

**SKRIPSI**  
**PENGARUH LIMBAH ASPAL BETON SEBAGAI BAHAN TAMBAH**  
**AGREGAT KASAR PADA PEMBUATAN BETON**

**Disusun oleh**

**Arnas**

**D051171010**



**DEPARTEMEN ARSITEKTUR**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2022**

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**“Pengaruh Limbah Aspal Beton Sebagai Bahan Tambah Agregat Kasar Pada Pembuatan Beton”**

Disusun dan diajukan oleh

Arnas  
D051171010

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 14 Juni 2022

Menyetujui

Pembimbing I

**Prof. Dr. Ir. Victor Sampebulu', M.Eng**  
NIP. 19520529 198011 1 001

Pembimbing II

**Pratiwi Mushar, ST., MT**  
NIP. 19860119 201404 2 001

Mengetahui

Ketua Program Studi Arsitektur



**Dr. Ir. H. Edward Syarif, MT.**  
NIP. 19690612 199802 1 001



## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Arnas  
NIM : D051171010  
Program Studi : S1 Teknik Arsitektur

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul *PENGARUH LIMBAH ASPAL BETON SEBAGAI BAHAN TAMBAH AGREGAT KASAR PADA PEMBUATAN BETON* adalah karya ilmiah yang bebas dari plagiat. Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Makassar, 21 Juni 2022

Yang menyatakan,



**Arnas**

NIM. D051171010

## ABSTRAK

### Pengaruh Limbah Aspal Beton Sebagai Bahan Tambah Agregat Kasar Pada Pembuatan Beton

Arnas, Victor Sampebulu', Pratiwi Mushar

---

Indonesia merupakan salah satu negara yang sering mengalami bencana alam yang berdampak pada kerusakan fasilitas dan bangunan diantaranya jalanan aspal. Kerusakan jalanan yang terjadi di Indonesia cukup banyak sehingga ketika dilakukan perbaikan, limbah aspal beton sisa perbaikan jalan menumpuk di pinggir jalan atau dijual lagi sebagai urugan dengan harga yang murah. Beton adalah salah satu teknologi konstruksi yang bahan pembuatannya sering dieksplorasi secara masif. Dengan melihat permasalahan tersebut maka diharapkan limbah aspal beton dapat menjadi bahan tambah dalam pembuatan beton sehingga mengurangi penumpukannya di jalanan. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif eksperimental. Dan hasil menunjukkan bahwa limbah aspal beton layak dijadikan sebagai bahan tambah pada campuran beton dan dapat memenuhi standar sebagai beton struktur.

**Kata-kunci :** Jalanan, Limbah Aspal Beton, Beton, Bahan Tambah.

## ABSTRACT

### The Effect Of Concrete Asphalt Waste As A Coward Aggregate Additional Material In Concrete Manufacturing

Arnas, Victor Sampebulu', Pratiwi Mushar

---

Indonesia is one of the countries that often experience natural disasters that have an impact on damage to facilities and buildings, including asphalt roads. The road damage that occurs in Indonesia is quite a lot, so when repairs are carried out, asphalt concrete waste from road repairs accumulates on the side of the road or is resold as backfill at a low price. Concrete is one of the construction technologies whose materials are often explored massively. By looking at these problems, it is hoped that asphalt concrete waste can be an added material in the manufacture of concrete so as to reduce its accumulation on the streets. The research method used is experimental quantitative. And the results show that based on the description above, asphalt concrete waste is feasible to be used as an added material in the concrete mixture and can meet the standards as structural concrete.

