

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI UKURAN *RECYCLED*
COARSE AGGREGATE (RCA) TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT
TARIK BELAH BETON MUTU NORMAL**

(Skripsi)

Oleh

NUR MILA PUTRI

1715011053



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2022

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI UKURAN *RECYCLED COARSE AGGREGATE* (RCA) TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON MUTU NORMAL

Oleh

NUR MILA PUTRI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Program Studi S1 Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI UKURAN *RECYCLED COARSE AGGREGATE (RCA)* TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON MUTU NORMAL

Oleh

NUR MILA PUTRI

Limbah beton yang berserakan dapat menyebabkan dampak buruk bagi lingkungan sekitar. Sehingga harus dilakukan daur ulang agar mengurangi limbah tersebut, salah satunya yaitu sebagai pengganti agregat kasar split dalam campuran beton. Untuk mengetahui kelayakan RCA tersebut harus dilakukan pengujian material serta pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah pada beton dengan menggunakan benda uji silinder berukuran 15 x 30 cm. Pada penelitian ini, material yang digunakan yaitu RCA dengan ukuran maksimum 1 cm, 2 cm, dan 4 cm yang diambil secara acak di sekitar Laboratorium Bahan dan Konstruksi. Diharapkan bahwa beton yang sudah tidak terpakai dapat digunakan kembali dan dapat mengurangi limbah beton yang ada. Hasil pengujian kuat tekan beton 28 hari yang menggunakan split ukuran 1 cm sebesar 28,99 MPa, 2 cm sebesar 28,52 MPa, dan 4 cm sebesar 26,29 MPa. Pada beton RCA umur 28 hari ukuran 1 cm sebesar 28,21 MPa, 2 cm sebesar 27,72 MPa, dan 4 cm sebesar 25,09 MPa. Hasil pengujian kuat tarik belah 28 hari pada beton yang menggunakan split ukuran 1 cm sebesar 3,18 MPa, 2 cm sebesar 2,81 MPa, dan 4 cm sebesar 2,58 MPa. Pada beton RCA umur 28 hari ukuran 1 cm sebesar 2,99 MPa, 2 cm sebesar 2,48 MPa, dan 4 cm sebesar 2,31 MPa. Dari hasil tersebut juga diketahui penurunan hasil pengujian beton RCA terhadap beton split yaitu sebesar 2,69 – 4,56% untuk kuat tekan dan 5,97 – 10,47% untuk kuat tarik belah.

Kata kunci: RCA, ukuran, kuat tekan, kuat tarik belah.

ABSTRACT

THE EXPERIMENTAL STUDY OF RECYCLED COARSE AGGREGATE (RCA) VARIATION OF MEASUREON THE COMPRESSIVE STRENGTH AND SPLITTING TESNSILE STRENGTH OF NORMAL QUALITY CONCRETE

By

NUR MILA PUTRI

Scattered concrete waste can cause adverse effects for the surrounding environment. It must be recycled to reduce the waste, one of which is as a substitute for coarse aggregates of split in concrete mixtures. To find out the feasibility of the RCA must be done material testing as well as testing of compressive strength and tensile strength on concrete using a cylinder test object measuring 15 x 30 cm. In this study, the materials used were RCA with a maximum aggregate size of 1 cm, 2 cm, and 4 cm which were randomly taken around the Materials and Construction Laboratory. It is expected that unused concrete can be reused and can reduce existing concrete waste. The test results of the 28-day compressive strength test using a 1 cm aggregate size split by 28,99 MPa, 2 cm by 28,52 MPa, and 4 cm by 26,29 MPa. On RCA concrete age 28 days size 1 cm by 28,21 MPa, 2 cm by 27,72 MPa, and 4 cm by 25,09 MPa. The test results were a 28-day tensile strength on concrete using split size 1 cm by 3,18 MPa, 2 cm by 2,81 MPa, and 4 cm by 2,58 MPa. On 28-day-old RCA size 1 cm by 2,99 MPa, 2 cm by 2,48 MPa, and 4 cm by 2,31 MPa. From these results, it is also known that the decrease in the results of RCA concrete testing of split concrete is 2,69 – 4,56% for compressive strength and 5,97 – 10,47% for splitting tensile strength.

Keyword: RCA, size, compressive strength, splitting tensile test.

Judul Skripsi : **STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI UKURAN *RECYCLED COARSE AGGREGATE* (RCA) TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON MUTU NORMAL**

Nama Mahasiswa : **Nur Mila Putri**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1715011053

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Ir. Laksmi Irianti, M.T.
NIP 19620408 198903 2 001


Ir. Surya Sebayang, M.T.
NIP 19580124 198703 1 001

2. Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil

3. Ketua Jurusan Teknik Sipil


Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19720829 199802 1 001


Ir. Laksmi Irianti, M.T.
NIP 19620408 198903 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

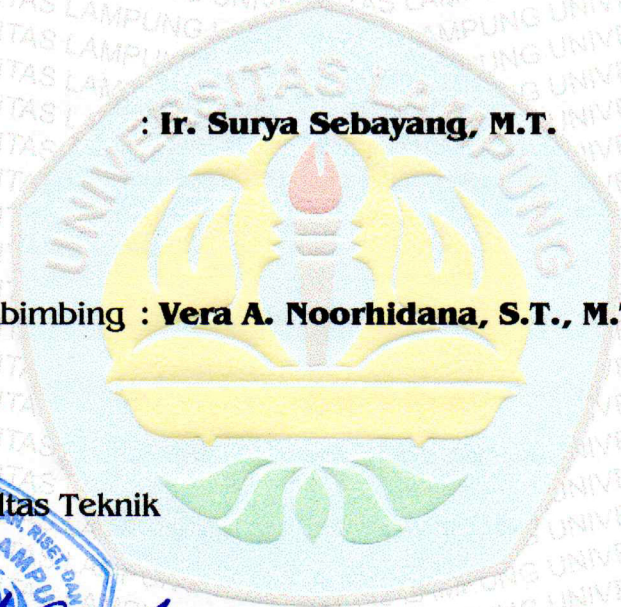
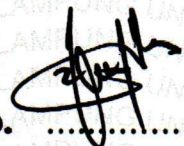
Ketua : Ir. Laksmi Irianti, M.T.



Sekretaris : Ir. Surya Sebayang, M.T.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Vera A. Noorhidana, S.T., M.T., Ph.D.**



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.
NIP 19750928 200112 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 13 April 2022

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Nur Mila Putri**

NPM : 1715011053

Prodi/Jurusan : S1/Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Judul : Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Ukuran *Recycled Coarse Aggregate* (RCA) Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Mutu Normal.

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah ditetapkan. Ide penelitian didapat dari Pembimbing I, oleh karena itu baik atas data penelitian berada pada Saya dan Pembimbing I, Ibu Ir. Laksmi Irianti, M.T.

Apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang berlaku.



Bandar Lampung, 13 April 2022

Nur Mila Putri
NPM 1715011053

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Nur Mila Putri. Penulis dilahirkan di Kota Bengkulu pada tanggal 02 Oktober 1998, sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Ombak Nasution dan Ibu Ratus Ernawati serta memiliki dua orang abang yaitu M. Ridwansyah Nasution dan Rizky Ramadhan Nasution.

