Los Angels*

Proses perendaman dengan larutan asam sulfat (*acid solvent*)

Proses pemberian getaran

Proses uji tekan dan pembacaan data modulus elastisitas

Alat SEMyang di gunakan di PT.Cipta Mikro Material jenis Quanta 650 thermofisher Amerika

Proses pemotongan beton untuk benda uji SEM

Proses capping beton

LAMPIRAN III KONTRAK PENELITIAN

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MATARAM
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Jl. Pendidikan No.37 Mataram NTB,Tlp.(0370) 641552, 638265
Fax.(0370) 638265, e-mail: lppm@unram.ac.id

KONTRAK PENELITIAN
SUMBER DANA DIPA BLU SKEMA PENELITIAN PASCASARJANA
UNIVERSITAS MATARAM
Tahun Anggaran 2021
Nomor: **2905/UN18.L1/PP/2021**

Pada hari ini **Senin tanggal Tiga bulan Mei tahun Dua Ribu Dua Puluh Satu**, kami yang bertandatangan dibawah ini :

1	Muhamad Ali, Ph.D.	:	**Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Mataram**, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Mataram, berkedudukan di Jl. Pendidikan No. 37 Mataram, untuk selanjutnya disebut PIHAK PERTAMA;
2	NI NYOMAN KENCANAWATI, ST., MT., Ph.D.	:	**Dosen Fakultas Teknik Universitas Mataram**, dalam hal ini bertindak sebagai Ketua Tim Peneliti sesuai Proposal dan SK Rektor Nomor: **4527/UN18/HK/2021**, untuk selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA, selanjutnya disebut PARA PIHAK secara bersama-sama bersepakat untuk mengikatkan diri dalam suatu Kontrak Penelitian DIPA BLU (PNBP) Tahun Anggaran 2021 dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut:

Pasal 1
RUANG LINGKUP KONTRAK DAN TIM PENELITI

(1) PIHAK PERTAMA memberi pekerjaan kepada PIHAK KEDUA dan PIHAK KEDUA menerima pekerjaan dimaksud dari PIHAK PERTAMA, untuk melaksanakan dan menyelesaikan penelitian dengan judul **"Aplikasi Metode Vibratory Added Mixing untuk Meningkatan Mutu Beton dengan Agregat Daur Ulang (Tinjauan Makrostruktur, Mikrostruktur, dan Reliabilitas)".**

(2) Berdasarkan Proposal yang diajukan, nama-nama Tim Peneliti dari PIHAK KEDUA adalah sebagai Berikut
1 NI NYOMAN KENCANAWATI, ST., MT., Ph.D.
2 Dr. Ir. I Dewa Made Alit Karyawan, MT
3 Akmaluddin, ST., M.Sc. (Eng), Ph.D.
4 Hariyadi, ST., M.Sc.(Eng), Dr.Eng.

(3) PIHAK KEDUA bertanggungjawab penuh atas seluruh pelaksanaan, pengadministrasian dan pengelolaan keuangan serta pelaksanaan kegiatan penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1)

Pasal 2
DANA PENELITIAN

(1) Besarnya dana untuk melaksanakan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 adalah sebesar Rp. 17.500.000 (tujuh belas juta lima ratus ribu rupiah) sudah termasuk pajak

(2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan pada DIPA BLU Universitas Mataram Tahun Anggaran 2021.

Pasal 3
TATA CARA PEMBAYARAN DANA PENELITIAN

PIHAK PERTAMA akan membayarkan Dana Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) kepada PIHAK KEDUA secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:

(1) Pembayaran Tahap Pertama sebesar 80% dari total dana penelitian yaitu 80% x Rp 17.500.000 = Rp. 14.000.000 (empat belas juta rupiah), dibayarkan setelah Kontrak di tandatangani PARA PIHAK.

(2) Pembayaran Tahap Kedua sebesar 20% dari total dana penelitian yaitu 20% x Rp 17.500.000 = Rp. 3.500.000 (tiga juta lima ratus ribu rupiah), dibayarkan setelah PIHAK KEDUA menyerahkkan laporan akhir Pelaksanaan Penelitian beserta kelengkapan yang ditetapkan.

Pasal 4
JANGKA WAKTU

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 adalah terhitung sejak Tanggal 3 Mei 2021 dan berakhir pada Tanggal 30 November 2021.

Pasal 5
TARGET LUARAN

(1) PIHAK KEDUA wajib mencapai target luaran wajib dan luaran tambahan penelitian berupa:

No.	Jenis Luaran Penelitian
Luaran Wajib :	
a	Publikasi Ilmiah (Publikasi pada artikel ilmiah yang dimuat dalam jurnal (Accepted pada jurnal nasional ber-ISSN, pengumpulan paling lambat 1 tahun setelah kontrak berakhir), atau Publikasi pada proceding seminar nasional/Internasional)
b	
Luaran Tambahan:	
a	Naskah Akademik
b	

(2) PIHAK KEDUA wajib melaporkan perkembangan pencapaian target luaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada PIHAK PERTAMA

Pasal 6
HAK DAN KEWAJIBAN PARA PIHAK

(1) Hak dan Kewajiban PIHAK PERTAMA
   a PIHAK PERTAMA berhak mendapatkan luaran penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 dari PIHAK KEDUA;
   b PIHAK PERTAMA wajib memberikan dana penelitian kepada PIHAK KEDUA dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) dengan tata cara pembayaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3.

(2) Hak dan Kewajiban PIHAK KEDUA:
   a PIHAK KEDUA berhak menerima dana penelitian dari PIHAK PERTAMA dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1);
   b PIHAK KEDUA wajib menyerahkan Luaran Penelitian dan Buku Catatan Harian Penelitian kepada PIHAK PERTAMA;
   c PIHAK KEDUA wajib bertanggungjawab dalam penggunaan dana penelitian yang diterimanya sesuai dengan proposal kegiatan yang telah disetujui;
   d PIHAK KEDUA wajib menyerahkan laporan penggunaan dana sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) kepada PIHAK PERTAMA.

Pasal 7
LAPORAN PELAKSANAAN PENELITIAN

(1) PIHAK KEDUA wajib menyampaikan kepada PIHAK PERTAMA laporan kemajuan dan laporan akhir mengenai luaran penelitian dan rekapitulasi penggunaan anggaran sesuai dengan jumlah dana yang diberikan oleh PIHAK PERTAMA yang tersusun secara sistematis sesuai pedoman yang ditentukan oleh PIHAK PERTAMA;

(2) PIHAK KEDUA wajib menyampaikan Laporan Akhir sebanyak 1 (Satu) eksemplar paling lambat 30 November 2021, disertai dokumen-dokumen sebagai berikut:
   a Bukti fisik luaran penelitian 1 (Satu) eksemplar;
   b Laporan penggunaan keuangan penelitian 100% 1 (Satu) eksemplar (dijilid);
   c Buku Catatan Harian Penelitian (*BCHP*) sebanyak 1 (Satu) eksemplar (fotocopy) (dijilid); dan
   d Surat Pernyataan Tanggung Jawab Mutlak (SPTJM) dan Surat Pernyataan Tanggung Jawab Belanja (SPTJB) masing-masing sebanyak 1 (satu).
   e Mengupload softfile poin a,c, dan d pada sistem simlitabmas.unram.ac.id

Pasal 8
INTEGRITAS AKADEMIK

(1) Pelaksana penelitian wajib menjunjung tinggi integritas akademik yaitu komitmen dalam bentuk perbuatan yang berdasarkan pada nilai kejujuran, kredibilitas, kewajaran, kehormatan, dan tanggung jawab dalam kegiatan penelitian yang dilaksanakan

(2) Penelitian dilakukan sesuai dengan kerangka etika, hukum dan profesionalitas, serta kewajiban sesuai dengan peraturan yang berlaku.

(3) Penelitian dilakukan dengan menjunjung tinggi standar ketelitian dan integritas tertinggi dalam semua aspek penelitian.

Pasal 9
MONITORING DAN EVALUASI

PIHAK PERTAMA dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2021.

Pasal 10
SANKSI

(1) Apabila batas waktu berakhirnya masa penelitian ini PIHAK KEDUA belum menyerahkan hasil pekerjaan seluruhnya kepada PIHAK PERTAMA, maka PIHAK KEDUA dikenakan denda sebesar 1/1000 (satu permil) setiap hari keterlambatan sampai setinggi-tingginya 5% (lima persen) dari nilai Surat Perjanjian ini terhitung dari tanggal jatuh tempo yang telah ditetapkan (tanggal 1 Desember 2021).

(2) Apabila PIHAK KEDUA tidak menyerahkan laporan hasil penelitian dalam akhir tahun anggaran yang sedang berjalan dan waktu proses pencairan biayanya telah berakhir, maka sisa biaya yang bersangkutan, yang belum sempat dicairkan dinyatakan hangus dan dikembalikan ke BLU Universitas Mataram.

(3) Dalam hal PIHAK KEDUA tidak dapat memenuhi Surat Perjanjian ini hingga tanggal 19 Januari 2022, maka PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterimanya kepada PIHAK PERTAMA untuk selanjutnya disetorkan kembali dan PIHAK KEDUA dikenakan sanksi administratif berupa penghentian pembayaran dan tidak dapat mengajukan proposal penelitian baik sebagai ketua maupun sebagai anggota dalam kurun waktu 2 (dua) tahun berturut-turut.

Pasal 11
PEMBATALAN PERJANJIAN

Apabila dikemudian hari terdapat judul Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran, itikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah dari atau dilakukan oleh PIHAK KEDUA, maka perjanjian Penelitian ini dinyatakan batal dan PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima kepada PIHAK PERTAMA yang selanjutnya akan disetor ke BLU Universitas Mataram.

Pasal 12
PAJAK-PAJAK

Segala sesuatu yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa PPN dan/atau PPh menjadi tanggungjawab PIHAK KEDUA dan harus dibayarkan oleh PIHAK KEDUA ke kantor pelayanan pajak setempat sesuai ketentuan yang berlaku.

Pasal 13
KEKAYAAN INTELEKTUAL

(1) Hak Kekayaan Intelektual yang dihasilkan dari pelaksanaan penelitian diatur dan dikelola sesuai dengan peraturan dan perundang-undangan.
(2) Setiap publikasi, makalah, dan/atau ekspos dalam bentuk apapun yang berkaitan dengan hasil penelitian wajib mencantumkan PIHAK PERTAMA sebagai pemberi dana.
(3) Pencantuman nama PIHAK PERTAMA sebagaimana dimaksud pada ayat (2), paling sedikit mencantumkan nama Universitas Mataram.
(4) Hasil Pelaksanaan Penelitian ini yang berupa peralatan dan/atau alat yang dibeli dari pelaksanaan Penelitian ini adalah milik Negara yang dapat dihibahkan kepada Universitas Mataram sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 14
KEADAAN MEMAKSA

(1) PARA PIHAK dibebaskan dari tanggung jawab atas keterlambatan atau kegagalan dalam memenuhi kewajiban yang dimaksud dalam Kontrak Penelitian disebabkan atau diakibatkan oleh peristiwa atau kejadian diluar kekuasaan PARA PIHAK yang dapat digolongkan sebagai keadaan memaksa (force majeure).
(2) Peristiwa atau kejadian yang dapat digolongkan keadaan memaksa (force majeure) dalam Kontrak Penelitian ini adalah bencana alam, wabah penyakit, kebakaran, perang, blokade, peledakan, sabotase, revolusi, pemberontakan, huru-hara, serta adanya tindakan pemerintah dalam bidang ekonomi dan moneter yang secara nyata berpengaruh terhadap pelaksanaan Kontrak Penelitian ini.
(3) Apabila terjadi keadaan memaksa (force majeure) maka pihak yang mengalami wajib memberitahukan kepada pihak lainnya secara tertulis, selambat-lambatnya dalam waktu 7 (tujuh) hari kerja sejak terjadinya keadaan memaksa (force majeure), disertai dengan bukti-bukti yang sah dari pihak yang berwajib, dan PARA PIHAK dengan itikad baik akan segera membicarakan penyelesaiannya.

Pasal 15
PENYELESAIAN SENGKETA

Apabila terjadi perselisihan antara PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila penyelesaian secara musyawarah dan mufakat tidak tercapai, maka penyelesaian dilakukan melalui jalur hukum, dengan memilih domisili hukum di Pengadilan Negeri Mataram.