**Keywords :** Roads, Asphalt Concrete Waste, Concrete, Additives.

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur bagi ALLAH SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan kepada penulis, sehingga bisa menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengaruh Limbah Aspal Beton Sebagai Bahan Tambah Agregat Kasar Pada Pembuatan Beton” sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Sarjana Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan serta rintangan yang penulis hadapi namun pada akhirnya dapat melaluinya berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupun spiritual. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. H. Edward Syarif, ST., MT, selaku Ketua Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Victor Sampebulu', M.Eng, selaku pembimbing 1 yang telah membimbing dan membantu saya dalam menyusun tugas akhir ini.
3. Ibu Pratiwi Mushar, ST., MT, selaku pembimbing 2 yang telah meluangkan banyak waktunya untuk membimbing dan membantu saya dalam menyusun tugas akhir ini.
4. Seluruh Dosen, Staf dan Karyawan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas ilmu-ilmunya yang berharga dan juga bantuannya selama ini.
5. Kedua orangtua saya Ayahanda H. Abd. Rahman, Ibunda Hj. Hasmia, Kakak saya Emilia Rahman, Nining Ernia Rahman, Armelia Rahman dan Adek saya Arya Rahman , yang telah memberi doa dan restu serta dukungan selama ini dalam menyusun tugas akhir ini.
6. Ady Putra Ramadhan, Al Mujahid Islamy, dan Kharum Abadi sebagai rekan penelitian yang telah banyak membantu dan memberikan kontribusi baik

langsung maupun tidak langsung selama penyusunan skripsi ini dan saat pengujian sampel.

7. Kak Mega yang telah meluangkan banyak waktunya untuk membantu menguji sampel dan menyusun tugas akhir ini.
8. Teman baik saya Muh. Ilham, Muh. Israq, Muhammad Sabir, Tegar, Andi, Agung dan Yusril yang selalu mengingatkan saya untuk mengerjakan tugas akhir ini.
9. Terima kasih khusus kepada saudari Nurlaila yang selalu menemani dan mensupport saya dalam menyusun tugas akhir ini.
10. Simetri 2017, sebagai saudara tak sedarah yang tiada henti-hentinya memberi saran dan telah memberi warna tersendiri dalam penyusunan tugas akhir ini.
11. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu memberikan dukungan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat untuk mendorong penelitian-penelitian selanjutnya.

Gowa, 28 Mei 2022

Penulis,

Arnas

D051171010

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	ii
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Keaslian Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan .....	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	9
2.1 Beton .....	9
2.1.1 Pengertian Beton .....	9
2.1.2 Sifat Beton.....	9
2.1.3 Kelebihan dan Kelemahan Beton.....	12
2.1.4 Material Penyusun Beton .....	12
2.1.5 Kuat Tekan Beton .....	18



2.1.6 Penyerapan Air Pada Beton .....	20
2.1.7 Perawatan Beton.....	21
2.1.8 Pola Retak Pada Beton .....	22
2.2 Aspal Beton.....	24
2.2.1 Bahan Penyusun Aspal Beton .....	24
2.2.2 Karakteristik Aspal Beton .....	25
2.3 Alur Penelitian .....	26
2.3.1 Alur Pikir Penelitian.....	26
2.3.2 Alur Penelitian .....	28
2.3.3 Kerangka Pikir Penelitian .....	29
2.4 Jurnal Terkait .....	30
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>32</b>
3.1 Jenis Penelitian.....	32
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	33
3.3 Jenis Variabel dan Data Penelitian.....	34
3.4 Instrumen Penelitian.....	35
3.4.1 Bahan Penelitian.....	35
3.4.2 Alat Penelitian.....	35
3.5 Metode Pengambilan Data .....	38
3.6 Metode Analisis Data .....	39
3.7 Tahapan dan Prosedur Penelitian .....	39
3.7.1 Tahap Persiapan .....	39
3.7.2 Tahap Pengolahan Limbah Aspal Beton.....	40
3.7.3 Tahap Pemeriksaan Bahan .....	41
3.7.4 Tahap Perhitungan <i>Mix Design</i> .....	49