Penulis memulai jenjang pendidikan dari Pendidikan Taman Kanak-Kanak di TK Pembina Kota Bengkulu yang diselesaikan pada tahun 2005, Sekolah Dasar di SD Negeri 5 Kota Bengkulu yang diselesaikan pada tahun 2011, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 18 Kota Bengkulu yang diselesaikan pada tahun 2014, dan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 5 Kota Bengkulu yang diselesaikan pada tahun 2017. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung pada tahun 2017 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi anggota Departemen Media Informasi di Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) Universitas Lampung periode 2018/2019. Kemudian menjabat sebagai Sekretaris Divisi Pengembangan Departemen Penelitian dan Pengembangan Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) Universitas Lampung pada periode 2019/2020.

Dalam pengaplikasian ilmu di bidang Teknik Sipil, penulis juga telah melaksanakan Kerja Praktik di PT. Bangun Total Perkasa pada Proyek Pembangunan Gedung C Apartemen DeKost Indonesia Dramaga Riverside, Kota Bogor, pada bulan September-Desember 2020. Penulis telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Jalan Gedang, Kecamatan Gading Cempaka, Kota Bengkulu selama 40 hari pada periode II tahun 2020. Penulis juga menjadi Asisten Dosen untuk mata kuliah Mekanika Bahan pada semester genap tahun akademik 2021/2022.

Selanjutnya, penulis mengambil tugas akhir untuk skripsi pada tahun 2021, dengan judul skripsi Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Ukuran *Recycled Coarse Aggregate* (RCA) Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Mutu Normal.

MOTTO

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(Q.S. Al-Baqarah:286)

“Ridha Allah terdapat dalam ridhanya kedua orangtua dan murka Allah terdapat dalam murkanya kedua orangtua.”

(Hadist Riwayat At-Tirmidzi)

“Jangan menjelaskan dirimu kepada siapapun karena yang menyukaimu tidak butuh itu. Dan yang membencimu tidak percaya itu.”

(Ali bin Abi Thalib)

“Setiap orang memiliki takdirnya masing-masing, tidak perlu membandingkan dirimu dengan orang lain. Karena kesedihanmu hanya kamu yang merasakan dan kebahagiaanmu belum tentu disukai orang lain.”

(Nur Mila Putri)

“Naiklah setinggi mungkin dengan kakimu tanpa harus menjatuhkan orang lain.”

(Unknown)

“*Just go with the flow*”

(Unknown)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, berkat rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Serta Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan bagi kita semua.

Ayah dan Mamak yang telah merawat saya dari kecil hingga sekarang, yang selalu mendoakan, mendukung secara materiil maupun moril, mendengar keluh kesah hingga memberi semangat dan motivasi sehingga saya bisa sampai dititik ini.

Saudaraku, Abang Iwan, Abang Kiki, Ayuk Yeli, serta ponakanku, Azka dan Azia yang selalu memberi semangat, memberi hiburan serta mendoakan sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.

Keluarga besar Nasution yang selalu menyempatkan untuk menghubungi, mendoakan dan menyemangati.

Sahabat serta teman-teman yang telah memberi semangat, mendoakan, serta dengan sukarela mendengar keluh kesah selama ini.

Dosen Pembimbing dan Penguji yang turut andil dalam menyelesaikan skripsi ini.

Almamaterku Universitas Lampung

SANWACANA

Bismillahirrahmanirrohim, Puji syukur saya ucapkan kepada Allah SWT atas rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis diberikan kelancaran dalam menyelesaikan skripsi dengan judul “Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Ukuran *Recycled Coarse Aggregate* (RCA) Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Mutu Normal.” Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian Beton RCA oleh Ir. Laksmi Irianti, M.T. dan Ir. Surya Sebayang, M.T.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
2. Ibu Ir. Laksmi Irianti, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung dan sekaligus sebagai Dosen Pembimbing I saya yang selalu membimbing dan memberi arahan serta motivasi kepada penulis dari awal hingga skripsi ini selesai.
3. Bapak Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
4. Ibu Hasti Riakara Husni, S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik, atas dukungan dan masukan yang membangun sejak awal kuliah kepada penulis.
5. Bapak Ir. Surya Sebayang, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Ibu Vera Agustriana N, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Seluruh Dosen Program Studi S1 Teknik Sipil atas ilmu-ilmu pengetahuan yang diberikan selama masa perkuliahan.

8. Staff dan karyawan Program Studi S1 Teknik Sipil atas segala bantuannya dalam hal administrasi.
9. Ayah dan Mamakku, Ombak Nasution dan Ratumas Ernawati, yang selalu ada untuk mendoakan, memberikan semangat, memotivasi, dan mendukung secara batin maupun materil hingga saat ini.
10. Saudara penulis, Abang Muhammad Ridwansyah Nasution, Abang Rizky Ramadhan Nasution, Mbak Okteri Maryeli serta Ponakan saya Azka Raffasya Nasution dan Azia Kenmarly Nasution, yang selalu mendoakan, memberikan semangat dan keceriaannya hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
11. Keluarga Besar Nasution, Udak Sahrul Nasution dan seluruh keluarga yang selalu menyempatkan untuk memberi doa dan dukungannya kepada penulis.
12. Rekan sepenelitian penulis, Yoleta Tri Putri, atas kerja sama, dukungan, dan diskusi selama penyelesaian skripsi ini.
13. Cicil, Pia, Yolet atas segalanya selama masa perkuliahan.
14. Sahabat saya yang ada di Jatinangor, Osilia Gustiawati dan yang ada di Bengkulu, Tria Hidayati atas doa dan dukungan, tempat berkeluh-kesah dan hiburan selama ini.
15. Teman-teman saya yang ada dimanapun kalian berada, *you know who you are*.
16. Keluarga Besar Teknik Sipil Universitas Lampung serta Angkatan 2017 yang telah membantu dan memberikan warna warni dalam kehidupan perkuliahan ini.
17. Serta pihak-pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, 13 April 2022
Penulis,

Nur Mila Putri
NPM. 1715011053

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Batasan Masalah.....	2
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Beton	4
B. RCA (<i>Recycled Coarse Aggregate</i>)	5
C. Material Penyusun Beton	6
D. Kuat Tekan Beton	8
E. Kuat Tarik Belah Beton	9
F. Penelitian Terdahulu	10
III. METODE PENELITIAN	12
A. Lokasi Penelitian.....	12
B. Benda Uji	13
C. Peralatan dan Bahan Penelitian.....	15
D. Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	17
E. Analisis Data	20
F. Diagram Alir Penelitian	21
IV. DATA HASIL DAN PEMBAHASAN	22
A. Umum.....	22
B. Hasil Pengujian Material.....	22
C. Pelaksanaan Campuran Beton.....	24
D. <i>Workability</i> (Keleccakan)	25
E. Berat Volume Beton.....	26
F. Kuat Tekan Beton	31
G. Kuat Tarik Belah Beton	37
H. Hubungan antara kuat tekan dan kuat tarik belah beton	40