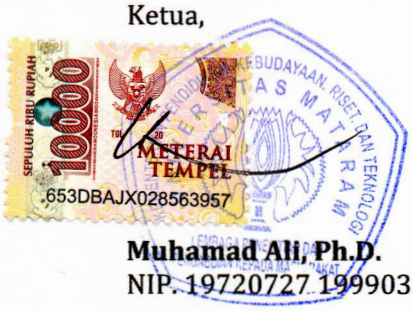
Pasal 16
LAIN-LAIN

(1) PIHAK KEDUA menjamin bahwa penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 belum pernah dibiayai dan/atau diikutsertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri.
(2) Segala sesuatu yang belum diatur dalam Perjanjian ini dan jika dipandang perlu untuk diatur lebih lanjut,akan dilakukan perubahan oleh PARA PIHAK dalam bentuk perjanjian tambahan (adendum) yang akan menjadi satu kesatuan dan merupakan bagian tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh PARA PIHAK pada hari dan tanggal tersebut di atas, dibuat dalam rangkap 2 (dua) dan bermaterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

PIHAK PERTAMA

LPPM Universitas Mataram
Ketua,



Muhamad Ali, Ph.D.
NIP. 19720727 199903 1 002

PIHAK KEDUA

Tim Pelaksana Penelitian
Ketua,

NI NYOMAN KENCANAWATI, ST., MT., Ph.D.
NIP. "197608042000032001

Anggota 1,

1 Dr. Ir. I Dewa Made Alit Karyawan, MT

Anggota 2,

2 Akhmaluddin, ST., M.Sc. (Eng), Ph.D.

Anggota 3,

3 Hariyadi, ST., M.Sc.(Eng), Dr.Eng.

PENELITIAN 3

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN PASCASARJANA

JUDUL PENELITIAN

RELIABILITAS HASIL UJI NON-DESTRUKTIF PADA BEBERAPA TINGKAT KERUSAKAN BETON DENGAN METODE DISTRIBUSI WEIBULL

Oleh:

NI NYOMAN KENCANAWATI, ST., MT., Ph.D. (Ketua)

BUAN ANSHARI, ST., M.Sc.(Eng)., Ph.D. (Anggota)

Hariyadi, ST., M.Sc.(Eng), Dr.Eng. (Anggota)

Dr. Ngudiyono, ST., MT. (Anggota)

KELOMPOK PENELITI BIDANG ILMU

TEKNOLOGI AUDIT DAN REHABILITASI STRUKTUR GEDUNG

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

UNIVERSITAS MATARAM

Tahun 2020

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN PASCASARJANA

1	Judul Penelitian	:	Reliabilitas Hasil Uji Non-Destruktif Pada Beberapa Tingkat Kerusakan Beton Dengan Metode Distribusi Weibull
2	Topik Unggulan	:	Pengembangan Teknologi Dalam Evaluasi/Audit Kondisi Struktur Gedung Eksisting
3	Kelompok Peneliti Bidang Ilmu	:	Teknologi Audit Dan Rehabilitasi Struktur Gedung
4	Ketua Peneliti a. Nama Lengkap b. NIP/NIDN c. Jabatan fungsional d. Fakultas e. Alamat Institusi f. Telepon/Faks/e-mail	:	NI NYOMAN KENCANAWATI, ST., MT., Ph.D. 197608042000032001/0004087602 Lektor Kepala Teknik Sipil / Fakultas Teknik Jl.Majapahit No 62 Mataram
5	Anggota Peneliti	:	1. BUAN ANSHARI, ST., M.Sc.(Eng)., Ph.D. 2. Hariyadi, ST., M.Sc.(Eng), Dr.Eng. 3. Dr. Ngudiyono, ST., MT.
6	Mahasiswa yang terlibat	:	1 Orang
7	Waktu Penelitian	:	6 Bulan
8	Luaran Wajib	:	• Publikasi pada proceding seminar nasional/Internasional.
9	Luaran Tambahan	:	• Naskah Akademik
10	Pembiayaan a. PNBP UNRAM b. Biaya dari Instansi lain c. Biaya dari peneliti sendiri	:	 Rp 17,500,000 Rp 0 Rp 0

Mataram,27-11-2020

Mengetahui
Ketua Kelompok Peneliti Bidang Ilmu

Ni Nyoman Kencanawati, ST.MT., Ph.D.
NIP. 197608042000032001

Menyetujui:
Dekan Fakultas Teknik / Direktur Program Pascasarjana UNRAM

Akmaluddin, ST., MSc (Eng)., Ph.D.
NIP. 196812311994121001

Ketua Peneliti

NI NYOMAN KENCANAWATI, ST., MT., Ph.D.
NIP. 197608042000032001

Mengetahui:
Ketua BP3F/BP2EB Fakultas Teknik / Prodi/ Program Studi Magister

Dr. Nur Kaliwantoro, ST., MT.
NIP. 197210061999031002

Mengetahui
Ketua LPPM UNRAM

Muhamad Ali, S.Pt., M.Si., Ph.D.
NIP. 197207271999031002

copyright_simlitabmas_unram@2020

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS MATARAM
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Jl. Pendidikan No.37 Mataram NTB,Tlp.(0370) 641552, 638265
Fax.(0370) 638265, e-mail: lppm@unram.ac.id

KONTRAK PENELITIAN
SUMBER DANA DIPA BLU SKEMA PENELITIAN TIM PASCASARJANA UNIVERSITAS MATARAM

Tahun Anggaran 2020
Nomor: **2688/UN18.L1/PP/2020**

Pada hari ini **Senin tanggal Empat bulan Mei tahun Dua Ribu Dua Puluh**, kami yang bertandatangan dibawah ini :

1	Muhamad Ali, Ph.D.	:	**Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Mataram**, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Mataram,berkedudukan di Jl. Pendidikan No. 37 Mataram, untuk selanjutnya disebut PIHAK PERTAMA;
2	NI NYOMAN KENCANAWATI, ST., MT., Ph.D.	:	**Dosen Fakultas TEKNIK Universitas Mataram**, dalam hal ini bertindak sebagai Ketua dan anggota Tim Peneliti sesuai Proposal dan SK Rektor Nomor: **3767/UN18/HK/2020**, untuk selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA, selanjutnya disebut PARA PIHAK secara bersama-sama telah sepakat untuk mengikatkan diri dalam suatu Kontrak Penelitian DIPA BLU (PNBP)Tahun Anggaran 2019 dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut:

Pasal 1
RUANG LINGKUP KONTRAK DAN TIM PENELITI

(1) PIHAK PERTAMA memberi pekerjaan kepada PIHAK KEDUA dan PIHAK KEDUA menerima pekerjaan dimaksud dari PIHAK PERTAMA, untuk melaksanakan dan menyelesaikan penelitian dengan judul **"Reliabilitas Hasil Uji Non-Destruktif Pada Beberapa Tingkat Kerusakan Beton Dengan Metode Distribusi Weibull"**.

(2) Berdasarkan Proposal yang diajukan, nama-nama Tim Peneliti dari PIHAK KEDUA adalah sebagai Berikut
1 NI NYOMAN KENCANAWATI, ST., MT., Ph.D.
2 BUAN ANSHARI, ST., M.Sc.(Eng)., Ph.D.
3 Hariyadi, ST., M.Sc.(Eng), Dr.Eng.
4 Dr. Ngudiyono, ST., MT.

(3) PIHAK KEDUA bertanggugjawab penuh atas seluruh pelaksanaan, pengadministrasian dan pengelolaan keuangan serta pelaksanaan kegiatan penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1)

Pasal 2
DANA PENELITIAN

(1) Besarnya dana untuk melaksanakan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pas 1 adalah sebesar Rp. 17.500.000 (tujuh belas juta lima ratus ribu rupiah) sudah terma k pajak

(2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan pada DIPA U Universitas Mataram Tahun Anggaran 2020.

Pasal 3
TATA CARA PEMBAYARAN DANA PENELITIAN

PIHAK PERTAMAakan membayarkan Dana Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pas 2 ayat (1) kepada PIHAK KEDUA secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:

(1) Pembayaran Tahap Pertama sebesar 80% dari total dana penelitian yaitu 80% x p 17.500.000 = Rp. 14.000.000 (empat belas juta rupiah), dibayarkan setelah Kontra li tandatangani PARA PIHAK.

(2) Pembayaran Tahap Kedua sebesar 20% dari total dana penelitian yaitu 20% x p 17.500.000 = Rp. 3.500.000 (tiga juta lima ratus ribu rupiah), dibayarkan setelah PI K KEDUA menyerahkkan laporan akhir Pelaksanaan Penelitian beserta kelengkapan y g ditetapkan.

Pasal 4
JANGKA WAKTU

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 adalah terhit g sejak Tanggal 4 Mei 2020 dan berakhir pada Tanggal 30 November 2020.

Pasal 5
TARGET LUARAN

(1) PIHAK KEDUA wajib mencapai target luaran wajib dan luaran tambahan peneli n berupa:

No.	Jenis Luaran Penelitian
Luaran Wajib :	
a	Publikasi pada proceding seminar nasional/Internasional.
b	
c	
Luaran Wajib :	
a	Naskah Akademik
b	

(2) PIHAK KEDUA wajib melaporkan perkembangan pencapaian target luaran sebagaim a dimaksud pada ayat (1) kepada PIHAK PERTAMA

Pasal 6
HAK DAN KEWAJIBAN PARA PIHAK

(1) Hak dan Kewajiban PIHAK PERTAMA

a PIHAK PERTAMA berhak mendapatkan luaran penelitian sebagaimana dimak d dalam Pasal 5 dari PIHAK KEDUA;

b PIHAK PERTAMA wajib memberikan dana penelitian kepada PIHAK KEDUA den n jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) dengan tata cara pembaya n sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3.

(2) Hak dan Kewajiban PIHAK KEDUA:
   a PIHAK KEDUA berhak menerima dana penelitian dari PIHAK PERTAMA den n jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1);
   b PIHAK KEDUA wajib menyerahkan Luaran Penelitian dan Buku Catatan Ha n Penelitian kepada PIHAK PERTAMA;
   c PIHAK KEDUA wajib bertanggungjawab dalam penggunaan dana penelitian y g diterimanya sesuai dengan proposal kegiatan yang telah disetujui;
   d PIHAK KEDUA wajib menyampaikan laporan penggunaan dana sebagain a dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) kepada PIHAK PERTAMA.

Pasal 7
LAPORAN PELAKSANAAN PENELITIAN

(1) PIHAK KEDUA wajib menyampaikan kepada PIHAK PERTAMA laporan kemajuan n laporan akhir mengenai luaran penelitian dan rekapitulasi penggunaan anggaran se i dengan jumlah dana yang diberikan oleh PIHAK PERTAMAyang tersusun sec a sistematis sesuai pedoman yang ditentukan oleh PIHAK PERTAMA;
(2) PIHAK KEDUA wajib menyampaikan Laporan Akhir sebanyak 4 (empat) eksem r paling lambat 30 November 2020, disertai dokumen-dokumen sebagai berikut:
   a Bukti fisik luaran penelitian;
   b Laporan penggunaan keuangan penelitian 100% 2 (dua) eksemplar (dijilid);
   c Buku Catatan Harian Penelitian (*BCHP*) sebanyak 2 (dua) eksemplar (fotoco) (dijilid); dan
   d file elektronik (format "pdf" dan "doc") Laporan Tahunan/Akhir dan (butir a, b, n c) di atas.

Pasal 8
MONITORING DAN EVALUASI

PIHAK PERTAMA dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Eval i terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2020.

Pasal 9
SANKSI

(1) Apabila batas waktu berakhirnya masa penelitian ini PIHAK KEDUA belum menyerah n hasil pekerjaan seluruhnya kepada PIHAK PERTAMA, maka PIHAK KEDUA dikena n denda sebesar 1/1000 (satu permil) setiap hari keterlambatan sampai setinggi-tinggi a 5% (lima persen) dari nilai Surat Perjanjian initerhitung dari tanggal jatuh tempo y g telah ditetapkan (tanggal 30 November 2020).
(2) Apabila PIHAK KEDUA tidak menyerahkan laporan hasil penelitian dalam akhir ta n anggaran yang sedang berjalan dan waktu proses pencairan biayanya telah berak r, maka sisa biaya yang bersangkutan, yang belum sempat dicairkan dinyatakan hangus n dikembalikan ke BLU Universitas Mataram.
(3) Dalam hal PIHAK KEDUA tidak dapat memenuhi Surat Perjanjian ini hingga tanggal 1 Desember 2020, maka PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang t h diterimanya kepada PIHAK PERTAMA untuk selanjutnya disetorkan kembali dan PI K KEDUA dikenakan sanksi administratif berupa penghentian pembayaran dan tidak da t mengajukan proposal penelitian baik sebagai ketua maupun sebagai anggota da n kurun waktu 2 (dua) tahun berturut-turut.

Pasal 10
PEMBATALAN PERJANJIAN

Apabila dikemudian hari terhadap judul Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasa
ditemukan adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau ditemukan ada
ketidakjujuran, itikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan kaidah iln
dari atau dilakukan oleh PIHAK KEDUA, maka perjanjian Penelitian ini dinyatakan batal
PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima kepada PIH
PERTAMA yang selanjutnya akan disetor ke BLU Universitas Mataram.

Pasal 11
PAJAK-PAJAK

Segala sesuatu yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa PPN dan/atau PPh menj
tanggungjawab PIHAK KEDUA dan harus dibayarkan oleh PIHAK KEDUA ke kantor pelaya
pajak setempat sesuai ketentuan yang berlaku.

Pasal 12
PERALATAN DAN/ALAT HASIL PENELITIAN

Hasil Pelaksanaan Penelitian ini yang berupa peralatan dan/atau alat yang dibeli
pelaksanaan Penelitian ini adalah milik Negara yang dapat dihibahkan kepada Univers
Mataram sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 13
PENYELESAIAN SENGKETA

Apabila terjadi perselisihan antara PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA dalam pelaksan
perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apal
penyelesaian secara musyawarah dan mufakat tidak tercapai, maka penyelesaian dilaku
melalui jalur hukum,dengan memilih domisili hukum di Pengadilan Negeri Mataram.

Pasal 14
LAIN-LAIN

(1) PIHAK KEDUA menjamin bahwa penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud da
Pasal 1 belum pernah dibiayai dan/atau diikutsertakan pada Pendanaan Peneli
lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan,
di dalam maupun di luar negeri.

(2) Segala sesuatu yang belum diatur dalam Perjanjian ini dan jika dipandang perlu un
diatur lebih lanjut,akan dilakukan perubahan oleh PARA PIHAK dalam bentuk perjan
tambahan (adendum) yang akan menjadi satu kesatuan dan merupakan bagian ti
terpisahkan dari Perjanjian ini.