3.7.5 Tahap Pembuatan Benda Uji.....	54
3.7.6 Tahap Pengujian Slump .....	57
3.7.7 Tahap Pencetakan Benda Uji .....	58
3.7.8 Tahap Perawatan Benda Uji.....	59
3.7.9 Tahap Pengujian Benda Uji .....	59
3.7.10 Tahap Pengolahan Data.....	60
3.7.11 Tahap Analisis Data .....	60
3.7.12 Tahap Pengambilan Keputusan.....	63
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>64</b>
4.1 Uji Karakteristik Material Campuran Beton .....	64
4.1.1 Semen.....	64
4.1.2 Agregat Kasar.....	64
4.1.3 Agregat Halus.....	68
4.1.4 Limbah Aspal Beton .....	72
4.1.5 Air .....	76
4.1.6 Rekapitulasi Hasil Uji Agregat Kasar, Halus, dan Limbah Aspal Beton .....	76
4.1.7 Gradasi Gabungan Agregat .....	78
4.2 Perhitungan Mix Design .....	79
4.3 Pembuatan Benda Uji.....	80
4.3.1 Persiapan Material Benda Uji .....	80
4.3.2 Proses Pencampuran Benda Uji .....	81
4.3.3 Pencetakan Benda Uji kedalam Silinder Pipa.....	82
4.3.4 Perawatan Benda Uji.....	84
4.4 Hasil Pengujian Beton.....	84

4.4.1 Hasil Pengujian Slump.....	85
4.4.2 Berat Satuan Benda Uji.....	86
4.4.3 Kuat Tekan Beton .....	88
4.4.4 Pola Retak Beton.....	98
4.4.5 Nilai Optimum Kuat Tekan Beton .....	100
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>103</b>
5.1 Kesimpulan .....	103
5.2 Saran.....	104

## DAFTAR TABEL

<b>Table 1.1.</b> Penelitian terkait dengan judul penelitian .....	4
<b>Table 2.1.</b> Beton menurut kuat tekannya .....	9
<b>Table 2.2.</b> Berat jenis beton .....	10
<b>Table 2.3.</b> Komposisi Kimia dari OPC.....	13
<b>Table 2.4.</b> Jenis – jenis Semen Portland dengan Sifat – sifatnya. ....	14
<b>Table 2.5.</b> Batas Gradasi Agregat Kasar .....	15
<b>Table 2.6.</b> Batas Gradasi Agregat Halus .....	16
<b>Table 2.7.</b> Hubungan antara Umur dan Kuat Tekan Beton .....	19
<b>Table 2.8.</b> Komposisi Material Adukan Beton .....	20
<b>Table 2.9.</b> Jurnal Terkait Penelitian.....	30
<b>Table 3.1.</b> Variabel Penelitian .....	34
<b>Table 3.2.</b> Benda Uji.....	34
<b>Table 3.3</b> Spesifikasi Uji Material Agregat Kasar dan Halus .....	42
<b>Table 3.4.</b> Nilai slump berdasarkan fungsi beton .....	51
<b>Table 3.5.</b> Perkiraan kadar air bebas yang dibutuhkan .....	52
<b>Table 3.6.</b> Kebutuhan Semen Minimum.....	53
<b>Table 4.1.</b> Hasil Gradasi Agregat Kasar .....	64
<b>Table 4.2.</b> Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.....	66
<b>Table 4.3.</b> Kadar Air Agregat Kasar.....	66
<b>Table 4.4.</b> Berat Volume Agregat Kasar .....	67
<b>Table 4.5.</b> Kadar Lumpur Agregat Kasar .....	67
<b>Table 4.6.</b> Hasil Gradasi Agregat Halus Pasir.....	68
<b>Table 4.7.</b> Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus Pasir.....	70
<b>Table 4.8.</b> Kadar Air Agregat Halus Pasir.....	70
<b>Table 4.9.</b> Berat Volume Agregat Halus Pasir .....	71
<b>Table 4.10.</b> Kadar Lumpur Agregat Halus Pasir .....	71
<b>Table 4.11.</b> Hasil Gradasi Limbah Aspal Beton.....	72
<b>Table 4.12.</b> Berat Jenis dan Penyerapan Limbah Aspal Beton.....	74