V. KESIMPULAN DAN SARAN	41
A. Kesimpulan	41
B. Saran.....	42

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Gradasi standar agregat kasar.....	6
2. Gradasi standar agregat halus.....	7
3. Data dan jumlah benda uji untuk pengujian 7 hari.	13
4. Data dan jumlah benda uji untuk pengujian 14 hari.	13
5. Data dan jumlah benda uji untuk pengujian 28 hari.	14
6. Hasil pengujian material penyusun beton	23
7. Kebutuhan material campuran beton per 1m ³	24
8. Nilai Slump.	25
9. Berat volume beton pada umur 7 hari.	27
10. Berat volume beton pada umur 14 hari.	28
11. Berat volume beton pada umur 28 hari.	29
12. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 7 hari	33
13. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 14 hari.	33
14. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari.	34
15. Hasil pengujian kuat tarik belah beton umur 7 hari.	37
16. Hasil pengujian kuat tarik belah beton umur 14 hari.	37
17. Hasil pengujian kuat tarik belah beton umur 28 hari.	38
18. Perbandingan nilai kuat tarik belah terhadap akar kuadrat kuat tekan beton.	40
19. Persentase perbandingan kuat tekan dan tarik belah beton.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kuat tekan beton	9
2. Kuat tarik belah beton	9
3. Diagram alir penelitian	21
4. Hubungan antara variasi ukuran agregat dan nilai <i>slump</i>	26
5. Hubungan antara berat volume beton terhadap variasi ukuran agregat....	30
6. Tipe pola retak ASTM C39/C 39M-05	31
7. Tipe pola retak yang terjadi pada pengujian kuat tekan	32
8. Hubungan antara nilai kuat tekan beton dengan variasi ukuran agregat..	34
9. Hubungan antara nilai kuat tekan terhadap umur beton	36
10. Hubungan antara nilai kuat tarik belah beton dengan variasi ukuran agregat.....	38
11. Hubungan antara nilai kuat tarik belah terhadap umur beton	39

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam dunia konstruksi, beton merupakan bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi antara agregat dan pengikat semen. Beton digunakan hampir pada setiap konstruksi yang ada seperti bangunan perumahan, kantor, gedung bertingkat, jalan, jalan layang, dan sebagainya. Dalam pengembangannya telah banyak ditemukan beton baru hasil modifikasi, salah satunya yaitu beton *recycle*. Beton *recycle* atau beton daur ulang merupakan beton yang menggunakan bahan penyusun agregat kasar dari limbah beton yang sudah tidak digunakan lagi.

Limbah beton sering terbuang begitu saja dan tidak dilakukan daur ulang sama sekali sehingga seringkali hilang tertimbun tanah atau bahkan hanya berserakan di lingkungan sekitar tanpa memikirkan dampak yang akan ditimbulkan akibat hal tersebut. Menurunkan ketergantungan pada agregat alami dengan memanfaatkan limbah beton adalah salah satu cara pelestarian lingkungan dalam bidang konstruksi yaitu dengan melakukan daur ulang beton (*recycled concrete*), sehingga sedikitnya dapat mengurangi penggunaan berlebihan agregat alami (Maskura Sadila, 2019). Penggunaan material alami secara terus menerus dapat menyebabkan harga material yang semakin mahal. Terutama agregat kasar atau kerikil yang hampir 78% menjadi bahan pengisi utama campuran beton (Astanto, 2001 dalam Handy Febriyanto 2010:2).

Pada penelitian ini akan menggunakan limbah beton yang terdapat di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Lampung sebagai bahan pengganti agregat kasar pada campuran beton. Hal ini dikarenakan banyaknya limbah bekas dari pengujian beton yang sudah tidak terpakai menyebabkan lingkungan disekitar laboratorium dipenuhi oleh

limbah beton tersebut. Sehingga, pada penelitian ini diharapkan bahwa beton-beton yang sudah tidak terpakai dapat digunakan kembali agar dapat mengurangi limbah beton yang ada.

Oleh karena itu, akan dilakukan penelitian mengenai “Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Ukuran *Recycled Coarse Aggregate* (RCA) terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Normal”.

B. Rumusan Masalah

Karena keterbatasan waktu dan kemampuan mahasiswa dalam penelitian maka penelitian ini hanya akan membahas mengenai:

1. Bagaimana nilai berat volume beton yang menggunakan RCA terhadap beton yang menggunakan split?
2. Bagaimana pengaruh variasi ukuran RCA (*Recycled Coarse Aggregate*) terhadap kuat tekan beton mutu normal?
3. Bagaimana pengaruh variasi ukuran RCA (*Recycled Coarse Aggregate*) terhadap kuat tarik belah beton mutu normal?
4. Bagaimana nilai kuat tekan dan kuat tarik belah terhadap faktor umur beton?

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Perhitungan campuran beton pada *Mix Design* berdasarkan metode *ACI (American Concrete Institute) Committee 211.1-91*.
2. Limbah beton sebagai agregat kasar pada beton *recycle* diambil dari sisa sampel pengujian beton yang tidak terpakai pada Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Lampung dengan ukuran maksimum agregat kasar *recycle* sebesar 1 cm, 2 cm, dan 4 cm.
3. Agregat kasar batu pecah dengan ukuran maksimum sebesar 1 cm, 2 cm, dan 4 cm.
4. Kuat tekan rencana beton $f_c' = 25$ MPa

5. Semen yang dipakai yaitu semen PCC (*Portland Composite Cement*) dengan merk Semen Padang.
6. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton dilakukan pada saat umur beton 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.
7. Benda uji beton yang digunakan pada pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm.
8. Pada pengujian material menggunakan standar ASTM (*American Society for Testing and Material*) sedangkan untuk pengujian beton berdasarkan standar SNI (Standar Nasional Indonesia).
9. Benda uji untuk setiap variasi beton adalah 3 sampel.
10. Alat uji yang digunakan pada penelitian ini yaitu alat CTM (*Compression Testing Machine*).

D. Tujuan Penelitian

Adapun beberapa tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi ukuran RCA (*Recycled Coarse Aggregate*) terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton mutu normal.
2. Mengetahui berat volume beton yang menggunakan RCA terhadap beton yang menggunakan split.
3. Mengetahui nilai kuat tekan dan tarik belah terhadap faktor umur beton.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang bisa diambil dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan mengenai pengaruh variasi ukuran RCA (*Recycled Coarse Aggregate*) terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton mutu normal.
2. Diharapkan limbah beton yang tidak terpakai di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Universitas Lampung dapat dimanfaatkan kembali sebagai bahan campuran beton.
3. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Beton

Beton sebagai bahan bangunan sudah sangat dikenal di Indonesia. Beton adalah campuran antara agregat kasar, agregat halus, semen hidraulik atau semen *portland* dan air. Dalam membuat campuran beton, bahan-bahan yang akan digunakan sangat harus diperhatikan karena dapat mempengaruhi kekuatan beton. Beton memiliki berbagai macam jenis, salah satunya yaitu beton normal.

Beton normal adalah beton yang menggunakan pasir sebagai agregat halusnya dan batu pecah sebagai agregat kasar sehingga berat jenis beton yang didapatkan antara $2200 \text{ kg/m}^3 - 2500 \text{ kg/m}^3$ (SNI 03-2847-2002) dengan kuat tekan beton antara 15-40 MPa. Beton jenis ini paling banyak digunakan pada proyek dengan beban yang relatif kecil dan sedang seperti rumah tinggal, sekolah, kantor, ruko, dan lainnya.