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh PARA PIHAK pada hari dan tanggal tersebu atas, dibuat dalam rangkap 2 (dua) dan bermaterai cukup sesuai dengan ketentuan y berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

PIHAK PERTAMA

LPPM Universitas Mataram
Ketua,

Muhamad Ali, Ph.D.
NIP. 19720727 199903 1 002

PIHAK KEDUA

Tim Pelaksana Penelitian
Ketua,

METERAI TEMPEL
C2A1AHF300947528
6000
ENAM RIBU RUPIAH

NI NYOMAN KENCANAWATI, ST., MT., Ph.D.
NIP. "197608042000032001

Anggota 1,

1 BUAN ANSHARI, ST., M.Sc.(Eng)., Ph.D.
NIP. "197107031998021001

Anggota 2,

2 Hariyadi, ST., M.Sc.(Eng), Dr.Eng.
NIP. "197310271998021001

Anggota 3,

3 Dr. Ngudiyono, ST., MT.
NIP. "197405051999031003

PENELITIAN 4

PENELITIAN PASCASARJANA

LAPORAN HASIL
PENELITIAN INTERNAL UNIVERSITAS MATARAM

Identifikasi Nilai *Charring Rate* Dan *Pyrolysis Zone* Sebagai Alat Investigasi Pasca Bakar Pada Struktur Kayu Laminasi (*Glued-Laminated Timber*)-Kajian Eksperimen dan Analitis

Oleh:

Ketua
Ni Nyoman Kencanawati, ST., MT., Ph.D. -NIDN 0004087602

Anggota
Buan Anshari, ST., MSc (Eng)., Ph.D. -NIDN 0003077104
Jauhar Fajrin, ST., MSc(Eng)., PhD. -NIDN 0007067405
Hariyadi, ST., MSc.(Eng)., Dr.Eng. -NIDN 0027107301

Dibiayai dari Sumber Dana DIPA BLU (PNBP) Universitas Mataram
Tahun Anggaran 2019

KELOMPOK PENELITI BIDANG ILMU
TEKNOLOGI AUDIT DAN REHABILITASI STRUKTUR GEDUNG

PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS MATARAM

TAHUN 2019

HALAMAN PENGESAHAN

1	Judul Penelitian		:	Identifikasi Nilai *Charring Rate* Dan *Pyrolysis Zone* Sebagai Alat Investigasi Pasca Bakar Pada Struktur Kayu Laminasi (*Glued-Laminated Timber*)-Kajian Eksperimen dan Analitis
2	Topik Unggulan		:	Pengembangan Teknologi Dalam Evaluasi/Audit Kondisi Struktur Gedung Eksisting
3	Kelompok Peneliti Bidang Ilmu		:	Teknologi Audit Dan Rehabilitasi Struktur Gedung
4	Ketua Peneliti			
	a.	Nama Lengkap	:	Ni Nyoman Kencanawati, ST., MT., Ph.D.
	b.	NIP	:	107608042000032001
	c.	NIDN	:	0004087602
	d.	Jabatan fungsional	:	Lektor Kepala
	e.	Fakultas/Jurusan	:	Teknik/Teknik Sipil
	f.	Alamat institusi	:	Jl. Majapahit No. 62 Mataram
	g.	Telepon/Faks/e-mail	:	081339357965/-/nkencanawati@unram.ac.id
5	Anggota Peneliti 1		:	Buan Anshari, ST., MSc (Eng)., Ph.D.
	Anggota Peneliti 2		:	Jauhar Fajrin, ST., MSc(Eng)., PhD.
	Anggota Peneliti 3		:	Hariyadi, ST., MSc.(Eng)., Dr.Eng.
6	Mahasiswa yang terlibat		:	Aisya Intan Tijani Putri
7	Waktu Penelitian		:	8 bulan
8	Luaran wajib dan tambahan		:	Wajib: Presentasi Pada Seminar Internasional, *WUICACE #2* 2019, Bali Tambahan: Model Analitis Kapasitas Sisa Struktur Kayu Laminasi Pasca Bakar
6	Pembiayaan			
	a.	PNBP Unram	:	Rp. 17,000,000
	b.	Biaya dari Instansi Iain	:	Rp.-
	c.	Biaya dari Peneliti Sendiri	:	Rp.-

Mataram, 28 Nopember 2019

Mengetahui
Ketua Kelompok Peneliti Bidang Ilmu
Tek. Audit dan Rehabilitasi Str. Gedung

(Ni Nyoman Kencanawati, ST.MT., Ph.D.)
NIP. 197608042000032001

Ketua Peneliti

(Ni Nyoman Kencanawati, ST.MT., Ph.D.)
NIP. 197608042000032001

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik

(Akmaluddin, ST., MSc (Eng)., Ph.D.)
NIP. 196812311994121001

Mengetahui
Ketua BP3E Fakultas Teknik

(Dr. Nur Kaliwantoro, ST., MT.)
NIP. 197210061999031002

Menyetujui
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Mataram

(Muhamad Ali, Ph.D.)
NIP. 197207271999031002

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS MATARAM
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Jl. Pendidikan No.37 Mataram NTB.Tlp.(0370) 641552, 638265
Fax.(0370) 638265, e-mail: lppm@unram.ac.id

KONTRAK PENELITIAN
SUMBER DANA DIPA BLU SKEMA PENELITIAN TIM PASCASARJANA UNIVERSITAS MATARAM

Tahun Anggaran 2019
Nomor: **2515 P/UN18.L1/PP/2019**

Pada hari ini **Kamis tanggal Dua bulan Mei tahun Dua Ribu Sembilan Belas**, kami yang bertandatangan dibawah ini :

1. Muhamad Ali, Ph.D. : **Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Mataram**, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Mataram,berkedudukan di Jl. Pendidikan No. 37 Mataram, untuk selanjutnya disebut PIHAK PERTAMA;

2. Ni Nyoman Kencanawati, ST., MT., Ph.D : **Dosen Fakultas Teknik Universitas Mataram**, dalam hal ini bertindak sebagai Ketua dan anggota Tim Peneliti sesuai Proposal dan SK Rektor **Nomor : 3564/UN18/HK/2019**, untuk selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA, selanjutnya disebut PARA PIHAK secara bersama-sama telah sepakat untuk mengikatkan diri dalam suatu Kontrak Penelitian DIPA BLU (PNBP)Tahun Anggaran 2019 dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut:

Pasal 1
RUANG LINGKUP KONTRAK DAN TIM PENELITI

(1) PIHAK PERTAMA memberi pekerjaan kepada PIHAK KEDUA dan PIHAK KEDUA menerima pekerjaan dimaksud dari PIHAK PERTAMA, untuk melaksanakan dan menyelesaikan penelitian dengan judul "**Idintifikasi Nilai Charring Rate dan Pyrolysis Zone Sebagai Alat Investigasi Pasca Bakar Pada Struktur Kayu Laminasi (Glued-Laminated Timber) Kajian Eksperimen dan Analitis**".

(2) Berdasarkan Proposal yang diajukan, nama-nama Tim Peneliti dari PIHAK KEDUA adalah sebagai Berikut:
   1. Ni Nyoman Kencanawati, ST., MT., Ph.D
   2. Buan Anshari, S.T., M.Sc. (Eng)., Ph.D.
   3. Jauhar Fajrin, ST., M.Sc. (Eng). Ph.D
   4. Dr. Eng. Hariyadi, ST., M.Sc. (Eng)

(3) PIHAK KEDUA bertanggungjawab penuh atas seluruh pelaksanaan, pengadministrasian dan pengelolaan keuangan serta pelaksanaan Program Pengabdian Masyarakat sebagaimana dimaksud pada ayat (1).

Pasal 2
DANA PENELITIAN

(1) Besarnya dana untuk melaksanakan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 adalah sebesar Rp. 17.000.000 (tujuh belas juta rupiah) sudah termasuk pajak.
(2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan pada DIPA BLU Universitas Mataram Tahun Anggaran 2019.

Pasal 3
TATA CARA PEMBAYARAN DANA PENELITIAN

PIHAK PERTAMAakan membayarkan Dana Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) kepada PIHAK KEDUA secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:
(1) Pembayaran Tahap Pertama sebesar 80% dari total dana penelitian yaitu 80% x Rp 17.000.000 = Rp. 13.600.000 (tiga belas juta enam ratus ribu rupiah), dibayarkan setelah Kontrak di tandatangani PARA PIHAK.
(2) Pembayaran Tahap Kedua sebesar 20% dari total dana penelitian yaitu 20% x Rp 17.000.000 = Rp. 3.400.000 (tiga juta empat ratus ribu rupiah), dibayarkan setelah PIHAK KEDUA menyerahkkan laporan akhir Pelaksanaan Penelitian beserta kelengkapan yang ditetapkan.

Pasal 4
JANGKA WAKTU

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 adalah terhitung sejak Tanggal 2 Mei 2019 dan berakhir pada Tanggal 30 November 2019.

Pasal 5
TARGET LUARAN

(1) PIHAK KEDUA wajib mencapai target luaran wajib penelitian berupa:

No.	Jenis Luaran Penelitian	Bukti Fisik
Luaran Wajib:		
a	Publikasi Ilmiah. Atau	Proceding seminar nasional/Internasional.
Luaran Tambahan:		
a	Naskah Akademik	Materi Ajar/Rekomendasi Kebijakan/ Pernyataan pemanfaatan hasil riset oleh mitra atau Masyarakat

(2) PIHAK KEDUA wajib melaporkan perkembangan pencapaian target luaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada PIHAK PERTAMA.

Pasal 6
HAK DAN KEWAJIBAN PARA PIHAK

(1) Hak dan Kewajiban PIHAK PERTAMA:
a. PIHAK PERTAMA berhak mendapatkan luaran penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 dari PIHAK KEDUA;

b. PIHAK PERTAMA wajib memberikan dana penelitian kepada PIHAK KEDUA dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) dengan tata cara pembayaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3.

(2) Hak dan Kewajiban PIHAK KEDUA:

a. PIHAK KEDUA berhak menerima dana penelitian dari PIHAK PERTAMA dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1);
b. PIHAK KEDUA wajib menyerahkan Luaran Penelitian dan Buku Catatan Harian Penelitian kepada PIHAK PERTAMA;
c. PIHAK KEDUA wajib bertanggungjawab dalam penggunaan dana penelitian yang diterimanya sesuai dengan proposal kegiatan yang telah disetujui;
d. PIHAK KEDUA wajib menyampaikan laporan penggunaan dana sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) kepada PIHAK PERTAMA.

Pasal 7
LAPORAN PELAKSANAAN PENELITIAN

(1) PIHAK KEDUA wajib menyampaikan kepada PIHAK PERTAMA laporan kemajuan dan laporan akhir mengenai luaran penelitian dan rekapitulasi penggunaan anggaran sesuai dengan jumlah dana yang diberikan oleh PIHAK PERTAMAyang tersusun secara sistematis sesuai pedoman yang ditentukan oleh PIHAK PERTAMA;

(2) PIHAK KEDUA wajib menyampaikan Laporan Akhir sebanyak 4 (empat) eksemplar paling lambat 30 November 2019, disertai dokumen-dokumen sebagai berikut:

a. Bukti fisik luaran penelitian.
b. Laporan penggunaan keuangan penelitian 100% 2 (dua) eksemplar (dijilid);
c. Buku Catatan Harian Penelitian (*BCHP*) sebanyak 2 (dua) eksemplar (fotocopy) (dijilid); dan
d. file elektronik (format "pdf" dan "doc") Laporan Tahunan/Akhir dan (butir a, b, dan c) di atas.

Pasal 8
MONITORING DAN EVALUASI

PIHAK PERTAMA dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2019.

Pasal 9
SANKSI

(1) Apabila batas waktu berakhirnya masa penelitian ini PIHAK KEDUA belum menyerahkan hasil pekerjaan seluruhnya kepada PIHAK PERTAMA, maka PIHAK KEDUA dikenakan denda sebesar 1/1000 (satu permil) setiap hari keterlambatan sampai setinggi-tingginya 5% (lima persen) dari nilai Surat Perjanjian initerhitung dari tanggal jatuh tempo yang telah ditetapkan (tanggal 30 November 2019).

(2) Apabila PIHAK KEDUA tidak menyerahkan laporan hasil penelitian dalam akhir tahun anggaran yang sedang berjalan dan waktu proses pencairan biayanya telah berakhir, maka sisa biaya yang bersangkutan, yang belum sempat dicairkan dinyatakan hangus dan dikembalikan ke BLU Universitas Mataram.

(3) Dalam hal PIHAK KEDUA tidak dapat memenuhi Surat Perjanjian ini hingga tanggal 31 Desember 2019, maka PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterimanya kepada PIHAK PERTAMA untuk selanjutnya disetorkan kembali dan PIHAK

KEDUA dikenakan sanksi administratif berupa penghentian pembayaran dan tidak dapat mengajukan proposal penelitian baik sebagai ketua maupun sebagai anggota dalam kurun waktu 2 (dua) tahun berturut-turut.

Pasal 10
PEMBATALAN PERJANJIAN

Apabila dikemudian hari terhadap judul Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran, itikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah dari atau dilakukan oleh PIHAK KEDUA, maka perjanjian Penelitian ini dinyatakan batal dan PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima kepada PIHAK PERTAMA yang selanjutnya akan disetor ke BLU Universitas Mataram.

Pasal 11
PAJAK-PAJAK

Segala sesuatu yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa PPN dan/atau PPh menjadi tanggungjawab PIHAK KEDUA dan harus dibayarkan oleh PIHAK KEDUA ke kantor pelayanan pajak setempat sesuai ketentuan yang berlaku.

Pasal 12
PERALATAN DAN/ALAT HASIL PENELITIAN

Hasil Pelaksanaan Penelitian ini yang berupa peralatan dan/atau alat yang dibeli dari pelaksanaan Penelitian ini adalah milik Negara yang dapat dihibahkan kepada Universitas Mataram sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 13
PENYELESAIAN SENGKETA

Apabila terjadi perselisihan antara PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila penyelesaian secara musyawarah dan mufakat tidak tercapai, maka penyelesaian dilakukan melalui jalur hukum,dengan memilih domisili hukum di Pengadilan Negeri Mataram.