<b>Table 4.13.</b> Kadar Air Limbah Aspal Beton.....	74
<b>Table 4.14.</b> Berat Volume Agregat Kasar .....	75
<b>Table 4.15.</b> Kadar Lumpur LAB .....	75
<b>Table 4.16.</b> Rekapitulasi Uji Karakteristik Agregat Kasar.....	76
<b>Table 4.17.</b> Rekapitulasi Uji Karakteristik Agregat Halus Pasir.....	77
<b>Table 4.18.</b> Rekapitulasi Uji Karakteristik Limbah Aspal Beton.....	77
<b>Table 4.19.</b> Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton untuk per 1 m <sup>3</sup> .....	80
<b>Table 4.20.</b> Hasil Pengujian Slump .....	85
<b>Table 4.21.</b> Berat Satuan Sampel Beton Umur 28 Hari .....	86
<b>Table 4.22.</b> Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari.....	89
<b>Table 4.23.</b> Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari.....	91
<b>Table 4.24.</b> Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....	93
<b>Table 4.25.</b> Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton .....	95

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1.</b> Alat uji tekan beton.....	10
<b>Gambar 2.2.</b> Pola Retak Pada Beton.....	23
<b>Gambar 2.3.</b> Kerangka (Alur Pikir) Penelitian .....	27
<b>Gambar 2.4.</b> Bagan Alur Penelitian.....	28
<b>Gambar 2.5.</b> Kerangka Pikir Penelitian .....	29
<b>Gambar 3.1.</b> Timeline Pelaksanaan Tugas Akhir Riset S1.....	33
<b>Gambar 3.2.</b> Benda Uji Silinder 10 x 20 cm .....	37
<b>Gambar 3.3</b> Limbah aspal beton dihancurkan (Kiri) dan Membersihkan limbah aspal beton dengan cara dicuci (Kanan).....	40
<b>Gambar 3.4.</b> Limbah aspal beton dikeringkan (Kiri) dan Limbah aspal beton diayak (Kanan).....	41
<b>Gambar 3.5.</b> Limbah aspal beton yang siap digunakan.....	41
<b>Gambar 3.6.</b> Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat Tekan Silinder .....	50
<b>Gambar 3.7.</b> Skema Pembuatan Beton Normal.....	55
<b>Gambar 3.8.</b> Skema Pembuatan Beton Modifikasi.....	57
<b>Gambar 4.1.</b> Grafik Batas Gradasi Agregat Kasar .....	65
<b>Gambar 4.2.</b> Grafik Batas Gradasi Agregat Halus .....	69
<b>Gambar 4.3.</b> Grafik Batas Gradasi Limbah Aspal Beton .....	73
<b>Gambar 4.4.</b> Grafik Gradasi Penggabungan Agregat.....	78
<b>Gambar 4.5.</b> Proses penghancuran Limbah Aspal Beton secara manual menggunakan palu besi .....	80
<b>Gambar 4.6.</b> Menimbang pasir (1), Kerikil (2), Semen (3) dan Air (4) .....	81
<b>Gambar 4.7.</b> Proses Membasahi Dinding Molen.....	81
<b>Gambar 4.8.</b> Proses Memasukkan Material Beton Pada Wadah Pencampuran ..	82
<b>Gambar 4.9.</b> Mengeluarkan Campuran Beton Setelah Tercampur Dengan Baik	82
<b>Gambar 4.10.</b> Pengujian Slump Menggunakan Kerucut Abram .....	82
<b>Gambar 4.11.</b> Mengolesi Bekisting Pipa PVC dengan Oli Bekas.....	83
<b>Gambar 4.12.</b> Pengisian Campuran Beton ke Dalam Bekisting.....	83