Berbeda dengan beton normal yang menggunakan batu pecah, beton daur ulang adalah beton yang menggunakan agregat dari beton yang tidak digunakan lagi, dibuang tulangnya dan dihancurkan dalam ukuran dan gradasi yang lebih spesifik. Proses produksi agregat daur ulang hampir sama dengan agregat alami. Perbedaannya hanya terdapat pada proses pemisahan agregat dari komponen yang tidak diinginkan seperti besi tulangan, kayu, kertas, dan sebagainya.

Berikut ini kekurangan dan kelebihan beton menurut Nugraha P (2007), yaitu sebagai berikut:

1. Kelemahan
 - a. Kuat tariknya rendah meskipun kuat tekannya besar.
 - b. Kualitas tergantung dengan cara pengerjaan dilapangan.

- c. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
 - d. Bentuk yang telah dibuat, sulit dirubah.
2. Kelebihan
- a. Bahan-bahan penyusun campuran beton mudah didapatkan.
 - b. Biaya pemeliharaan yang murah.
 - c. Dapat menahan beban yang berat.
 - d. Mudah dibentuk atau dicetak sesuai kebutuhan.
 - e. Tahan terhadap temperatur tinggi.

B. RCA (*Recycled Coarse Aggregate*)

RCA (*Recycled Coarse Aggregate*) atau agregat kasar daur ulang merupakan bahan penyusun beton yang menggunakan agregat daur ulang sebagai agregat kasar dalam komposisi pembentuknya. Limbah beton ini dihancurkan menjadi butiran agregat kasar dan diayak menggunakan saringan sesuai dengan ukuran yang akan digunakan. RCA atau agregat kasar daur ulang memiliki kandungan mortar rata-rata sebesar 25-45% dan 70-100% untuk agregat halus (Bardosono & Herbudiman, 2010).

Kandungan mortar tersebut mengakibatkan berat jenis agregat kasar daur ulang menjadi lebih kecil sehingga kekerasannya akan berkurang dan unsur kimia yang lebih mudah masuk dan merusak. Kualitas yang terjadi antara beton yang menggunakan agregat kasar daur ulang dengan beton yang menggunakan agregat alami cenderung akan berbeda, kualitas agregat daur ulang tersebut tentunya telah berkurang.

Workability RCA (*Recycled Coarse Aggregate*) atau limbah beton secara signifikan lebih buruk dibandingkan material lainnya. Beberapa perbedaan kualitas yang terjadi pada RCA dapat berupa sifat-sifat fisik maupun kimia menyebabkan perbedaan sifat-sifat material beton yang dihasilkan.

C. Material Penyusun Beton

Dalam pembuatan beton terdapat campuran bahan-bahan penyusun sehingga beton dapat terbentuk menjadi satu kesatuan, seperti:

1. Agregat

Agregat merupakan salah satu bahan penyusun beton yang merupakan sekumpulan batu pecah, kerikil, pasir baik berupa hasil alam ataupun lainnya yang sangat penting. Pemilihan agregat yang tepat sangat berpengaruh pada pembuatan beton. Agregat terbagi dalam beberapa macam jenis, yaitu:

a. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil yang berasal dari alam atau batu pecah yang dihasilkan dari suatu industri pemecah batu yang memiliki ukuran butiran antara 37,5 mm - 4,75 mm.

Berdasarkan ASTM C33, agregat kasar merupakan butiran yang lebih besar dari 5 mm atau antara 9,5 mm – 37,5 mm.

Tabel 1. Gradasi Standar Agregat Kasar

Ukuran Saringan (mm)	Persentase Lolos		
	37,5 – 4,75	19 – 4,75	12,5 – 4,75
50	100	-	-
38,1	95 - 100	-	-
25	-	100	-
19	35 - 70	90 – 100	100
12,5	-	-	90 – 100
9,5	10 – 30	20 – 55	40 – 70
4,75	0 – 5	0 – 10	0 – 15
2,36	-	0 – 5	0 – 5
Pan			

(Sumber: ASTM C33)

b. Agregat Halus

Berdasarkan SNI 03-6820-2002, agregat halus adalah agregat maksimum pada saringan 4,76 mm yang berasal dari alam, sedangkan agregat halus yang berasal dari pecahan dipisahkan dengan cara penyaringan.

Berdasarkan ASTM C33 agregat halus biasanya berupa pasir dengan butiran partikel lebih kecil dari 5 mm atau lolos saringan No. 4 dan tertahan pada saringan No. 200.

Tabel 2. Gradasi Standar Agregat Halus

Ukuran Saringan ASTM (mm)	Persentase berat yang lolos pada tiap saringan
9,5	100
4,75	95-100
2,36	80-100
1,18	50-85
0,6	25-60
0,3	10-30
0,15	2-10
Pan	

(Sumber: ASTM C33)

2. Semen

Semen merupakan bahan pengikat hidrolis antara agregat kasar dan agregat halus. Semen *portland* adalah semen hidrolis yang mengandung alumunium silikat dan kalsium sebagai bahan pengikat hidrolis. Jika semen dicampur dengan air maka akan menjadi pasta semen yang apabila dicampurkan dengan agregat halus berupa pasir dan air maka akan terbentuk adukan yang disebut mortar, dan apabila adukan ini dicampurkan dengan agregat kasar berupa kerikil, maka akan menghasilkan campuran beton. Semen dan air merupakan kelompok aktif sedangkan pasir dan kerikil merupakan kelompok pasif yang berfungsi sebagai pengisi.

Menurut SNI 7064-2014 semen portland komposit dapat digunakan untuk komposisi umum seperti: pekerjaan beton, pemasangan bata, selokan, jalan, pagar dinding dan pembuatan elemen bangunan khusus seperti beton pracetak, beton pratekan, panel beton, bata beton (*paving block*) dan sebagainya.

Dalam penelitian ini semen portland komposit yang akan digunakan adalah merk Semen Padang.

3. Air

Air merupakan bahan dasar dalam pembuatan beton yang berpengaruh terhadap kuat tekan beton yang apabila terjadi kelebihan air maka akan menyebabkan penurunan kekuatan beton itu sendiri. Air yang digunakan harus memenuhi standar sebagai air minum yang tawar, tidak bau, tidak mengandung bahan-bahan yang dapat merusak beton seperti tidak mengandung tanah atau lumpur lebih dari 2 gram/liter, tidak mengandung garam-garam lebih dari 15 gram/liter, tidak mengandung klorida lebih dari 0,5 gram/liter, tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter agar tidak merusak beton atau tulangnya. (SNI 03-6861.1-2002)

D. Kuat Tekan Beton

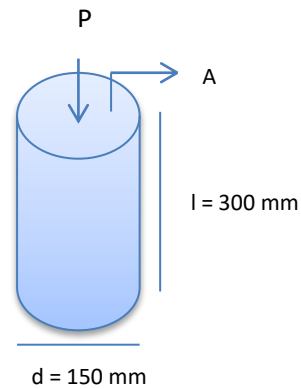
Kuat tekan beton adalah kemampuan beton dalam menahan beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm akan hancur apabila diberi beban dengan gaya tertentu yang dihasilkan oleh alat uji CTM (*Compression Testing Machine*). Pengujian kuat tekan beton dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

(SNI 1974-2011: Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder)

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

dengan keterangan:

- f'_c = Kuat tekan beton (MPa)
- P = gaya tekan aksial (N)
- A = Luas penampang benda uji (mm^2)



Gambar 1. Kuat tekan beton

E. Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah merupakan salah satu parameter penting kekuatan beton. Beton merupakan material yang lemah terhadap tegangan tarik. Kekuatan tarik belah digunakan dalam mendesain elemen struktur beton untuk mengevaluasi ketahanan geser beton dan untuk menentukan panjang penyaluran dari tulangan (SNI 2491:2014).