Pasal 14
LAIN-LAIN

(1) PIHAK KEDUA menjamin bahwa penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 belum pernah dibiayai dan/atau diikutsertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri.
(2) Segala sesuatu yang belum diatur dalam Perjanjian ini dan jika dipandang perlu untuk diatur lebih lanjut,akan dilakukan perubahan oleh PARA PIHAK dalam bentuk perjanjian tambahan (adendum) yang akan menjadi satu kesatuan dan merupakan bagian tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

rjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh PARA PIHAK pada hari dan tanggal tersebut di atas, buat dalam rangkap 2 (dua) dan bermaterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang asing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

HAK PERTAMA

PM Universitas Mataram
tua,

uhamad Ali, Ph.D.
P. 19720727 199903 1 002

PIHAK KEDUA

Tim Pelaksana Penelitian
Ketua,

Ni Nyoman Kencanawati, ST., MT., Ph.D
NIP. 19760804 200003 2 001

Anggota 1,

1 Buan Anshari, S.T., M.Sc. (Eng)., Ph.D.
NIP. 19710703 199802 1 001

Anggota 2,

2 Jauhar Fajrin, ST., M.Sc. (Eng). Ph.D
NIP. 19740607 199802 1 001

Anggota 3,

3 Dr. Eng. Hariyadi, ST., M.Sc. (Eng)
NIP. 19731027 199802 1 001

PENELITIAN 5

LAPORAN PENELITIAN

Judul Penelitian

ANALISA '*CHARRING RATE*' PADA KAYU AKIBAT TEMPERATUR TINGGI (PENDEKATAN EKSPERIMENT DAN ANALITIS)

Oleh:

Ketua
Ni Nyoman Kencanawati, ST., MT.,Ph.D./ 0004087602

Anggota
Buan Anshari, ST., MSc (Eng)., Ph.D/ 0003077104
I Wayan Sugiartha, ST., MT/0020066907
Aryani Rofaida, ST., MT/ 0029076604
Teti Handayani, ST., MA./ 0020097102

Dibiayai dari Sumber Dana DIPA BLU (PNBP) Universitas Mataram
Tahun Anggaran 2018

KELOMPOK PENELITI BIDANG ILMU
TEKNOLOGI AUDIT DAN REHABILITASI STRUKTUR GEDUNG

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM

TAHUN 2018

HALAMAN PENGESAHAN

1.	Judul Penelitian	Analisa '*Charring Rate*' pada Kayu Akibat Temperatur Tinggi (Pendekatan Eksperiment dan Analitis)
2.	Topik Penelitian	Pengembangan Teknologi Dalam Evaluasi/Audit Kondisi Struktur Gedung Eksisting
3.	Ketua Peneliti a. Nama Lengkap b. NIP c. NIDN d. Jabatan Fungsional e. Fakultas/Jurusan f. Alamat Institusi g. Telp./Faks/e-mail	 Ni Nyoman Kencanawati, ST., MT., Ph.D 107608042000032001 0004087602 Lektor Teknik/Teknik Sipil Jl. Majapahit No. 62 Mataram 081339357965/-/nkencanawati@unram.ac.id
4.	Waktu Penelitian	8 bulan
5.	Pembiayaan a. PNBP b. Biaya dari Instansi Lain	 Rp. 10,000,000 -

Mataram, Oktober 2018

Mengetahui,
Ketua Kelompok Riset
Teknologi Audit dan Rehabilitasi
Struktur Gedung

(Ni Nyoman Kencanawati, ST. MT., Ph.D)
NIP. 197608042000032001

Ketua Peneliti

(Ni Nyoman Kencanawati, ST. MT., Ph.D)
NIP. 197608042000032001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Mataram

(Akmaluddin, ST., MSc (Eng)., Ph.D)
NIP. 196812311994121001

Mengetahui,
Plt. Ketua BPMP3M Fakultas Teknik,
Wakil Dekan Bidang Akademik

(Syahrul, ST, MASc., PhD)
NIP. 196912261994121001

Menyetujui,
Kepala Lembaga Penelitian
Universitas Mataram

(Muhammad Ali, S.Pt., M.Si., Ph.D.)
NIP. 19720727 199903 1 002

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS MATARAM
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Jl. Pendidikan No.37 Mataram NTB,Tlp.(0370) 641552, 638265
Fax.(0370) 638265, e-mail: lppm_unram@yahoo.com

KONTRAK PENELITIAN
SUMBER DANA DIPA BLU UNIVERSITAS MATARAM
Tahun Anggaran 2018
Nomor: 1378.N/UN18.L1/PP/2018

Pada hari ini **Rabu tanggal Dua bulan Mei tahun Dua Ribu Delapan Belas**, kami yang bertandatangan dibawah ini :

1. Muhamad Ali, Ph.D. : **Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Mataram**, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Mataram,berkedudukan di Jl. Pendidikan No. 37 Mataram, untuk selanjutnya disebut PIHAK PERTAMA;

2. Ni Nyoman Kencanawati, ST., MT., Ph.D : **Dosen Fakultas Teknik Universitas Mataram**, dalam hal ini bertindak sebagai Ketua dan anggota Tim Peneliti sesuai Proposal dan SK Rektor **Nomor : 3512/UN18/HK/2018**, untuk selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA, selanjutnya disebut PARA PIHAK secara bersama-sama telah sepakat untuk mengikatkan diri dalam suatu Kontrak Penelitian DIPA BLU (PNBP)Tahun Anggaran 2018 dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut:

Pasal 1
RUANG LINGKUP KONTRAK DAN TIM PENELITI

(1) PIHAK PERTAMA memberi pekerjaan kepada PIHAK KEDUA dan PIHAK KEDUA menerima pekerjaan dimaksud dari PIHAK PERTAMA, untuk melaksanakan dan menyelesaikan penelitian dengan judul "**Analisis "Charring Rate" pada kayu akibat temperatur tinggi (Pendekatan eksperimental dan numerikal)**".

(2) Berdasarkan Proposal yang diajukan, nama-nama Tim Peneliti dari PIHAK KEDUA adalah sebagai Berikut:
1. Ni Nyoman Kencanawati, ST., MT., Ph.D
2. Buan Anshari, ST., M.Sc(Eng)., Ph.D
3. I Wayan Sugiartha, ST., MT
4. Aryani Rofaida, ST., MT
5. Teti Handayani, ST., MA

(3) PIHAK KEDUA bertanggugjawab penuh atas seluruh pelaksanaan, pengadministrasian dan pengelolaan keuangan serta pelaksanaan Program Pengabdian Masyarakat sebagaimana dimaksud pada ayat (1).

Pasal 2
DANA PENELITIAN

(1) Besarnya dana untuk melaksanakan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 adalah sebesar Rp. 10.000.000 (sepuluh juta rupiah) sudah termasuk pajak.
(2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan pada DIPA BLU Universitas Mataram Tahun Anggaran 2018.

Pasal 3
TATA CARA PEMBAYARAN DANA PENELITIAN

PIHAK PERTAMAakan membayarkan Dana Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) kepada PIHAK KEDUA secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:
(1) Pembayaran Tahap Pertama sebesar 80% dari total dana penelitian yaitu 80% x Rp 10.000.000 = Rp. 8.000.000 (delapan juta rupiah), dibayarkan setelah Kontrak di tandatangani PARA PIHAK.
(2) Pembayaran Tahap Kedua sebesar 20% dari total dana penelitian yaitu 20% x Rp 10.000.000 = Rp. 2.000.000 (dua juta rupiah), dibayarkan setelah PIHAK KEDUA menyerahkkan laporan akhir Pelaksanaan Penelitian beserta kelengkapan yang ditetapkan.

Pasal 4
JANGKA WAKTU

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 adalah terhitung sejak Tanggal 2 Mei 2018 dan berakhir pada Tanggal 30 November 2018.

Pasal 5
TARGET LUARAN

(1) PIHAK KEDUA wajib mencapai target luaran wajib penelitian berupa:

No.	Jenis Luaran Penelitian	Bukti Fisik
Luaran Wajib:		
a	Publikasi Ilmiah, Atau	1. Artikel ilmiah yang dimuat dalam jurnal (Accepted pada jurnal nasional ber-ISSN, pengumpulan paling lambat 1 tahun setelah kontrak berakhir) atau, 2. Proceding seminar nasional/Internasional.
b	Buku	Ber-ISBN
Luaran Tambahan:		
a	HAKI	Hak Cipta, Paten, Paten Sederhana
b	Luaran lain	Prototype/Model/Desain/Produk/TTG

(2) PIHAK KEDUA wajib melaporkan perkembangan pencapaian target luaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada PIHAK PERTAMA.

Pasal 6
HAK DAN KEWAJIBAN PARA PIHAK

(1) Hak dan Kewajiban PIHAK PERTAMA:
a. PIHAK PERTAMA berhak mendapatkan luaran penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 dari PIHAK KEDUA;

b. PIHAK PERTAMA wajib memberikan dana penelitian kepada PIHAK KEDUA dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) dengan tata cara pembayaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3.

(2) Hak dan Kewajiban PIHAK KEDUA:

a. PIHAK KEDUA berhak menerima dana penelitian dari PIHAK PERTAMA dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1);
b. PIHAK KEDUA wajib menyerahkan Luaran Penelitian dan Buku Catatan Harian Penelitian kepada PIHAK PERTAMA;
c. PIHAK KEDUA wajib bertanggungjawab dalam penggunaan dana penelitian yang diterimanya sesuai dengan proposal kegiatan yang telah disetujui;
d. PIHAK KEDUA wajib menyampaikan laporan penggunaan dana sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) kepada PIHAK PERTAMA.

Pasal 7
LAPORAN PELAKSANAAN PENELITIAN

(1) PIHAK KEDUA wajib menyampaikan kepada PIHAK PERTAMA laporan kemajuan dan laporan akhir mengenai luaran penelitian dan rekapitulasi penggunaan anggaran sesuai dengan jumlah dana yang diberikan oleh PIHAK PERTAMAyang tersusun secara sistematis sesuai pedoman yang ditentukan oleh PIHAK PERTAMA;

(2) PIHAK KEDUA wajib menyampaikan Laporan Akhir sebanyak 4 (empat) eksemplar paling lambat 30 November 2018, disertai dokumen-dokumen sebagai berikut:

a. Bukti fisik luaran penelitian.
b. Laporan penggunaan keuangan penelitian 100% 2 (dua) eksemplar (dijilid);
c. Buku Catatan Harian Penelitian (*BCHP*) sebanyak 2 (dua) eksemplar (fotocopy) (dijilid); dan
d. file elektronik (format "pdf" dan "doc") Laporan Tahunan/Akhir dan (butir a, b, dan c) di atas.

Pasal 8
MONITORING DAN EVALUASI

PIHAK PERTAMA dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2018.

Pasal 9
SANKSI

(1) Apabila batas waktu berakhirnya masa penelitian ini PIHAK KEDUA belum menyerahkan hasil pekerjaan seluruhnya kepada PIHAK PERTAMA, maka PIHAK KEDUA dikenakan denda sebesar 1/1000 (satu permil) setiap hari keterlambatan sampai setinggi-tingginya 5% (lima persen) dari nilai Surat Perjanjian initerhitung dari tanggal jatuh tempo yang telah ditetapkan (tanggal 30 November 2018).

(2) Apabila PIHAK KEDUA tidak menyerahkan laporan hasil penelitian dalam akhir tahun anggaran yang sedang berjalan dan waktu proses pencairan biayanya telah berakhir, maka sisa biaya yang bersangkutan, yang belum sempat dicairkan dinyatakan hangus dan dikembalikan ke BLU Universitas Mataram.

(3) Dalam hal PIHAK KEDUA tidak dapat memenuhi Surat Perjanjian ini hingga tanggal 31 Desember 2018, maka PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterimanya kepada PIHAK PERTAMA untuk selanjutnya disetorkan kembali dan PIHAK

KEDUA dikenakan sanksi administratif berupa penghentian pembayaran dan tidak dapat mengajukan proposal penelitian baik sebagai ketua maupun sebagai anggota dalam kurun waktu 2 (dua) tahun berturut-turut.

Pasal 10
PEMBATALAN PERJANJIAN

Apabila dikemudian hari terhadap judul Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran, itikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah dari atau dilakukan oleh PIHAK KEDUA, maka perjanjian Penelitian ini dinyatakan batal dan PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima kepada PIHAK PERTAMA yang selanjutnya akan disetor ke BLU Universitas Mataram.

Pasal 11
PAJAK-PAJAK

Segala sesuatu yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa PPN dan/atau PPh menjadi tanggungjawab PIHAK KEDUA dan harus dibayarkan oleh PIHAK KEDUA ke kantor pelayanan pajak setempat sesuai ketentuan yang berlaku.

Pasal 12
PERALATAN DAN/ALAT HASIL PENELITIAN

Hasil Pelaksanaan Penelitian ini yang berupa peralatan dan/atau alat yang dibeli dari pelaksanaan Penelitian ini adalah milik Negara yang dapat dihibahkan kepada Universitas Mataram sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 13
PENYELESAIAN SENGKETA

Apabila terjadi perselisihan antara PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila penyelesaian secara musyawarah dan mufakat tidak tercapai, maka penyelesaian dilakukan melalui jalur hukum,dengan memilih domisili hukum di Pengadilan Negeri Mataram.

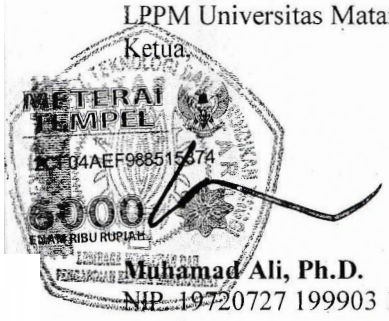
Pasal 14
LAIN-LAIN

(1) PIHAK KEDUA menjamin bahwa penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 belum pernah dibiayai dan/atau diikutsertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri.
(2) Segala sesuatu yang belum diatur dalam Perjanjian ini dan jika dipandang perlu untuk diatur lebih lanjut,akan dilakukan perubahan oleh PARA PIHAK dalam bentuk perjanjian tambahan (adendum) yang akan menjadi satu kesatuan dan merupakan bagian tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh PARA PIHAK pada hari dan tanggal tersebut di atas, dibuat dalam rangkap 2 (dua) dan bermaterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

PIHAK PERTAMA

LPPM Universitas Mataram
Ketua,



Muhamad Ali, Ph.D.
NIP. 19720727 199903 1 002

PIHAK KEDUA

Tim Pelaksana Penelitian
Ketua,

Ni Nyoman Kencanawati, ST., MT., Ph.D
NIP. 19760804 200003 2 001

Anggota 1,

1 Buan Anshari, ST., M.Sc(Eng)., Ph.D
NIP. 19710703 199802 1 001

Anggota 2,

2 I Wayan Sugiartha, ST., MT
NIP. 19690620 199702 1 001

Anggota 3,

3 Aryani Rofaida, ST., MT
NIP. 19660729 199403 2 001

Anggota 4,

4 Teti Handayani, ST., MA
NIP. 19710920 199702 2 001

PENELITIAN 6

LAPORAN HASIL PENELITIAN

PERILAKU STRUKTUR DAN KESERAGAMAN KUALITAS MATERIAL JOIN BALOK-KOLOM BETON MEMADAT SENDIRI

Oleh:

Ni Nyoman Kencanawati, S.T., M.T., Ph.D. / 0004087602
Dr. Eng. Hariyadi, S.T., M.Sc(Eng) / 0027107301
Akmaluddin, S.T., M.Sc(Eng)., Ph.D. / 0031126820
Ir. Suryawan Murtiadi, M.Eng., Ph.D. / 0018075803

Dibiayai dari Sumber Dana DIPA BLU (PNBP) Universitas Mataram
Tahun Anggaran 2017