<b>Gambar 4.13.</b> Proses Pemadatan dan Penggetaran Campuran Beton Segar .....	83
<b>Gambar 4.14.</b> Proses Mengeluarkan Beton dari Bekisting.....	84
<b>Gambar 4.15.</b> Perawatan dengan cara direndam (Wet Curing).....	84
<b>Gambar 4.16.</b> Hasil Pengujian Nilai Slump .....	85
<b>Gambar 4.17.</b> Grafik Berat Satuan Sampel Beton Umur 28 Hari .....	87
<b>Gambar 4.18.</b> Grafik Berat Jenis Beton Mutu Umur 28 Hari.....	87
<b>Gambar 4.19.</b> Mengukur Diameter dan Tinggi Sampel .....	88
<b>Gambar 4.20.</b> Memberikan Kode Sampel dan Menimbang Berat Sampel .....	88
<b>Gambar 4.21.</b> Menguji Kuat Tekan Sampel dengan UTM .....	89
<b>Gambar 4.22.</b> Grafik Persentase Penambahan Limbah Aspal Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari .....	90
<b>Gambar 4.23.</b> Sampel Beton Sisa Pengujian Umur 7 Hari.....	91
<b>Gambar 4.24.</b> Grafik Persentase Penambahan Limbah Aspal Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari .....	92
<b>Gambar 4.25.</b> Sampel Beton Sisa Pengujian Umur 14 Hari.....	93
<b>Gambar 4.26.</b> Grafik Persentase Penambahan Limbah Aspal Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari .....	94
<b>Gambar 4.27.</b> Sampel Beton Umur 28 Hari Setelah Dipotong Vertikal .....	95
<b>Gambar 4.28.</b> Sampel Beton Sisa Pengujian Umur 28 Hari.....	95
<b>Gambar 4.29.</b> Grafik Persentase Penambahan Limbah Aspal Beton (LAB) Terhadap Kuat Tekan Beton .....	96
<b>Gambar 4.30</b> Grafik Umur Beton (LAB) Terhadap Kuat Tekan Beton.....	97
<b>Gambar 4.31.</b> Pola Retak Beton Tipe 3 (Kiri) dan Tipe 4 (Kanan).....	98
<b>Gambar 4.32.</b> Beton Variasi LAB 0% .....	99
<b>Gambar 4.33.</b> Beton Variasi LAB 3% .....	99
<b>Gambar 4.34.</b> Beton Variasi LAB 5% .....	99
<b>Gambar 4.35.</b> Beton Variasi LAB 7% .....	100
<b>Gambar 4.36.</b> Perkiraan Perkembangan Kekuatan Beton .....	101
<b>Gambar 4.37.</b> Grafik Analisis Regresi Polinomial Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....	101

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Indonesia disebut sebagai Negara kaya bencana gempa bumi, tsunami, dan letusan gunung berapi (Prasetya dkk., 2006). Di antara semua bencana alam, gempa bumi biasanya dianggap sebagai bencana yang paling menakutkan dan menimbulkan kerusakan. Gempa bumi adalah getaran atau guncangan bumi yang terjadi secara cepat dan tiba-tiba yang disebabkan oleh patahan dan pergeseran lapisan batuan di bawah permukaan bumi (Veenema, 2007). Gempa bumi bisa menimbulkan dampak, di antaranya dampak yang paling besar adalah tsunami. Dalam istilah yang paling sederhana, tsunami adalah serangkaian gelombang laut yang umumnya paling sering diakibatkan oleh gerakan – gerakan dahsyat di dasar laut. Gempa bumi bila disertai tsunami dapat menjadi bencana yang besar dan mematikan (Prasetya dkk., 2006). Dilihat dari posisi dan geografisnya, Indonesia merupakan negara yang termasuk bagian dari lintasan The Pacific Ring of Fire (Cincin Api Pasifik), yaitu suatu lintasan di mana terdapat deretan gunung api sehingga tidak mengherankan kalau negara yang dilewati cincin api ini sering terjadi bencana. Hal ini menyebabkan banyaknya fasilitas dan bangunan di Indonesia yang rusak diantaranya yakni jalanan aspal di Indonesia.