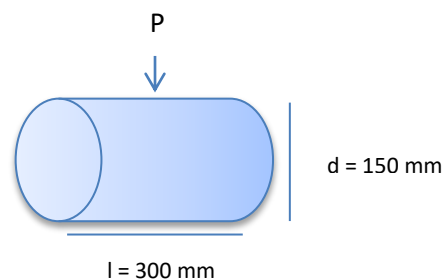
Kekuatan tarik belah beton dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

(SNI 2491-2014:Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder)

$$T = \frac{2P}{\pi ld} \dots\dots\dots(2)$$

dengan keterangan:

- T = Kekuatan tarik belah (MPa)
- P= Beban maksimum yang ditunjukkan oleh mesin uji (N)
- l = Panjang (mm)
- d = Diameter (mm)



Gambar 2. Kuat tarik belah beton.

F. Penelitian Terdahulu

Pada penelitian Nasution (2020) yaitu memanfaatkan sisa beton yang tidak terpakai sebagai pengganti agregat kasar dan zeolit sebagai pengganti agregat halus dalam pembuatan beton *porous*. Terlebih dahulu dilakukan pengujian bahan RCA dan zeolit. Nilai kuat tekan pada umur 7 hari dengan agregat RCA 97% dan zeolit 3% sebesar 2,39 MPa, RCA 93% dan zeolit 7% sebesar 2,55 MPa dan RCA 90% dan zeolit 10% sebesar 4,78%.

Pada penelitian Hieryco Manalip, dkk (2019) terdapat 4 variasi ukuran agregat pada penelitian beton porous dan permeabilitas untuk mengetahui kuat tekan optimum namun dapat dialiri air dengan efektif. Beton porous dengan kuat tekan optimum terjadi pada beton variasi 4 dengan campuran 55% agregat ukuran 9,52 mm (lolos saringan 1/2", tertahan saringan 3/8") dan 45% agregat ukuran 12,5 mm (lolos saringan 3/4", tertahan saringan 1/2") menghasilkan kekuatan sebesar 15,517 MPa dan merupakan variasi beton porous yang paling efektif mengalirkan air. Semakin kecil ukuran agregat maka semakin tinggi nilai kuat tekannya.

Pada penelitian Kusumawardhana, dkk (2018) beton digunakan sebagai bahan campuran agregat kasar, sedangkan agregat halus tidak digunakan. Dibuat benda uji silinder beton normal sebagai kontrol kekuatan beton. Kuat tekan rencana yang dipakai 25 MPa dengan mengikuti standar beton normal (SNI 03-2834-2000). Komposisi campuran beton setiap kelipatan 10% hingga maksimal 100%. Hasil uji kuat tekan dan kuat tarik belah optimum pada umur 28 hari terdapat pada variasi campuran 40% dengan nilai kuat tekan rerata 31,85 MPa dan tarik belah rerata 3,87 MPa.

Pada penelitian Lusman Sulaiman (2018) menggunakan beton *recycle* agregat dengan air laut sebagai campuran dalam pembuatan beton sebagai material bangunan struktur. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kombinasi antara beton agregat *recycle* dengan campuran air laut memiliki kuat tekan awal tinggi pada umur 3 hari perawatan dan dicapai perbedaan kuat tekan

sebesar 21% jika dibandingkan dengan beton agregat *recycle* dengan campuran air tawar pada umur perawatan 28 hari.

Pada penelitian Maulana (2017) memanfaatkan RCA sebagai agregat kasar dan penggunaan *fly ash*. Kombinasi campuran *fly ash* sebesar 0%, 15%, 25% dan agregat daur ulang sebesar 0%, 25%, 50%, 75%, 100%. Sehingga didapatkan hasil kuat tarik belah tertinggi pada komposisi *fly ash* 25% dan RCA 75% sebesar 1,5312 Mpa dan kuat tarik belah terendah sebesar 0,7293 MPa pada benda uji dengan komposisi 0% *fly ash* dan 0% RCA.

Pada penelitian Hamid, dkk (2014) menggunakan agregat halus daur ulang dari limbah beton sebagai pengganti agregat alami. Benda uji yang digunakan adalah silinder beton dengan diameter 7,62 cm dan tinggi 15,24 cm. Mutu beton rencana sebelum pergantian agregat daur ulang yaitu 80 MPa. Pada pengujian menggunakan agregat halus alami didapatkan hasil nilai kuat tekan sebesar 85,51 MPa. Pergantian agregat halus alami dengan agregat halus daur ulang limbah beton sebesar 20% didapatkan hasil sebesar 67,58 MPa dimana hasil tersebut lebih kecil dibandingkan beton yang menggunakan agregat halus alami.

Pada penelitian Agus Puwati, dkk (2014) salah satu cara meningkatkan kekuatan beton yaitu dengan cara pembuatan beton ekstra padat yang menggunakan gradasi agregat yang baik dengan partikel yang berukuran kecil. Dari 3 variasi sampel yang dihasilkan pada pengujian 28 hari didapatkan hasil beton yang lolos saringan 19 mm memiliki kuat tekan terkecil yaitu 42,66 MPa, beton lolos saringan 0,85 mm memiliki kuat tekan terbesar yaitu 84,7 MPa. Dapat disimpulkan bahwa agregat yang memiliki kuat tekan yang tinggi yaitu memiliki gradasi yang baik dan ukuran agregat yang kecil sehingga dapat menghasilkan kepadatan (*density*) yang maksimum dan porositas yang minimum.

III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu studi eksperimental. Pada pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton digunakan beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Terdapat 2 variasi beton yang digunakan yaitu beton normal yang menggunakan agregat kasar batu pecah dengan ukuran maksimum sebesar 1 cm, 2 cm, 4 cm dan beton *recycle* yang menggunakan limbah beton sebagai agregat kasar. Untuk beton *recycle* tersebut dibuat dengan berbagai variasi ukuran maksimum RCA (*Recycle Coarse Aggregate*) sebesar 1 cm, 2 cm, dan 4 cm. Semua benda uji akan dilakukan pengujian pada saat umur beton 7, 14, dan 28 hari. Agregat kasar yang akan digunakan pada pembuatan beton recycle yaitu menggunakan beton bekas percobaan yang sudah tidak terpakai yang ada disekitar laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil, Universitas Lampung yang kemudian akan dihancurkan lalu disaring sesuai ukuran masing-masing agregat. Mutu beton rencana yaitu 25 Mpa.

A. Lokasi Penelitian

Penelitian mengenai pengaruh variasi ukuran RCA (*Recycled Coarse Aggregate*) terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton normal akan dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil, Universitas Lampung.