KELOMPOK PENELITI BIDANG ILMU
TEKNOLOGI AUDIT DAN REHABILITASI STRUKTUR GEDUNG

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS MATARAM

TAHUN 2017

HALAMAN PENGESAHAN

1.	Judul Penelitian	:	Perilaku Struktur Dan Keseragaman Kulaitas Join Balok-Kolom Beton Memadat Sendiri
2.	Topik Unggulan	:	Pengembangan teknologi dalam evaluasi/audit material konstruksi dan bangunan
3.	Kelompok Peneliti Bidang Ilmu	:	Teknologi Audit dan Rehabilitasi Material dan Struktur Gedung
4.	Ketua Peneliti		
	a. Nama Lengkap	:	Ni Nyoman Kencanawati, S.T., M.T., Ph.D.
	b. NIP	:	19760804 200003 2 001
	c. NIDN	:	0004087602
	d. Jabatan Fungsional	:	
	e. Fakultas/Jurusan	:	Program Pascasarjana/Magister Teknik Sipil
	f. Alamat Instansi	:	Jl. Majapahit No. 62 Mataram 83125
	g. Telepon/Fax	:	(0370) 643005/(0370) 636523
5.	Waktu Penelitian	:	8 Bulan
6.	Pembiayaan		
	a. PNBP Unram	:	Rp. 17.000.000,-
	b. Biaya dari institusi lain	:	-
	c. Swadana	:	-

Mataram, 2 Desember 2017

Mengetahui:
Ketua Kelompok Peneliti Bidang Ilmu
Universitas Mataram,

Ni Nym Kencanawati, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19760804 200003 2 001

Ketua Peneliti,

Ni Nym Kencanawati, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19760804 200003 2 001

Mengetahui:
Direktur Program Pascasarjana
Universitas Mataram,

Prof. Ir. I Komang Damar Jaya, M.Sc.Agr., Ph.D.
NIP. 19621231 198703 1 394

Mengetahui:
Ketua Program Studi
Magister Teknik Sipil,

ir. Heri Sulistiyono, M.Eng., Ph.D.
NIP. 19651113 199403 1 001

Menyetujui:
Ketua Lembaga
Penelitian dan Pengabdian Masyarakat

Muhamad Ali, S.Pt., M.Si., Ph.D.
NIP. 19720727 199903 1 002

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS MATARAM
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Jl. Pendidikan No.37 Mataram NTB,Tlp.(0370) 641552, 638265
Fax.(0370) 638265, e-mail: lppm_unram@yahoo.com

KONTRAK PENELITIAN
SUMBER DANA DIPA BLU UNIVERSITAS MATARAM
Tahun Anggaran 2017
Nomor: 755D/UN18/LPPM/2017

Pada hari ini Selasa tanggal Dua bulan Mei tahun Dua Ribu Tujuh Belas, kami yang bertandatangan di bawah ini :

1. Muhamad Ali, Ph.D. : Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Mataram, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Mataram, berkedudukan di Jl. Pendidikan No. 37 Mataram, untuk selanjutnya disebut PIHAK PERTAMA;

2. Ni Nyoman Kencanawati, S.T., M.T., Ph.D : Dosen Program Magister Teknik Sipil Universitas Mataram, dalam hal ini bertindak sebagai Ketua dan anggota Tim Peneliti sesuai Proposal dan SK Rektor Nomor 4074/UN18/HK/2017, untuk selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA, selanjutnya disebut PARA PIHAK secara bersama-sama telah sepakat untuk mengikatkan diri dalam suatu Kontrak Penelitian DIPA BLU (PNBP) Tahun Anggaran 2017 dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut:

Pasal 1
RUANG LINGKUP KONTRAK DAN TIM PENELITI

(1) PIHAK PERTAMA memberi pekerjaan kepada PIHAK KEDUA dan PIHAK KEDUA menerima pekerjaan dimaksud dari PIHAK PERTAMA, untuk melaksanakan dan menyelesaikan penelitian dengan judul "Perilaku Struktur dan Keseragaman Kualitas Material Join Balok-Kolom Beton Memadat Sendiri".

(2) Berdasarkan Proposal yang diajukan, nama-nama Tim Peneliti dari PIHAK KEDUA adalah sebagai Berikut:
   1. Ni Nyoman Kencanawati, S.T., M.T., Ph.D.
   2. Akmaluddin, S.T., M.Sc(Eng)., Ph.D.
   3. Ir. Suryawan Murtiadi, M.Eng., Ph.D.
   4. Dr. Eng. Hariyadi, S.T., M.Sc. (Eng).

(3) PIHAK KEDUA bertanggugjawab penuh atas seluruh pelaksanaan, pengadministrasian dan pengelolaan keuangan serta pelaksanaan Program Pengabdian Masyarakat sebagaimana dimaksud pada ayat (1).

Pasal 2
DANA PENELITIAN

(1) Besarnya dana untuk melaksanakan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 adalah sebesar Rp 17.000.000,- (Tujuh belas juta rupiah) sudah termasuk pajak.
(2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan pada DIPA BLU Universitas Mataram Tahun Anggaran 2017.

Pasal 3
TATA CARA PEMBAYARAN DANA PENELITIAN

PIHAK PERTAMA akan membayarkan Dana Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) kepada PIHAK KEDUA secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:
(1) Pembayaran Tahap Pertama sebesar 80% dari total dana penelitian yaitu 80% x Rp 17.000.000,- = Rp 13.600.000.- *(Tiga belas juta enam ratus ribu rupiah)*, dibayarkan setelah Kontrak di tandatangani PARA PIHAK.
(2) Pembayaran Tahap Kedua sebesar 20% dari total dana penelitian yaitu 20% x Rp 17.000.000,- = Rp 3.400.000.- *(Tiga juta empat ratus ribu rupiah)*, dibayarkan setelah PIHAK KEDUA menyerahkkan laporan akhir Pelaksanaan Penelitian beserta kelengkapan yang ditetapkan.

Pasal 4
JANGKA WAKTU

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 adalah terhitung sejak Tanggal 2 Mei 2017 dan berakhir pada Tanggal 9 Desember 2017.

Pasal 5
TARGET LUARAN

(1) PIHAK KEDUA wajib mencapai target luaran wajib penelitian berupa:

No.	Jenis Luaran Penelitian	Bukti Fisik
Luaran Wajib:		
a	Bahan Ajar	Bahan ajar/draft buku ajar
b	Publikasi Ilmiah	Arikel ilmiah yang dimuat dalam jurnal(mimimum Submitted pada jurnal nasional tidak terakreditasi)/proceding seminar nasional.
Luaran Tambahan:		
a		
b		

(2) PIHAK KEDUA wajib melaporkan perkembangan pencapaian target luaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada PIHAK PERTAMA.

Pasal 6
HAK DAN KEWAJIBAN PARA PIHAK

(1) Hak dan Kewajiban PIHAK PERTAMA:
a. PIHAK PERTAMA berhak mendapatkan luaran penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 dari PIHAK KEDUA:

b. PIHAK PERTAMA wajib memberikan dana penelitian kepada PIHAK KEDUA dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) dengan tata cara pembayaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3.

(2) Hak dan Kewajiban PIHAK KEDUA:

a. PIHAK KEDUA berhak menerima dana penelitian dari PIHAK PERTAMA dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1);
b. PIHAK KEDUA wajib menyerahkan Luaran Penelitian dan Buku Catatan Harian Penelitian kepada PIHAK PERTAMA;
c. PIHAK KEDUA wajib bertanggungjawab dalam penggunaan dana penelitian yang diterimanya sesuai dengan proposal kegiatan yang telah disetujui;
d. PIHAK KEDUA wajib menyampaikan laporan penggunaan dana sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) kepada PIHAK PERTAMA.

Pasal 7
LAPORAN PELAKSANAAN PENELITIAN

(1) PIHAK KEDUA wajib menyampaikan kepada PIHAK PERTAMA laporan kemajuan dan laporan akhir mengenai luaran penelitian dan rekapitulasi penggunaan anggaran sesuai dengan jumlah dana yang diberikan oleh PIHAK PERTAMA yang tersusun secara sistematis sesuai pedoman yang ditentukan oleh PIHAK PERTAMA;

(2) PIHAK KEDUA wajib menyampaikan Laporan Akhir sebanyak 4 (empat) eksemplar paling lambat 9 Desember 2017, disertai dokumen-dokumen sebagai berikut:

a. Bukti fisik luaran penelitian.
b. Laporan penggunaan keuangan penelitian 100% 2 (dua) eksemplar;
c. Buku Catatan Harian Penelitian (*BCHP*) sebanyak 2 (dua) eksemplar (fotocopy); dan
d. Satu keping CD yang berisi file elektronik (format "pdf" dan "doc") Laporan Tahunan/Akhir dan (butir a, b, c, dan d) di atas.

Pasal 8
MONITORING DAN EVALUASI

PIHAK PERTAMA dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2017.

Pasal 9
SANKSI

(1) Apabila batas waktu berakhirnya masa penelitian ini PIHAK KEDUA belum menyerahkan hasil pekerjaan seluruhnya kepada PIHAK PERTAMA, maka PIHAK KEDUA dikenakan denda sebesar 1/1000 (satu permil) setiap hari keterlambatan sampai setinggi-tingginya 5% (lima persen) dari nilai Surat Perjanjian ini terhitung dari tanggal jatuh tempo yang telah ditetapkan (tanggal 9 Desember 2017).

(2) Apabila PIHAK KEDUA tidak menyerahkan laporan hasil penelitian dalam akhir tahun anggaran yang sedang berjalan dan waktu proses pencairan biayanya telah berakhir, maka sisa biaya yang bersangkutan, yang belum sempat dicairkan dinyatakan hangus dan dikembalikan ke BLU Universitas Mataram.

(3) Dalam hal PIHAK KEDUA tidak dapat memenuhi Surat Perjanjian ini hingga tanggal 9 Desember 2017, maka PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterimanya kepada PIHAK PERTAMA untuk selanjutnya disetorkan kembali dan PIHAK

KEDUA dikenakan sanksi administratif berupa penghentian pembayaran dan tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu 2 (dua) tahun berturut-turut.

Pasal 10
PEMBATALAN PERJANJIAN

Apabila dikemudian hari terhadap judul Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidak jujuran, itikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah dari atau dilakukan oleh PIHAK KEDUA, maka perjanjian Penelitian ini dinyatakan batal dan PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima kepada PIHAK PERTAMA yang selanjutnya akan disetor ke BLU Universitas Mataram.

Pasal 11
PAJAK-PAJAK

Segala sesuatu yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa PPN dan/atau PPh menjadi tanggungjawab PIHAK KEDUA dan harus dibayarkan oleh PIHAK KEDUA ke kantor pelayanan pajak setempat sesuai ketentuan yang berlaku.

Pasal 12
PERALATAN DAN/ALAT HASIL PENELITIAN

Hasil Pelaksanaan Penelitian ini yang berupa peralatan dan/atau alat yang dibeli dari pelaksanaan Penelitian ini adalah milik Negara yang dapat dihibahkan kepada Universitas Mataram sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 13
PENYELESAIAN SENGKETA

Apabila terjadi perselisihan antara PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila penyelesaian secara musyawarah dan mufakat tidak tercapai, maka penyelesaian dilakukan melalui jalur hukum, dengan memilih domisili hukum di Pengadilan Negeri Mataram.

Pasal 14
LAIN-LAIN

(1) PIHAK KEDUA menjamin bahwa penelitian dengan judul sebagaimanadimaksud dalam Pasal 1 belum pernah dibiayai dan/atau diikutsertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri.
(2) Segala sesuatu yang belum diatur dalam Perjanjian ini dan jika dipandang perlu untuk diatur lebih lanjut, akan dilakukan perubahan oleh PARA PIHAK dalam bentuk perjanjian tambahan (adendum) yang akan menjadi satu kesatuan dan merupakan bagian tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh PARA PIHAK pada hari dan tanggal tersebut di atas, dibuat dalam rangkap 2 (dua) dan bermaterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

PIHAK PERTAMA

sitas Mataram

Muhamad Ali, Ph.D.
NIP. 19720727 199903 1 002

PIHAK KEDUA

Tim Pelaksana Penelitian
Ketua,

Ni Nyoman Kencanawati, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 19760804 200003 2 001

Anggota 1,

1. Akmaluddin, S.T., M.Sc(Eng)., Ph.D
   NIP. 19681231 199412 1 001

Anggota 2,

2 Ir. Suryawan Murtiadi, M.Eng., Ph.D
NIP. 19580718 199303 1 001

Anggota 3,

3 Dr. Eng. Hariyadi, S.T., M.Sc. (Eng)
NIP. 19731027 199802 1 001

PENELITIAN 7

LAPORAN PENELITIAN

Judul Penelitian

EVALUASI PERUBAHAN KADAR PH BETON MUTU TINGGI DENGAN BAHAN TAMBAH SILIKA PADA TEMPERATUR TINGGI

Oleh:

Ketua

NI NYOMAN KENCANAWATI, ST., MT.,Ph.D./(NIDN. 0004087602)

Anggota

FATMAH MAHMUD ST., MT. /(NIDN. 0009117105)
I NYOMAN MERDANA, ST., MT./(NIDN. 0013096802)
NGUDIYONO, ST., MT./(NIDN. 0005057406)

Dibiayai oleh Sumber Dana PNBP Unram
Tahun Anggaran 2015

KELOMPOK PENELITI BIDANG ILMU
TEKNOLOGI AUDIT DAN REHABILITASI STRUKTUR GEDUNG
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM

TAHUN 2015

HALAMAN PENGESAHAN

1.	Judul Penelitian	Evaluasi perubahan kadar PH beton dengan kandungan bahan tambah silika pada temperatur tinggi
2.	Topik Penelitian	Pengembangan teknologi dalam evaluasi/audit kondisi struktur gedung eksisting,
3.	Ketua Peneliti a. Nama Lengkap b. NIP c. NIDN d. Jabatan Fungsional e. Fakultas/Jurusan f. Alamat Institusi g. Telp./Faks/e-mail	 Ni Nyoman Kencanawati, ST., MT., Ph.D 197608042000032001 0004087602 Lektor Teknik/Teknik Sipil Jl. Majapahit No. 62 Mataram 081339357965/-/nkencanawati@ts.ftunram.ac.id
4.	Waktu Penelitian	8 bulan
5.	Pembiayaan a. PNBP b. Biaya dari Instansi Lain	 Rp. 5,000,000 -

Mataram, Desember 2015

Mengetahui,
Ketua Kelompok Riset
Teknologi Audit dan Rehabilitasi
Struktur Gedung

(Ni Nym Kencanawati, ST., MT., Ph.D)
NIP. 197608042000032001

Ketua Peneliti

(Ni Nym Kencanawati, ST MT PhD)
NIP. 197608042000032001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Mataram

(Yusron Saadi, ST., MSc., Ph.D)
NIP. 196610201994031003

Mengetahui,
Ketua BPMP3M Fakultas Teknik

(Dr. Eng. Hartana, ST., MT.)
NIP. 197403151998031002

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Mataram

(Ir. H. Amiruddin, M.Si)
NIP. 196212311987031024

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS MATARAM
LEMBAGA PENELITIAN
Jl. Pendidikan No.37 Mataram NTB,Tlp.(0370) 641552, 638265
Fax. (0370) 638265, e-mail: lemlit_unram@yahoo.com

SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN PENUGASAN PENELITIAN BAGI DOSEN DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS MATARAM SUMBER DANA DIPA BLU UNIVERSITAS MATARAM TAHUN ANGGARAN 2015

Nomor : 303.P/SP-BLU/UN18.12.2/PL/2015

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **Ir. H. Amiruddin, M.Si**
Jabatan : Ketua Lembaga Penelitian Universitas Mataram
Alamat : Jln. Pendidikan No. 37 Mataram

Bertindak dan untuk atas nama Lembaga Penelitian Universitas Mataram selanjutnya dalam Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini disebut PIHAK PERTAMA;

dan

1. Nama : **Ni Nyoman Kencanawati, ST.,MT**
2. Nama : Fatmah Mahmud, ST.MT.
2. Nama : I Nyoman Merdana, ST.MT.
3. Nama : Ngudiyono, ST.MT
   Alamat : Fakultas Teknik, UNRAM. Jl. Majapahit No. 62 Mataram

Masing-masing bertindak untuk dan atas nama dirinya sendiri serta sekaligus sebagai keseluruhan dalam team kerja yang selanjutnya dalam Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan ini disebut PIHAK KEDUA.

Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini berdasarkan kepada:

1. Keputusan Rektor Universitas Mataram Nomor: 4863/UN18/HK.00.01/2015 tentang Nama-nama dan Judul Penelitian Dosen di Lingkungan Universitas Mataram Tahun Anggaran 2015;
2. Keputusan Pejabat Pembuat Komitmen Universitas Mataram Nomor: 4946/UN18/PPK-BLU/KU/2015 tentang Nama dan Besaran Dana Penelitian Dosen di Lingkungan Universitas Mataram Tahun 2015;
3. Keputusan Rektor Universitas Mataram Nomor: 841/PT21.H/HK.01.06/1994 tentang Pembentukan Lembaga Penelitian UNRAM; dan
4. Keputusan Rektor Universitas Mataram Nomor: 1290/UN18/KP/2012 tentang Pengangkatan Ketua Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat, Ketua Lembaga Penelitian serta Ketua dan Sekretaris Lembaga Pengembangan Pendidikan Universitas Mataram Periode Tahun 2012 – 2016.

Pada hari ini **Senin** tanggal **Empat** bulan **Mei** tahun **dua ribu lima belas** kedua belah pihak telah setuju dan bersepakat untuk mengikatkan diri satu kepada yang lain dalam Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian bagi Dosen di Lingkungan Universitas Mataram, Sumber Dana DIPA BLU Universitas Mataram Tahun Anggaran 2015, dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagaimana diatur dalam pasal-pasal sebagai berikut:

Pasal 1

LINGKUP KEGIATAN

(1) PIHAK PERTAMA memberi tugas kepada PIHAK KEDUA dan PIHAK KEDUA menerima tugas tersebut untuk melaksanakan dan sebagai penanggungjawab pelaksanaan penelitian yang berjudul: **"Evaluasi Perubahan Kadar PH Beton Mutu Tinggi Dengan Bahan Tambah Silika pada Temperatur Tinggi".**

(2) Pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1), mengacu pada Proposal Penelitian yang telah disetujui oleh Lembaga Penelitian Universitas Mataram sebagaimana tercantum dalam lampiran dan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini.

Pasal 2

PEMBIAYAAN

(1) PIHAK PERTAMA memberikan dana untuk kegiatan sebagaimana dimaksud pada pasal 1 sebesar **Rp 5.000.000,- (Lima juta rupiah)** yang dibebankan pada **DIPA BLU Universitas Mataram Tahun Anggaran 2015;**

(2) Pembayaran dana penelitian sebagaimana dimaksud pada pasal 2 ayat (1) oleh PIHAK PERTAMA kepada PIHAK KEDUA dilakukan secara berangsur melalui 2 (dua) tahap sebagai berikut :

a. Tahap pertama **80% x Rp 5.000.000,- = Rp 4.000.000,- (Empat juta rupiah)** setelah Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini ditanda tangani oleh kedua belah pihak;

b. Tahap kedua **20% x Rp 5.000.000,- = Rp. 1.000.000,- (Satu juta rupiah)** setelah PIHAK KEDUA menyerahkan laporan-laporan pelaksanaan kegiatan dan dokumen-dokumen lain sebagaimana disebutkan dalam Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini kepada PIHAK PERTAMA.

Pasal 3

KEWAJIBAN PAJAK

Segala sesuatu yang berkaitan dengan Pajak berupa PPn dan/atau PPh menjadi tanggungjawab PIHAK KEDUA dan harus disetorkan ke Kas Negara sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Pasal 4

JANGKA WAKTU PELAKSANAAN KEGIATAN

Jangka waktu pelaksanaan kegiatan penelitian sampai selesai 100%, terhitung sejak ditandatangani Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini pada tanggal **04 Mei 2015** dan berakhir sampai dengan tanggal **05 Desember 2015.**

Pasal 5

TATA CARA PENGELOLAAN KEUANGAN HIBAH PENELITIAN

(1) Pengelolaan keuangan hibah penelitian dilakukan secara swakelola oleh PIHAK KEDUA dan berpedoman pada prinsip-prinsip pengelolaan *block grant*, yaitu:
   a. Menerapkan prinsip keterbukaan, jujur, demokratis, akuntabel, efektif dan efisien;
   b. Pertanggungjawaban keuangan harus sesuai dengan peraturan yang berlaku;

c. Pembukuan keuangan penelitian harus tersendiri yang tidak disatukan dengan pembukuan keuangan lainnya;
d. Pembukuan keuangan penelitian berisi semua transaksi keuangan menurut urutan tanggal transaksi;
e. Menyusun rekapitulasi penggunaan keuangan, termasuk pajak-pajak yang harus dibayarkan kepada kas Negara, dalam bentuk Laporan Penggunaan Keuangan Penelitian disertai bukti-bukti pembayaran kuitansi yang asli dan syah; dan
f. Laporan Penggunaan Keuangan Penelitian harus ditandatangani oleh PIHAK KEDUA dan diketahui/disyahkan oleh PIHAK PERTAMA.

(2) Laporan Penggunaan Keuangan Penelitian harus disampaikan kepada PIHAK PERTAMA dengan pengaturan sebagai berikut:
a. Laporan penggunaan keuangan penelitian 80% (tahap pertama), yang berisi rekapitulasi dan rincian penggunaannya dalam bentuk *soft copy* format pdf, serta dalam bentuk *hard copy* yang disertai **fotocopy** bukti pembayaran/kuitansi pembayaran yang syah, diserahkan kepada PIHAK PERTAMA sebanyak 3 (tiga) eksemplar selambat-lambatnya **07 September 2015**; dan
b. Laporan penggunaan keuangan penelitian 100%, yang berisi rekapitulasi dan rincian penggunaannya dalam bentuk *soft copy* format pdf, serta dalam bentuk *hard copy* yang disertai bukti pembayaran/kuitansi yang asli dan syah, diserahkan kepada PIHAK PERTAMA sebanyak 3 (tiga) eksemplar (**satu yang asli** dan dua fotocopy) selambat-lambatnya **05 Desember 2015.**

Pasal 6

HAK DAN KEWAJIBAN

(1) Hak dan Kewajiban **PIHAK PERTAMA**

1. Hak **PIHAK PERTAMA**
   a. Memperoleh data dan informasi yang diperoleh dari hasil kegiatan penelitian yang dilaksanakan oleh **PIHAK KEDUA**;
   b. Meminta dan menerima laporan-laporan secara periodik mengenai pelaksanaan kegiatan penelitian yang dilakukan oleh **PIHAK KEDUA**.
2. Kewajiban **PIHAK PERTAMA**
   a. Menyalurkan bantuan dana penelitian kepada **PIHAK KEDUA,** sesuai Pasal 2 Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini;
   b. Mengawasi, memantau dan mengevaluasi kegiatan penelitian yang dilaksanakan oleh **PIHAK KEDUA**.

(2) Hak dan Kewajiban **PIHAK KEDUA**

1. Hak **PIHAK KEDUA** adalah menerima bantuan dana/uang dari **PIHAK PERTAMA** sesuai Pasal 2 Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini dan kesepakatan kedua belah pihak;
2. Kewajiban **PIHAK KEDUA**
   a. Melaksanakan dan menyelesaikan kegiatan sesuai dengan jadual dan batas waktu yang telah ditetapkan dalam Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini;
   b. Bertanggungjawab penuh terhadap pembelanjaan dana/uang bantuan penelitian yang telah diterima dari **PIHAK PERTAMA** sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini dan peraturan perundangan yang berlaku;
   c. Berkewajiban membayar pajak berupa:

1) Pembelian barang dan jasa dikenakan PPn sebesar 10% dan PPh Pasal 22 sebesar 1,5%;
2) Belanja honorarium dikenakan PPh Pasal 21, dengan ketentuan untuk golongan III 5% bagi yang memiliki NPWP dan 6% bagi yang tidak memiliki NPWP, serta untuk golongan IV sebesar 15%;
3) Pajak-pajak lain sesuai ketentuan yang berlaku;

d. Berkewajiban mengembalikan sisa dana/uang yang tidak dibelanjakan kepada PIHAK PERTAMA untuk kemudian disetorkan ke Kas BLU Universitas Mataram;

e. Menyerahkan kepada PIHAK PERTAMA bukti fisik luaran penelitian yang dijanjikan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini;

f. Melaporkan kepada PIHAK PERTAMA tentang perkembangan publikasi artikel ilmiah dan/atau perolehan paten secara berkala pada setiap akhir tahun anggaran berjalan;

g. Mempresentasikan hasil penelitiannya pada seminar yang akan dilaksanakan oleh Lembaga Penelitian Universitas Mataram dan/atau Fakultas/Program Studi dan/atau Program Pascasarjana;

h. Memberikan data, informasi, dan keterangan secara benar dan jujur kepada Tim Monitoring dan Evaluasi (monev) yang berasal dari Lembaga Penelitian Universitas Mataram dan/atau yang ditunjuk oleh PIHAK PERTAMA;

i. Menaati teguran/peringatan tertulis yang disampaikan oleh PIHAK PERTAMA;

j. Membuat Buku Catatan Harian Penelitian (*logbook*) sesuai ketentuan pada Pasal 9 ayat (3) Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan ini; dan

k. Menyampaikan laporan-laporan kepada PIHAK PERTAMA sesuai yang termaktub dalam Pasal 9 Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini.

Pasal 7
LUARAN PENELITIAN

(1) **PIHAK KEDUA** harus menghasilkan luaran penelitian berupa:

No.	Jenis Luaran Penelitian	Bukti Fisik
Luaran Wajib:		
a	Bahan Ajar	Bahan ajar/draft buku ajar
b	Pubiikasi Ilmiah	Arikel ilmiah yang dimuat minimal dalam jurnal lokal/proceding seminar nasional.

(2) Bukti fisik luaran penelitian sebagaimana tercantum pada ayat (1), harus diserahkan oleh PIHAK KEDUA kepada PIHAK PERTAMA selambat-lambatnya **05 Desember 2015**.

(3) Apabila PIHAK KEDUA tidak menyerahkan luaran penelitian sebagaimana disebutkan pada ayat (1) dan ayat (2) kepada PIHAK PERTAMA, maka dikenakan sanksi berupa:
a. PIHAK KEDUA tidak lagi berhak menerima dana penelitian tahap kedua (20%) dari PIHAK PERTAMA, sebagaimana telah disebutkan dalam Pasal 2 ayat (2) butir b. dan dana tersebut akan dikembalikan ke Kas BLU UNRAM; dan

b. PIHAK KEDUA tidak diperkenankan mengajukan usulan penelitian melalui Lembaga Penelitian Universitas Mataram berturut-turut selama 2 (dua) tahun.

Pasal 8
MONITORING

(1) Monitoring dan evaluasi pelaksanaan penelitian dilakukan oleh PIHAK PERTAMA kepada PIHAK KEDUA dan/atau oleh Tim Monitoring dan Evaluasi (Monev) yang ditunjuk oleh PIHAK PERTAMA;
(2) Hasil monitoring menjadi acuan untuk pertimbangan pendanaan bagi usulan penelitian tahun berikutnya.