Berdasarkan data Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) panjang jalan di Indonesia mencapai 537.838 km. Jumlah tersebut terdiri dari 47.017 km merupakan jalan nasional (kewenangan pemerintah pusat), 55.416 km di bawah kewenangan pemerintah provinsi, dan 435.405 km merupakan kewenangan pemerintah kabupaten/kota. Berdasarkan kondisi jalan, sepanjang 180.224 km (33,5%) jalan di Indonesia dalam keadaan rusak. Di mana 86.605 km dalam keadaan rusak ditambah 93.619 km rusak berat. Sedangkan jalan yang dalam keadaan sedang mencapai 115.127 km (21,4%) dan yang dalam keadaan baik 242.487 km (45%). Jalanan yang rusak tersebut sangat banyak sehingga apabila dilakukan perbaikan, limbah aspal beton hasil

perbaikan jalan biasanya hanya ditumpuk dipinggir jalan atau di jual lagi sebagai urugan dengan harga yang murah.

Di zaman era globalisasi yang semakin maju ini menimbulkan perkembangan teknologi konstruksi yang semakin pesat. Perkembangan teknologi konstruksi diperlukan agar kebutuhan akan bahan yang dibutuhkan tersedia dengan mudah dan cepat. Namun, dalam perkembangan teknologi konstruksi menimbulkan beberapa sisi positif maupun negatif dalam pelaksanaannya. Beton adalah salah satu teknologi konstruksi dalam disiplin ilmu bahan yang selalu berkembang hingga saat ini. Sering kali bahan-bahan yang diperlukan untuk pembuatan beton dieksplorasi secara masif diberbagai daerah yang akhirnya menimbulkan kerusakan alam. Contohnya kerikil yang digunakan sebagai agregat kasar untuk membuat beton merupakan bahan yang di dapatkan dari alam sehingga dibutuhkan bahan alternative untuk mengurangi penggunaan kerikil sebagai agregat kasar. Dengan melihat permasalahan itu maka limbah aspal beton seharusnya mampu untuk mengganti kerikil sebagai agregat kasar pada pembuatan beton. Beton ini akan dibuat dengan mencampur antara limbah aspal beton dengan kerikil sebagai agregat kasarnya sehingga dapat mengurangi penggunaan kerikil dan bisa mendaur ulang limbah aspal beton yang jarang digunakan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan dari uraian latar belakang yang telah dikemukakan, maka masalah pokok yang dijadikan kajian penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh penambahan limbah aspal beton pada campuran beton sebagai bahan tambah agregat kasar dengan variasi 0%, 3%, 5%, dan 7% ditinjau dari perbandingan nilai kuat tekan beton?
2. Berapakah nilai persentase optimum dari variasi campuran beton berbahan tambah limbah aspal beton 0%, 3%, 5%, dan 7% yang menghasilkan nilai kuat tekan beton maksimal?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan limbah aspal beton pada campuran beton sebagai bahan tambah agregat kasar dengan variasi 0%, 3%, 5%, dan 7% ditinjau dari perbandingan nilai kuat tekan beton.
2. Mengetahui nilai persentase optimum dari variasi campuran beton berbahan tambah limbah aspal beton 0%, 3%, 5%, dan 7% yang menghasilkan nilai kuat tekan beton maksimal.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat meningkatkan nilai tambah dan nilai guna limbah aspal beton.
2. Dapat mengurangi dampak eksploitasi alam berlebihan.
3. Menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya dalam hal pemilihan bahan campuran beton yang dapat digunakan pada kalangan masyarakat.

### **1.5 Batasan Masalah**

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian ini, maka diperlukan batasan-batasan masalah yaitu sebagai berikut :

1. Pengujian kuat tekan beton pada umur 7, 14, dan 28 hari.
2. Benda uji yang digunakan adalah silinder berukuran 10 x 20 cm.
3. Slump yang digunakan adalah  $\pm 12$  cm.
4. Kadar penggunaan limbah aspal beton adalah 0%, 3%, 5%, dan 7% dari berat total agregat kasar alami.
5. Tidak meneliti lebih lanjut faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton dan modulus elastisitas.
6. Tidak membahas secara detail mengenai reaksi kimia yang terjadi pada campuran terhadap bahan-bahan yang digunakan.