B. Benda Uji

Adapun beberapa benda uji yang akan dibuat pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

Tabel 3. Data dan Jumlah Benda Uji untuk Pengujian 7 hari

No.	Jenis agregat kasar	Ukuran maksimum agregat kasar	Kuat tekan	Kuat tarik belah
1	100% RCA	1 cm	A1	Ab1
2			B1	Bb1
3			C1	Cb1
4		2 cm	A2	Ab2
5			B2	Bb2
6			C2	Cb2
7		4 cm	A4	Ab4
8			B4	Bb4
9			C4	Cb4
Jumlah benda uji			9	9
				18

Tabel 4. Data dan Jumlah Benda Uji untuk Pengujian 14 hari

No.	Jenis agregat kasar	Ukuran maksimum agregat kasar	Kuat tekan	Kuat tarik belah
1	100%RCA	1 cm	A1	Ab1
2			B1	Bb1
3			C1	Cb1
4		2 cm	A2	Ab2
5			B2	Bb2
6			C2	Cb2
7		4 cm	A2	Ab2
8			B2	Bb2
9			C2	Cb2
Jumlah benda uji			9	9
				18

Tabel 5. Data dan Jumlah Benda Uji untuk Pengujian 28 hari

No.	Jenis agregat kasar	Ukuran maksimum agregat kasar	Kuat tekan	Kuat tarik belah
1			A1	Ab1
2		1 cm	B1	Bb1
3			C1	Cb1
4			A2	Ab2
5	100% Split	2 cm	B2	Bb2
6			C2	Cb2
7			A4	Ab4
8		4 cm	B4	Bb4
9			C4	Cb4
10			A1	Ab1
11		1 cm	B1	Bb1
12			C1	Cb1
13	100% RCA		A2	Ab2
14		2 cm	B2	Bb2
15			C2	Cb2
16			A4	Ab4
17		4 cm	B4	Bb4
18			C4	Cb4
Jumlah benda uji			18	18
			36	

Keterangan:

- Kuat tekan
 - A = Sampel 1
 - B = Sampel 2
 - C = Sampel 3
 - n = ukuran maksimum agregat
- Kuat tarik belah
 - Ab = Sampel 1
 - Bb = Sampel 2
 - Cb = Sampel 3
 - n = ukuran maksimum agregat

C. Peralatan dan Bahan Penelitian

1. Peralatan Penelitian

Pada penelitian ini ada beberapa alat yang akan digunakan yaitu sebagai berikut:

a. Satu set saringan

Alat ini digunakan untuk mengetahui gradasi agregat halus dan agregat kasar. Ukuran saringan yang digunakan yaitu 50 mm; 25 mm; 20 mm; 19 mm; 12,5 mm; 10 mm; 9,5 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm; dan pan.

b. Kontainer

Kontainer digunakan sebagai wadah saat mengambil benda uji.

c. Timbangan

Timbangan digunakan untuk menimbang benda uji yang akan digunakan. Timbangan yang digunakan yaitu timbangan berkapasitas 50 kg untuk menimbang berat beton dan timbangan berkapasitas 20 kg untuk menimbang bahan campuran beton.

d. Oven

Oven yang akan digunakan yaitu yang berkapasitas suhu 110 C dengan daya 2800 Watt.

e. Piknometer

Piknometer digunakan pada pengujian berat jenis agregat pada saat kondisi SSD, semu, dan kering.

f. Mesin Molen (*Concrete Mixer*)

Mesin molen digunakan untuk mencampur dan mengaduk bahan-bahan penyusun beton.

g. Kerucut Abrams

Alat ini digunakan pada *slump test* dengan ukuran diameter atas 10 mm, diameter bawah 20 mm, dan tinggi 30 mm.

h. Cetakan silinder diameter 15 cm dengan tinggi 30 cm.

- i. Vibrator
Alat ini digunakan untuk memadatkan adukan beton kedalam cetakan silinder yang akan digunakan.
- j. Bak Perendam
Bak perendam berfungsi sebagai wadah perawatan beton (*curing*) yang diisi oleh air bersih.
- k. CTM (*Compression Testing Mechine*)
CTM (*Compression Testing Mechine*) adalah alat yang digunakan dalam pengujian kuat tekan dan tarik belah beton.
- l. Alat pendukung lainnya seperti sekop, ember, mistar, tongkat pemadat, dan alat lainnya yang dapat membantu dalam pelaksanaan penelitian.

2. Bahan Penelitian

Berikut ini beberapa bahan campuran beton yang akan digunakan, yaitu:

- a. Agregat Kasar
Agregat kasar yang akan digunakan ada 2 jenis, yaitu batu pecah dengan ukuran maksimum agregat sebesar 1 cm, 2 cm, 4 cm untuk pembuatan beton mutu normal dan agregat kasar dari beton daur ulang sebagai bahan campuran beton *recycle*. Agregat kasar dari beton daur ulang terlebih dahulu akan dihancurkan dan dipisahkan dari butiran yang tidak digunakan, ukuran agregat daur ulang yang digunakan yaitu berukuran maksimum 1 cm, 2 cm, dan 4 cm. Terdapat beberapa tahap pengujian yang akan dilakukan sesuai dengan standar ASTM yaitu pengujian kadar air, berat jenis dan penyerapan, gradasi, dan berat volume.
- b. Agregat Halus
Agregat Halus yang digunakan yaitu pasir alam yang berasal dari daerah Gunung Sugih, Lampung Tengah. Terdapat beberapa tahap pengujian agregat halus yang akan dilakukan sesuai dengan ketentuan ASTM yaitu agregat halus yaitu pengujian kadar air, berat

jenis dan penyerapan, gradasi, kadar lumpur, dan kandungan zat organik dalam pasir.

c. Semen

Semen yang digunakan yaitu semen PCC (*Portland Composite Cement*) dengan merk Semen Padang dalam kemasan 50 kg. Semen ini berfungsi sebagai pengikat antar agregat sehingga membentuk massa yang padat.

d. Air

Air berguna sebagai bahan penyusun beton dan sebagai wadah perawatan beton (proses *curing*). Air yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah air yang berasal dari Laboratorium Bahan dan Struktur Teknik Sipil Universitas Lampung.

D. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa prosedur penelitian yang harus dilaksanakan sebagai berikut:

1. Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan harus sudah disiapkan sebelum melakukan penelitian. Persiapan alat dilakukan untuk mengecek kembali alat-alat yang akan digunakan agar dalam kondisi yang baik sehingga tidak menghambat proses penelitian. Persiapan bahan dilakukan dengan menyediakan bahan-bahan yang akan digunakan dan menghancurkan beton daur ulang yang ada di laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Lampung sehingga menjadi kepingan agregat yang diinginkan.