Pasal 9
PELAPORAN

(1) Laporan terdiri atas:
   a. Laporan Penggunaan Keuangan Penelitian;
   b. Buku Catatan Harian Penelitian (*logbook*); dan
   c. Laporan Penelitian.
(2) Laporan Penggunaan Keuangan Penelitian:
   a. Laporan disusun dengan berpedoman pada prinsip-prinsip pengelolaan *block grant* sebagaimana disebutkan dalam Pasal 5 ayat (1) Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini;
   b. Laporan diserahkan kepada PIHAK PERTAMA sebanyak 3 (tiga) eksemplar;
   c. Waktu penyerahan laporan oleh PIHAK KEDUA kepada PIHAK PERTAMA sebagaimana diatur pada Pasal 5 ayat (2) Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini; dan
   d. Apabila PIHAK KEDUA tidak melakukan sebagaimana disebutkan pada Pasal 9 ayat (2) butir a, b dan c di atas, maka PIHAK PERTAMA berhak memotong 15% dari total dana penelitian PIHAK KEDUA untuk pembayaran pajak yang akan disetorkan ke kas Negara.
(3) Buku Catatan Harian Penelitian (*logbook*):
   a. Disusun berdasarkan tahapan-tahapan pelaksanaan kegiatan penelitian;
   b. Ditulis tangan asli menurut urutan: tanggal dan bulan, nama kegiatan, hasil kegiatan, kendala, dan lain-lain yang dianggap penting;
   c. Buku Catatan Harian Penelitian (*logbook*) tentang perkembangan kegiatan penelitian tahap pertama (80%), diserahkan kepada PIHAK PERTAMA sebanyak 3 (tiga) eksemplar (fotocopy) selambat-lambatnya **07 September 2015**;
   d. Buku Catatan Harian Penelitian (*logbook*) keseluruhan (100%) kegiatan penelitian, diserahkan kepada PIHAK PERTAMA sebanyak 3 (tiga) eksemplar (fotocopy) selambat-lambatnya **05 Desember 2015**, sedangkan *logbook* yang asli disimpan oleh peneliti sebagai dokumen.
(4) Laporan Penelitian:
   a. Disusun berdasarkan hasil pelaksanaan kegiatan penelitian;
   b. Laporan harus menggambarkan tentang keseluruhan proses pelaksanaan kegiatan dan hasil-hasil penelitian yang telah dicapai;
   c. Laporan yang disampaikan harus sesuai dengan proposal yang sudah disetujui oleh PIHAK PERTAMA;
   d. Laporan disusun sesuai dengan format dan sistematika Laporan Penelitian, sebagaimana telah ditentukan dalam buku Panduan Pelaksanaan Penelitian Sumber Dana PNBP dan Swadana Universitas Mataram Edisi III, yang diterbitkan oleh Lembaga Penelitian Universitas Mataram Tahun 2014.
   e. Laporan harus diserahkan oleh PIHAK KEDUA dalam bentuk *hard copy* sebanyak 6 (enam) eksemplar disertai *soft copy*nya (1 keping CD) kepada PIHAK PERTAMA selambat-lambatnya **05 Desember 2015**; dan

f. Penyerahan Laporan Penelitian oleh PIHAK KEDUA kepada PIHAK PERTAMA, harus disertai dengan dokumen lain berupa:
   1) Bukti fisik luaran penelitian, sebagaimana dimaksud pada Pasal 7 Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini;
   2) Laporan penggunaan keuangan penelitian 100%, dalam bentuk *hard copy* sebanyak 3 (tiga) eksemplar (satu yang asli dan dua fotocopy), sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 ayat (2) butir b Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini;
   3) Buku Catatan Harian Penelitian *(logbook) sebanyak 3 (tiga) eksemplar (fotocopy)*, sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (3) butir d Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini; dan
   4) Satu keping CD yang berisi file elektronik (format "pdf") Laporan Penelitian (butir e) dan butir 1), 2), serta 3) di atas.

Pasal 10

PERUBAHAN PENELITIAN

(1). Apabila PIHAK KEDUA, karena satu dan lain hal bermaksud merubah pelaksanaan, judul, jangka waktu, lokasi penelitian, dan/atau Tim Peneliti pada pelaksanaan penelitian yang telah disepakati dalam Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini, maka PIHAK KEDUA harus mengajukan permohonan perubahan tersebut secara tertulis kepada PIHAK PERTAMA.

(2). Perubahan pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 10 ayat (1) di atas, dapat dibenarkan bila telah mendapat persetujuan lebih dahulu secara tertulis dari PIHAK PERTAMA.

(3) Dalam hal Ketua Pelaksana Penelitian tidak dapat menyelesaikan pelaksanaan penelitian ini sepenuhnya, maka PIHAK KEDUA harus menyepakati dan menunjuk penggantinya yang berasal dari anggota tim peneliti yang berkompoten dalam bidang penelitian tersebut atas persetujuan PIHAK PERTAMA.

Pasal 11

HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

(1) Hak Kekayaan Intelektual yang dihasilkan dari pelaksanaan penelitian ini, diatur dan dikelola sesuai dengan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku dan dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk pelaksanaan tridharma perguruan tinggi di Universitas Mataram.

(2) Dalam hal terjadi tuntutan dari pihak lain atas penggunaan suatu teknologi tertentu oleh PIHAK KEDUA dalam rangka pekerjaan berdasarkan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini, maka PIHAK PERTAMA terbebas dari segala tuntutan pihak lain tersebut.

Pasal 12

PERALATAN ILMIAH DAN BARANG INVENTARIS

(1) Peralatan ilmiah dan barang inventaris, pengadaannya dilaksanakan oleh **PIHAK KEDUA**, yang berpedoman pada Peraturan Perundangan yang berlaku.

(2) Semua hasil penelitian berupa peralatan dan/atau barang inventaris yang diperoleh melalui anggaran penelitian ini adalah milik Universitas Mataram yang dapat dihibahkan kepada institusi/lembaga/masyarakat melalui Surat Keterangan Hibah.

Pasal 13

KEADAAN KAHAR *(FORCE MAJEURE)*

(1) Keadaan kahar *(force majeure)* adalah suatu keadaan yang terjadi di luar kehendak kedua belah pihak yang mempengaruhi pelaksanaan Surat Perjanjian ini sehingga pekerjaan yang telah ditentukan dalam Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini menjadi tidak dapat dipenuhi.

(2) Hal-hal yang termasuk keadaan kahar *(force majeure)* sebagaimana tercantum pada ayat (1) Pasal ini adalah peperangan, kerusuhan, revolusi, bencana alam (banjir, gempa bumi, badai, gunung meletus, tanah longsor, wabah penyakit dan angin topan), pemogokan, kebakaran dan gangguan industri lainnya, serta keadaan lainnya sesuai dengan Peraturan Perundangan yang berlaku.

(3) Keterangan tentang kebenaran adanya keadaan kahar *(force majeure)* sebagaimana tercantum pada ayat (1) dan ayat (2) Pasal ini harus dibuat oleh instansi/pejabat yang berwenang.

(4) Apabila terjadi keadaan kahar *(force majeure)* sebagaimana tercantum pada ayat (1) dan ayat (2) Pasal ini, maka PIHAK KEDUA wajib memberikan laporan tertulis kepada PIHAK PERTAMA paling lambat 14 (empat belas) hari kalender.setelah terjadinya keadaan kahar tersebut, untuk kemudian ditindaklanjuti oleh PIHAK PERTAMA.

Pasal 14

S A N K S I

(1) Apabila batas waktu habisnya masa penelitian ini PIHAK KEDUA belum juga menyerahkan hasil pekerjaan seluruhnya kepada PIHAK PERTAMA, maka PIHAK KEDUA dikenakan denda sebesar 1/1000 (satu permil) setiap hari keterlambatan terhitung dari tanggal jatuh tempo yang telah ditetapkan (tanggal 05 Desember 2015) sampai setinggi-tingginya 5% (lima persen) dari nilai Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini.

(2) Apabila PIHAK KEDUA tidak menyerahkan laporan hasil penelitian dalam akhir tahun anggaran yang sedang berjalan dan waktu proses pencairan biayanya telah berakhir, maka sisa biaya yang bersangkutan, yang belum sempat dicairkan dinyatakan hangus dan dikembalikan ke kas BLU UNRAM.

(3) Dalam hal PIHAK KEDUA tidak dapat memenuhi Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini hingga tanggal **15 Desember 2015**, maka PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterimanya kepada PIHAK PERTAMA untuk selanjutnya disetorkan kembali ke Kas BLU UNRAM.

(4) Apabila jangka waktu pelaksanaan kegiatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini tidak dapat dipenuhi, maka untuk selanjutnya PIHAK PERTAMA akan mempertimbangkan usul-usul penelitian berikutnya yang berasal dari PIHAK KEDUA.

(5) Apabila di kemudian hari terbukti bahwa judul penelitian sebagaimana tersebut dalam Pasal 1 terdapat indikasi duplikasi dan/atau ketidak jujuran/itikad kurang baik yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah, maka penelitian tersebut dinyatakan batal dan PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterimanya kepada PIHAK PERTAMA untuk selanjutnya disetor kembali ke Kas BLU UNRAM.

Pasal 15

PERUBAHAN ISI SURAT PERJANJIAN

Perubahan isi Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini dapat dilakukan sesuai kesepakatan kedua belah pihak, yang akan dituangkan dalam suatu Amandemen, yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini.

Pasal 16

PENUTUP

(1) Surat Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini dibuat rangkap 3 (tiga), 2 (dua) rangkap dibubuhi meterai Rp 6.000,- (enam ribu rupiah) yang biaya meterainya dibebankan kepada PIHAK KEDUA.

(2) Hal-hal yang belum diatur dalam Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian ini, akan diatur kemudian oleh kedua belah pihak secara musyawarah.

PIHAK PERTAMA
Lembaga Penelitian UNRAM

METERAI TEMPEL
F5440ADF169317170
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Ir. Amiruddin, M.Si.
NIP. 19621231 198703 1 024

PIHAK KEDUA
Tim Pelaksana Penelitian
Ketua,

Ni Nyoman Kencanawati, ST.,MT.Ph.D.
NIP. 19760804 200003 2 001

Anggota 1,

Fatmah Mahmud, ST.,MT
NIP. 19711109 200012 2 001

Mengetahui :
Rektor Universitas Mataram,

Prof. Ir. Sunarpi, Ph.D
NIP. 19620804 198609 1 001

Anggota 2,

I Nyoman Merdana, ST.,MT
NIP. 19680913 199703 1 001

Anggota 3

Ngudiyono, ST.,MT.
NIP. 19740505 199903 1 003

PENELITIAN 8

LAPORAN HASIL PENELITIAN

UJI TAK MERUSAK (*NON-DESTRUCTIVE TESTING*) PADA BETON DAUR ULANG KUALITAS TINGGI

Oleh:

Ketua
Ni NyomanKencanawati, ST., MT., Ph.D (NIDN. 0004087602)

Anggota
Jauhar Fajrin, ST., MSc(Eng), PhD(NIDN. 0007067405)
BuanAnshari, ST., MSc (Eng)., Ph.D(NIDN. 0003077104)
Akmaluddin, ST., MSc (Eng)., Ph.D(NIDN. 0031126820)
ZainulIrpan, ST

Dibiayai dengan Dana DIPA BLU Universitas Mataram
Tahun Anggaran 2014

KELOMPOK PENELITI BIDANG ILMU
TEKNOLOGI AUDIT DAN REHABILITASI STRUKTUR GEDUNG

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCA SARJANA
LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS MATARAM

TAHUN 2014

HALAMAN PENGESAHAN

1.	Judul Penelitian	Uji tak merusak (*non-destructive testing*) pada beton daur ulang kualitas tinggi.
2.	Topik Unggulan	Pengembangan metode uji merusak (destructive testing) dan uji tak merusak (non-destructive testing) dalam pengevaluasian kondisi material beton
3.	Kelompok Peneliti Bidang Ilmu	Teknologi audit dan rehabilitasi struktur gedung
4.	Ketua Peneliti a. Nama Lengkap b. NIP c. NIDN d. Jabatan Fungsional e. Fakultas/Jurusan f. Alamat Institusi g. Telp./Faks/e-mail	 Ni Nyoman Kencanawati, ST., MT., Ph.D 19760804 200003 2 001 0004087602 Lektor Teknik/Teknik Sipil Jl. Majapahit No. 62 Mataram 081339357965/-/nkencanawati@ts.ftunram.ac.id
5.	Waktu Penelitian	6 bulan
6.	Pembiayaan a. PNBP b. Biaya dari Instansi Lain	 Rp. 15,000,000.00 -

Mataram, 27 Nopember 2014

Mengetahui,
Ketua Kelompok Riset
Teknologi Audit dan Rehabilitasi
Struktur Gedung

(Ni Nyoman Kencanawati, ST. MT., Ph.D)
NIP. 19760804 200003 2 001

Ketua Peneliti

Ni Nyoman Kencanawati, ST., MT., Ph.D
NIP. 19760804 200003 2 001

Mengetahui,
Direktur
Program Pascasarjana
Universitas Mataram

Ir. I Gde Ekaputra Gunartha, M.Agr., Ph.D
NIP. 19570308 198303 1 002

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Mataram

Ir. H. Amiruddin, M.Si.
NIP. 19621231 198703 1 024

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS MATARAM
LEMBAGA PENELITIAN
Jl. Pendidikan No.37 Mataram NTB,Tlp.(0370) 641552, 638265
Fax. (0370) 638265, e-mail: lemlit_unram@yahoo.com

SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN PENUGASAN PENELITIAN BAGI DOSEN DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS MATARAM SUMBER DANA DIPA BLU UNIVERSITAS MATARAM TAHUN ANGGARAN 2014

Nomor : 288.A/SP-BLU/UN18.12.2/PL/2014

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **Ir. H. Amiruddin, M.Si**
Jabatan : Ketua Lembaga Penelitian Universitas Mataram
Alamat : Jln. Pendidikan No. 37 Mataram

Bertindak dan untuk atas nama Lembaga Penelitian Universitas Mataram selanjutnya dalam Surat Perjanjian Penugasan ini di sebut PIHAK PERTAMA;

dan

1. Nama : Ni Nyoman Kencanawati, ST.,MT.,Ph.D.
2. Nama : Jauhar Fajrin, ST.MSc.(Eng).Ph.D.
3. Nama : Buan Anshari, ST.MSc.(Eng).Ph.D.
4. Nama : Akmaluddin, ST.MSc.(Eng).Ph.Ph.D.
5. Nama : Zainul Irpan, ST
   Alamat : Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jln. Majapahit No. 62 Mataram

Masing-masing bertindak untuk dan atas nama dirinya sendiri serta sekaligus sebagai keseluruhan dalam team kerja yang selanjutnya dalam Surat Perjanjian Penugasan ini di sebut PIHAK KEDUA.

Perjanjian Penugasan Penelitian ini berdasarkan kepada:

1. Keputusan Rektor Universitas Mataram Nomor: 6382/UN18/HK.00.01/2014 tentang Nama dan Judul Penelitian Dosen di Lingkungan Universitas Mataram Tahun Anggaran 2014;
2. Keputusan Pejabat Pembuat Komitmen Universitas Mataram Nomor: 6383/UN18/PPK-BLU/KU/2014 tentang Nama dan Besaran Dana Penelitian bagi Dosen di Lingkungan Universitas Mataram Tahun 2014;
3. Keputusan Rektor Universitas Mataram Nomor: 841/PT21.H/HK.01.06/1994 tentang Pembentukan Lembaga Penelitian UNRAM; dan
4. Keputusan Rektor Universitas Mataram Nomor: 1290/UN18/KP/2012 tentang Pengangkatan Ketua Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat, Ketua Lembaga Penelitian serta Ketua dan Sekretaris Lembaga Pengembangan Pendidikan Universitas Mataram Periode Tahun 2012 – 2016.