2. Pengujian Bahan Campuran Beton

Pengujian ini dilakukan agar mendapatkan bahan campuran beton yang sesuai dengan standar ASTM. Berikut pengujian bahan campuran beton untuk agregat kasar batu pecah dan RCA yang akan dilakukan, yaitu:

- a. Kadar Air Agregat Halus dan Kasar
- b. Berat Jenis Agregat Halus dan Kasar
- c. Gradasi Agregat Halus

- d. Kadar Lumpur Agregat Halus dengan Saringan
- e. Kandungan Zat Organik dalam Pasir
- f. Berat Volume Agregat

3. Pembuatan Benda Uji Beton

a. *Mix Design*

Menyiapkan bahan-bahan campuran yang dibutuhkan dan melakukan perhitungan campuran beton yang mengacu pada standar *ACI Committee 211.1-91*. Hasil perhitungan tersebut merupakan perencanaan yang akan digunakan sebanyak sampel yang akan dibuat. Selanjutnya yaitu memasukkan bahan mulai dari pasir, semen, agregat kasar, dan air ke dalam mesin molen yang telah dihidupkan. Proses pengadukan akan berlangsung selama beberapa menit sampai semua bahan tercampur. Kemudian, mengeluarkan adukan tersebut ke dalam wadah yang telah disediakan.

b. *Slump Test*

Pada pengujian *slump*, ambil sebagian adukan dari pengujian *mix design* yang telah dilakukan. Setelah itu masukkan adukan tersebut ke dalam cetakan Kerucut Abrams mula-mula sebanyak $\frac{1}{3}$ tinggi kerucut, lalu memadatkannya dengan batang baja/penumbuk sebanyak 25 kali ditempat yang berbeda secara vertikal. Kemudian menambahkan kembali adukan beton menjadi $\frac{2}{3}$ tinggi dan mengulangi tumbukkan sebanyak 25 kali. Selanjutnya, adukan ditambahkan hingga permukaan Abrams penuh dan menumbuk kembali sebanyak 25 kali. Selanjutnya meratakan bagian atasnya menggunakan penggaris. Setelah melakukan prosedur tadi, dilanjutkan dengan mengangkat selubung kerucut untuk menghitung nilai *slump* nya.

c. Pencetakan Benda Uji

Pada pencetakan ini menggunakan benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pertama, oleskan cetakan bagian dalam benda uji dengan oli. Campuran beton dimasukkan secara perlahan ke dalam cetakan dan dilakukan pemadatan menggunakan vibrator. Setelah benda uji dalam cetakan padat, permukaan cetakan diratakan. Beton didiamkan selama 24 jam. Selanjutnya benda uji dilepaskan dari cetakan dan masing-masing benda uji diberi label.

d. Perawatan (*Curing*)

Perawatan benda uji dilakukan di dalam bak air yang telah disediakan. Benda uji akan direndam selama 5, 12, dan 26 hari. Perendaman ini bertujuan untuk menjaga beton agar tidak terjadi keretakan karena terlalu cepat kehilangan air dan untuk menjaga kelembaban beton sehingga dapat mencapai mutu beton yang diinginkan.

4. Pengujian Beton

Setelah direndam selama 5, 12, dan 26 hari, lalu beton diangkat dan didiamkan masing-masing selama 24 jam. Pada hari ke 7, 14, dan 28, beton dibersihkan permukaannya dari kotoran yang menempel. Beton ditimbang dan meratakan permukaan beton dengan melakukan *capping* menggunakan belerang. Selanjutnya, benda uji siap untuk diperiksa. Dalam hal ini pengujian menggunakan alat uji CTM (*Compression Testing Machine*) dengan kapasitas beban maksimum 3000 kN. Berikut langkah-langkah pengujian yang akan dilakukan:

a. Kuat Tekan

- 1) Meletakkan beton pada mesin uji tekan secara sentris, kemudian menghidupkan mesin uji dengan kecepatan penambahan beban secara konstan hingga benda uji hancur.
- 2) Melakukan pembacaan dan mencatat beban maksimum.
- 3) Menggambar pola retak beton.

b. Kuat Tarik Belah

- 1) Menyiapkan beton silinder, kemudian membaringkan beton tersebut (dalam posisi tidur) dan meletakkan sentris pada mesin uji CTM (*Compression Testing Machine*).
- 2) Menghidupkan mesin uji dengan pembebanan konstan.
- 3) Mencatat pembebanan maksimum hingga beton hancur.

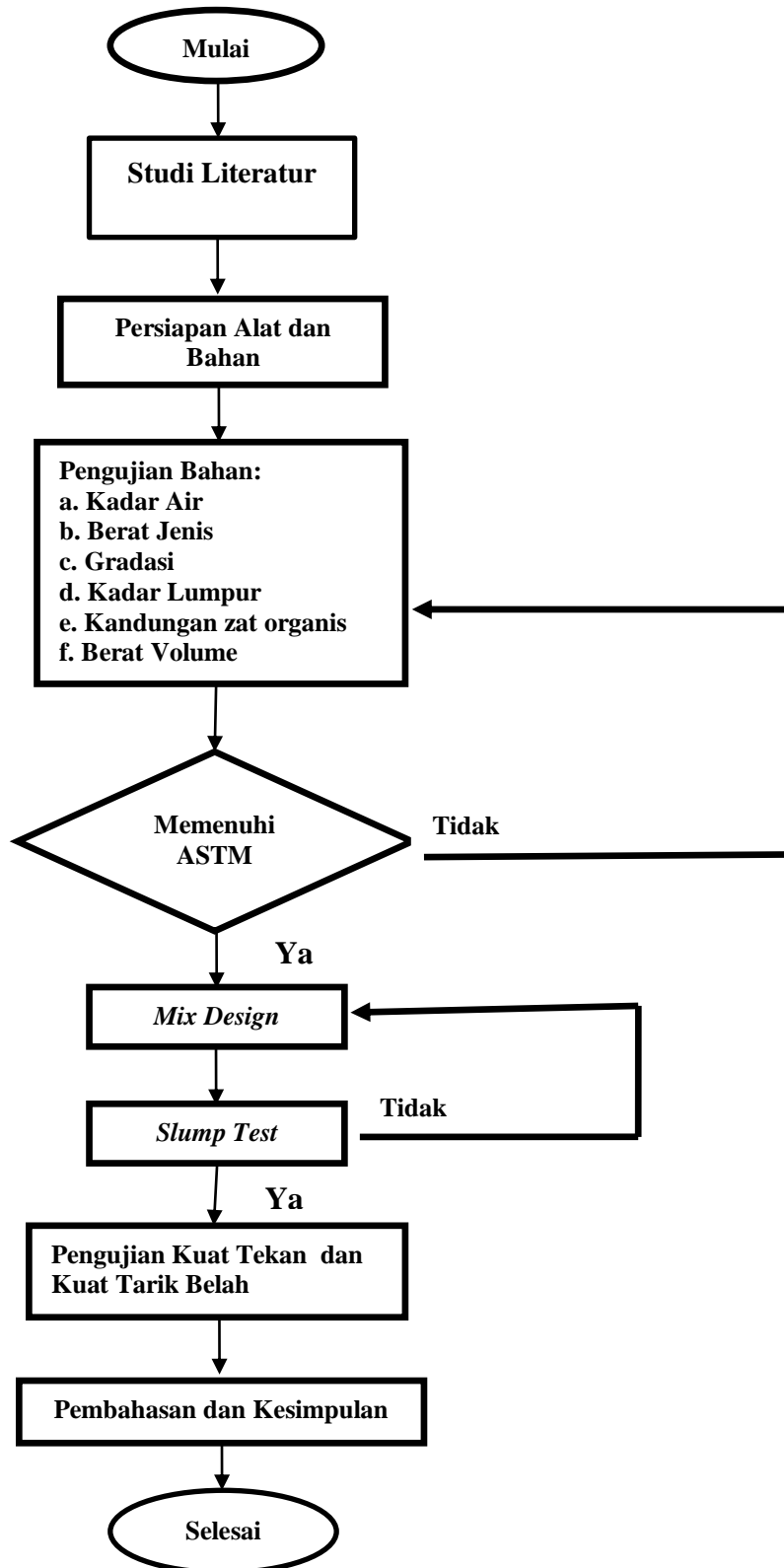
E. Analisis Data

Berikut ini beberapa analisis data yang akan dilakukan yaitu:

- 1) Menguji agregat halus, kasar dan semen untuk mengetahui apakah bahan-bahan yang akan digunakan tersebut memenuhi standar ASTM sehingga dapat digunakan sebagai bahan campuran beton.
- 2) Menghitung bahan campuran beton yang akan digunakan untuk masing-masing 6 sampel pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton pada umur beton 7, 14, dan 28 hari.
- 3) Pengujian *slump* untuk mendapatkan campuran beton yang baik sehingga beton dapat dicetak ke dalam cetakan benda uji berbentuk silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
- 4) Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton lalu menghitung beban maksimum untuk setiap variasi sampel.

F. Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini.



Gambar 3. Diagram alir penelitian.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data yang telah dilakukan serta grafik-grafik yang ada, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. *Workability* (kelecekan) yang dihasilkan pada adukan beton pada penelitian ini telah sesuai dengan nilai slump yang direncanakan pada perencanaan *mix design* sebesar 5 cm, dibuktikan dengan hasil *slump* yang didapatkan antara 4,5-5,5 cm.
2. Berat volume beton didapatkan hasil pada kisaran 2218,02 - 2414,18 kg/m³ yang memenuhi kisaran berat volume pada golongan beton normal yaitu sebesar 2200-2500 kg/m³.
3. Nilai kuat tekan rata-rata pada umur beton 28 hari yang menggunakan split dan RCA dengan variasi ukuran maksimum 1 cm, 2 cm dan 4 cm hasilnya memenuhi dari kuat tekan rencana yang telah ditentukan.
4. Hasil pengujian terhadap variasi ukuran agregat kasar didapatkan hasil penurunan pada kondisi beton yang menggunakan agregat dengan ukuran besar, sehingga dapat dinyatakan bahwa nilai kuat tekan dengan agregat berukuran maksimum 1 cm > 2 cm > 4 cm.
5. Semakin besar nilai kuat tekan maka nilai kuat tarik belah yang dihasilkan semakin besar pula.
6. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa kuat tekan dan kuat tarik belah yang menggunakan split lebih besar kekuatannya dibandingkan beton yang menggunakan RCA.

B. Saran

Setelah melakukan penelitian terhadap Pengaruh Variasi Ukuran *Recycled Coarse Aggregate* (RCA) Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Mutu Normal selesai dilaksanakan, maka terdapat beberapa saran yang dapat penulis sampaikan guna pelaksanaan penelitian selanjutnya yaitu:

1. Penelitian mengenai pengaruh variasi ukuran *recycled coarse aggregate* (RCA) terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton mutu normal dengan mutu beton bekas tertentu yang lebih tinggi.
2. Penelitian mengenai pengaruh variasi ukuran *recycled coarse aggregate* (RCA) terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton mutu normal dengan penambahan zat lainnya agar mengetahui perbedaannya.
3. Material yang akan digunakan diperiksa kualitasnya agar mendapatkan beton yang berkualitas.
4. Perlu diperhatikan pada saat proses pengerjaan *mix design* dan pemadatan pada pencetakan benda uji dapat dilakukan dengan pengawasan oleh pihak yang memahami hal tersebut.
5. Pada proses pelaksanaan penelitian sebaiknya menggunakan alat K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja) guna melindungi diri dari hal-hal yang dapat membahayakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Antoni dan Nugraha, P. 2007. *Teknologi Beton*. C.V. Andi Offset, Yogyakarta.
- ACI Committee 211. 1991. *Standard Practice for Selecting Proportion Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*. ACI Journal. 2002. 1-38.
- ASTM C33.2013. *Standard Specification for Concrete Aggregates*. United States.
- ASTM C39. 2014. *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Speciment*. United States.
- ASTM C496. 2004. *Standard Test Method for Splitting Tesnsile Strength of Cylindrical Concrete Speciment*. United States.
- Bardosono, H dan Herbudiman, B. 2010. Pemanfaatan Beton Daur Ulang Sebagai Substitusi Agregat Kasar pada Beton Mutu Tinggi. Universitas Udayana, Universitas Pelita Harapan, Universitas Atma Jaya Yogyakarta. *Konferensi Nasional Teknik Sipil 4 (KoNTekS 4)*. Sanur-Bali, 2-3 Juni 2010.
- Febriyanto, H. 2010. Pemanfaatan Limbah Bahan Padat sebagai Agregat Kasar pada Pembuatan Beton Normal. Universitas Gunadarma. *Jurnal Mahasiswa PTK Parentas*. Vol. 2 No. 1 Januari-Juni 2016.
- Hamid, D.A. 2014. Pengaruh Penggunaan Agregat Daur Ulang Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Berkinerja Tinggi Grade 80. Universitas Sebelas Maret. *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*. Vol.2 No.2/ Juli 2014/43.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2017. Modul 3 Rancangan Campuran Beton. Jakarta.
- Khonado, M. F, Hyeryco M., Steenie E. W. 2019. Kuat Tekan dan Permeabilitas Beton Porous dengan Variasi Ukuran Agregat. Universitas Sam Ratulangi Manado. *Jurnal Sipil Statik*. Vol. 7 No. 3 Maret 2019 (351-358) ISSN: 2337-6732.
- Kumaat, E.J. dan Windah, R.S. 2015. Pengujian Kuat Tarik Belah dengan Variasi Kuat Tekan Beton. Universitas Sam Ratulangi Manado. *Jurnal Sipil Statik*. Vol. 3 No. 10 Oktober 2015 (703-708) ISSN: 2337-6732.

- Kusumawardhana, I. dan Teguh, M. 2018. *Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar Beton Limbah Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Normal*. Universitas Islam Indonesia. Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Maulana, A. 2017. “Pengaruh Komposisi Fly Ash Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Porous dengan Variasi Komposisi Agregat Kasar Daur Ulang (RCA)”. Teknik. Teknik Sipil. Universitas Brawijaya. Malang.
- Nasution, S.A. 2020. Pengaruh penggunaan Bahan Zeolit dan Recycle Coarse (RCA) Sebagai Agregat Pada Beton Porous. Universitas Negeri Medan. *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*. Vo.1 6. No.1. Juni 2020: 13 -20. ISSN-E: 2477-4898.
- Purwati, A., Shilihin A., Sunarmasto. 2014. Pengaruh Ukuran Butiran Agregat Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi Grade 80. Universitas Sebelas Maret. *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*. Vol.2 No.2/Juli 2014/58.
- Sulaiman, L. 2018. Evaluasi Kuat Tekan Beton Recycle Agregat dengan Campuran Air Laut dan Prediksi Modulus Elastisitasnya. Universitas Andi Djemma. Palopo. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*. Volume 3. Nomor 1. Maret 2018:25-36.
- SNI 7064. 2014. *Semen Portland Komposit*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 1974.2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 2491. 2014. *Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-6820. 2002. *Spesifikasi Agregat Halus uuntuk Pekerjaan Adukan dan Pesteran dengan Bahan Dasar Semen*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-6861.1-2002: *Spesifikasi Bahan Bangunan-Bagian A: Bahan Bangunan Bukan Logam*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-2847. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (Beta Version)*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.