Pada hari ini **Jumat** tanggal **tiga puluh** bulan **Mei** tahun **dua ribu empat belas** kedua belah pihak telah setuju dan bersepakat untuk mengikatkan diri satu kepada yang lain dalam suatu Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian bagi Dosen di Lingkungan Universitas Mataram, Sumber Dana DIPA BLU Universitas Mataram Tahun Anggaran 2014, dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagaimana diatur dalam pasal-pasal sebagai berikut:

Pasal 1

LINGKUP KEGIATAN

(1) PIHAK PERTAMA memberi tugas kepada PIHAK KEDUA dan PIHAK KEDUA menerima tugas tersebut untuk melaksanakan dan sebagai penanggungjawab pelaksanaan penelitian yang berjudul: **"Uji Tak Merusak (Non-Distructive Testing) Pada Beton Daur Ulang Kualitas Tinggi".**

(2) Pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1), mengacu pada Proposal Penelitian yang telah disetujui oleh Lembaga Penelitian Universitas Mataram sebagaimana tercantum dalam lampiran dan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari surat perjanjian ini.

Pasal 2

PEMBIAYAAN

(1) PIHAK PERTAMA memberikan dana untuk kegiatan sebagaimana dimaksud pada pasal 1 sebesar **Rp. 15.000.000,- (Lima belas juta rupiah)** yang dibebankan pada **DIPA BLU Universitas Mataram Tahun Anggaran 2014;**

(2) Pembayaran dana penelitian sebagaimana dimaksud pada pasal 2 ayat (1) oleh PIHAK PERTAMA kepada PIHAK KEDUA dilakukan secara berangsur melalui 2 (dua) tahap sebagai berikut :

a. Tahap pertama **80% x Rp. 15.000.000,- = Rp. 12.000.000,- (Dua belas juta rupiah)** setelah Surat Perjanjian ini ditanda tangani oleh kedua belah pihak;

b. Tahap kedua **20% x Rp. 15.000.000,- = Rp. 3.000.000,- (Tiga juta rupiah)** setelah PIHAK KEDUA menyerahkan laporan-laporan pelaksanaan kegiatan dan dokumen-dokumen lain sebagaimana disebutkan dalam surat perjanjian penugasan ini kepada PIHAK PERTAMA.

.Pasal 3

KEWAJIBAN PAJAK

Segala sesuatu yang berkaitan dengan Pajak berupa PPn dan/atau PPh menjadi tanggungjawab PIHAK KEDUA dan harus disetorkan ke Kas Negara sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Pasal 4

JANGKA WAKTU PELAKSANAAN KEGIATAN

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sampai selesai 100% ditetapkan selama 6 (enam) bulan kalender, terhitung sejak tanggal **30 Mei 2014** dan berakhir sampai dengan tanggal **29 November 2014.**

Pasal 5

TATA CARA PENGELOLAAN DANA BANTUAN PENELITIAN

(1) Pengelolaan dana bantuan penelitian dilakukan secara swakelola oleh **PIHAK KEDUA** dengan berpedoman pada prinsip-prinsip pengelolaan *block grant*, yaitu:

a. Menerapkan prinsip keterbukaan, jujur, demokratis, akuntabel, efektif dan efisien;

b. Pertanggungjawaban keuangan harus sesuai dengan peraturan yang berlaku;

c. Pembukuan dana bantuan penelitian harus tersendiri yang tidak disatukan dengan pembukuan keuangan lainnya;

d. Pembukuan dana bantuan berisi semua transaksi keuangan menurut urutan tanggal transaksi;

e. Menyusun rekapitulasi penggunaan dana, termasuk pajak-pajak yang harus dibayarkan kepada kas Negara, dalam bentuk Laporan Penggunaan Dana Penelitian disertai bukti-bukti pembayaran kuitansi yang asli dan syah; dan

f. Laporan Penggunaan Dana Penelitian harus ditandatangani oleh PIHAK KEDUA dan diketahui/disyahkan oleh PIHAK PERTAMA.

(2) Laporan Penggunaan Dana Penelitian harus disampaikan kepada PIHAK PERTAMA dengan pengaturan sebagai berikut:

a. Laporan penggunaan dana penelitian 60% (tahap pertama), yang berisi rekapitulasi dan rincian penggunaannya disertai **fotocopy** bukti pembayaran/kuitansi pembayaran yang syah, diserahkan kepada PIHAK PERTAMA sebanyak 3 (tiga) eksemplar selambat-lambatnya **27 Oktober 2014**; dan

b. Laporan penggunaan dana penelitian 100%, yang berisi rekapitulasi dan rincian penggunaannya disertai bukti pembayaran/kuitansi yang **asli dan syah**, diserahkan kepada PIHAK PERTAMA sebanyak 3 (tiga) eksemplar (satu yang aslii dan dua fotocopy) selambat-lambatnya **29 November 2014.**

Pasal 6

HAK DAN KEWAJIBAN

(1) Hak dan Kewajiban PIHAK PERTAMA

1. Hak PIHAK PERTAMA
   a. Memperoleh data dan informasi yang diperoleh dari hasil kegiatan penelitian yang dilaksanakan oleh PIHAK KEDUA;
   b. Meminta dan menerima laporan pelaksanaan kegiatan penelitian yang dilakukan oleh PIHAK KEDUA.
2. Kewajiban PIHAK PERTAMA
   a. Menyalurkan bantuan dana penelitian kepada PIHAK KEDUA, sesuai Pasal 2 di atas;
   b. Mengawasi, memantau dan mengevaluasi kegiatan penelitian yang dilaksanakan oleh PIHAK KEDUA.

(2) Hak dan Kewajiban PIHAK KEDUA

1. Hak PIHAK KEDUA adalah menerima bantuan dana dari PIHAK PERTAMA sesuai dengan Pasal 2 di atas dan kesepakatan kedua belah pihak;
2. Kewajiban PIHAK KEDUA
   a. Melaksanakan dan menyelesaikan kegiatan sesuai dengan jadual dan batas waktu yang telah ditetapkan dalam Perjanjian Penugasan ini;
   b. Bertanggungjawab mutlak terhadap penggunaan dana bantuan penelitian yang telah diterima dari PIHAK PERTAMA sesuai dengan Perjanjian Penugasan ini dan peraturan perundangan yang berlaku;
   c. Berkewajiban membayar pajak berupa:
      1) Pembelian barang dan jasa dikenai PPn sebesar 10% dan PPh Pasal 22 sebesar 1,6%;
      2) Belanja honorarium dikenai PPh Pasal 21, dengan ketentuan untuk golongan III 5% bagi yang memiliki NPWP dan 6% bagi yang tidak memiliki NPWP, serta untuk golongan IV sebesar 15%;
      3) Pajak-pajak lain sesuai ketentuan yang berlaku;
   d. Berkewajiban mengembalikan sisa dana yang tidak dibelanjakan ke Kas Negara;

e. Menyerahkan kepada PIHAK PERTAMA bukti fisik luaran penelitian yang dijanjikan sebagaimana tercantum dalam proposal penelitian yang disetujui, pada akhir tahun penelitian;

f. Melaporkan kepada PIHAK PERTAMA tentang perkembangan publikasi artikel ilmiah dan/atau perolehan paten secara berkala pada setiap semester;

g. Mempresentasikan hasil penelitiannya pada seminar yang akan dilaksanakan oleh Lembaga Penelitian Universitas Mataram dan/atau Fakultas/Program Studi dan/atau Program Pascasarjana;

h. Memberikan data, informasi, dan keterangan secara benar dan jujur kepada Tim Monitoring dan Evaluasi (monev) yang berasal dari Lembaga Penelitian Universitas Mataram dan/atau pihak lain yang ditentukan oleh PIHAK PERTAMA;

i. Menaati teguran/peringatan tertulis yang disampaikan oleh PIHAK PERTAMA;

j. Membuat Buku Catatan Harian Penelitian (BCHP) sesuai ketentuan pada Pasal 7 ayat (3) Perjanjian Penugasan ini; dan

k. Menyampaikan laporan-laporan kepada PIHAK PERTAMA sesuai yang termaktub dalam Pasal 7 Perjanjian Penugasan ini.

Pasal 7
PELAPORAN

(1) Laporan terdiri atas:
   a. Laporan Penggunaan Dana Penelitian;
   b. Buku Catatan Harian Penelitian (BCHP); dan
   c. Laporan Akhir Hasil Penelitian.

(2) Laporan Penggunaan Dana Penelitian:
   a. Laporan disusun dengan berpedoman pada prinsip-prinsip pengelolaan *block grant* sebagaimana disebutkan dalam Pasal 5 ayat (1) Perjanjian Penugasan ini;
   b. Laporan diserahkan kepada PIHAK PERTAMA sebanyak 3 (tiga) eksemplar; dan
   c. Waktu penyerahan laporan oleh PIHAK KEDUA kepada PIHAK PERTAMA sebagaimana diatur pada Pasal 5 ayat (2) Perjanjian Penugasan ini.

(3) Buku Catatan Harian Penelitian (BCHP):
   a. Disusun berdasarkan tahapan-tahapan pelaksanaan kegiatan penelitian;
   b. Ditulis tangan asli menurut urutan: tanggal dan bulan, nama kegiatan, hasil kegiatan, kendala, dan lain-lain yang dianggap penting; dan
   c. Buku Catatan Harian Penelitian (BCHP) wajib disimpan oleh PIHAK KEDUA sebagai bagian dari dokumen penelitian.

(4) Laporan Akhir Hasil Penelitian:
   a. Disusun berdasarkan hasil pelaksanaan kegiatan penelitian;
   b. Laporan harus menggambarkan tentang keseluruhan proses pelaksanaan kegiatan dan hasil-hasil penelitian yang telah dicapai;
   c. Laporan yang disampaikan harus sesuai dengan proposal yang sudah disetujui oleh PIHAK PERTAMA;
   d. Laporan disusun sesuai dengan format yang ditentukan oleh PIHAK PERTAMA, yaitu:
      1) Bentuk/ukuran kertas A4;
      2) Jarak pengetikan 2 spasi;
      3) Warna *cover* (sampul) kuning tua;

4) Di bagian bawah *cover* (sampul) ditulis :

Dibiayai dengan Dana DIPA BLU Universitas Mataram

Tahun Anggaran 2014

e. Laporan Akhir Hasil Penelitian harus diserahkan oleh PIHAK KEDUA kepada PIHAK PERTAMA selambat-lambatnya **tanggal 29 November 2014** yang terdiri atas:

1) Laporan dalam bentuk *hard copy* sebanyak 6 (enam) eksemplar;

2) Salinan/fotocopy artikel ilmiah yang telah dikirimkan ke jurnal ilmiah, disertai bukti kirim ke alamat jurnal dimaksud, sebanyak 2 (dua) eksemplar;

3) Bukti fisik luaran penelitian yang dijanjikan sebagaimana tercantum dalam proposal penelitian yang disetujui;

4) Abstrak penelitian, sebanyak 2 (dua) eksemplar; dan

5) Satu keping CD yang berisi file elektronik (format "pdf") butir (1), (2), (3), dan (4) di atas.

Pasal 8

S A N K S I

(1) Apabila batas waktu habisnya masa Penelitian ini yaitu tanggal **29 November 2014**, PIHAK KEDUA belum menyerahkan hasil pekerjaan seluruhnya yaitu Laporan Penggunaan Dana dan Laporan Akhir Hasil Penelitian, sebagaimana termaktub pada Pasal 5 ayat (2) dan Pasal 7 ayat (2) dan (4) kepada PIHAK PERTAMA, maka PIHAK KEDUA dikenakan denda sebesar 1/1000 (satu permil) setiap hari keterlambatan terhitung dari tanggal jatuh tempo yang telah ditetapkan sampai setinggi-tingginya 5% (lima persen) dari nilai surat perjanjian pelaksanaan penugasan penelitian;

(2) Apabila PIHAK KEDUA belum juga menyerahkan hasil pekerjaan seluruhnya hingga tanggal **08 Desember 2014,** dan waktu proses pencairan dananya telah berakhir, maka sisa dana PIHAK KEDUA yang belum dicairkan dinyatakan hangus dan dikembalikan ke Kas Negara;

(3) Dalam hal PIHAK KEDUA tidak dapat memenuhi Perjanjian Penugasan ini hingga tanggal **31 Desember 2014**, maka PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterimanya kepada PIHAK PERTAMA untuk selanjutnya disetorkan kembali ke Kas Negara;

(4) Apabila waktu penelitian seperti tersebut pada Pasal 4 tidak dapat dipenuhi, maka untuk selanjutnya PIHAK PERTAMA akan mempertimbangkan usul-usul penelitian berikutnya yang berasal dari PIHAK KEDUA;

(5) Apabila di kemudian hari terbukti bahwa judul penelitian sebagaimana dimaksud pada pasal 1 terdapat indikasi duplikasi dengan penelitian lain dan/atau diperoleh indikasi ketidak jujuran/iktikad kurang baik yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah, maka kegiatan penelitian tersebut dinyatakan batal dan PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterimanya kepada PIHAK PERTAMA untuk selanjutnya disetor kembali ke Kas Negara.

Pasal 9

PERUBAHAN ISI PERJANJIAN

Perubahan isi Perjanjian Penugasan ini dapat dilakukan sesuai kesepakatan kedua belah pihak, yang akan dituangkan dalam suatu Amandemen, yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Perjanjian Penugasan ini.

Pasal 10

PENUTUP

(1) Surat Perjanjian Penugasan ini dibuat rangkap 4 (empat), 2 (dua) rangkap dibubuhi meterai Rp. 6.000,- (enam ribu rupiah) yang biaya meterainya dibebankan kepada PIHAK KEDUA;

(2) Hal yang belum diatur dalam Perjanjian Penugasan ini, akan diatur kemudian oleh kedua belah pihak secara musyawarah.

PIHAK PERTAMA

Lembaga Penelitian UNRAM

Ir. H. Amiruddin, M.Si.
NIP. 19621231 198703 1 024

PIHAK KEDUA

Ketua Pelaksana Penelitian,

Ni Nyoman Kencanawati, ST.,MT.,Ph.D
NIP. 19760804 200003 2 001

Anggota 1

Jauhar Fajrin ST.,MSc.(Eng).Ph.D.
NIP. 19740706 199802 1 001

Anggota 2

Buan Anshari, ST.,MSc.(Eng).Ph.D.
NIP. 19710703 199802 1 001

Anggota 3

Akmaluddin, ST.,MSc.(Eng).Ph.D.
NIP. 19681231 199412 1 001

Anggota 4

Zainul Irpan, ST
NIP.