## 1.6 Keaslian Penelitian

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, penulis menemukan 2 judul penelitian tentang penggunaan material yang berkaitan dengan pembuatan beton normal yang mempengaruhi kuat tekan beton. Berikut tabel perbandingan dengan penelitian terdahulu adalah sebagai berikut:

**Table 1.1.** Penelitian terkait dengan judul penelitian

<b>PENELITI</b>	A. Arman, Mulyati	Revisdah, Ririn Utari	Giovano Martland, Risty Mavonda P, Yurista Vipriyanti	Arnas
<b>TAHUN PENELITIAN</b>	2014	2018	2011	2021
<b>JUDUL PENELITIAN</b>	Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Agregat Kasar dan Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton Normal	Pemanfaatan Limbah Keramik Terhadap Kuat Tekan Beton	Pemilihan Alternatif Pemanfaatan Limbah Aspal dengan Menggunakan Analisis Hierarchy Process	Pengaruh Limbah Aspal Beton Sebagai Bahan Tambah Agregat Kasar pada Pembuatan Beton

<b>VARIABEL PENELITIAN</b>	Cetakan kubus (15 x 15 x 15) cm	Cetakan kubus, (15 x 15 x 15) cm	-	Cetakan silinder, 10 cm x 20 cm
	Limbah Beton sebagai bahan substitusi pembuatan beton normal	Limbah keramik sebagai bahan tambah pembuatan beton normal	Limbah aspal sebagai bahan alternatif daur ulang perkerasan jalan, penggunaan aspal buton, bahan integral waterproofing dan meningkatkan mutu aspal dengan bahan alami.	Limbah aspal beton sebagai bahan tambah campuran beton
	Variasi campuran limbah beton, Agregat Kasar (0, 50, 60, 70, dan 80)%, Agregat Halus (0, 50, 60, 70, dan 80)%	Variasi campuran limbah keramik 0%, 8%, 10%, 12%, 14%, 16%, 18%, dan 20%	Daur ulang aspal, Penggunaan aspal buton, Digunakan sebagai integral waterproofing, dan Meningkatkan mutu	Variasi campuran aspal beton 0%, 3%, 5%, dan 7%



			aspal dengan bahan alami	
	Metode yang digunakan menghancurkan limbah beton untuk mendapatkan ukuran agregat kasar yang diinginkan.	Metode yang digunakan menghancurkan limbah keramik untuk mendapatkan ukuran agregat kasar yang diinginkan.	Metode yang digunakan yakni menganalisis dan mengidentifikasi alternatif yang paling efektif	Metode yang digunakan menghancurkan limbah aspal beton untuk mendapatkan ukuran agregat kasar yang diinginkan.
	Pengujian kuat tekan beton	Pengujian kuat tekan beton	-	Pengujian kuat tekan beton
	Pengujian pada umur beton 7, 14, 21, 28 hari	Pengujian pada umur beton 28 hari	-	Pengujian pada umur beton 7, 14, dan 28 hari

	-	-	-	Perawatan <i>wet curing</i>
<b>METODE PENELITIAN</b>	Mix Design yang digunakan metode SK SNI T-15-1990-03	Mix Design yang digunakan metode SK SNI T-15-1990-03	Metode yang digunakan Analysis Hierarchy Process (AHP)	Mix Design yang digunakan metode SNI 7656:2012

Sumber: Analisis Penulis, 2021

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan disusun agar pembahasan lebih terarah dan tetap menjurus pada pokok permasalahan serta kerangka isi. Dalam penelitian ini sistematika penulisan disusun dalam lima bagian yang secara berurutan menerangkan hal-hal sebagai berikut:

### **BAB I. PENDAHULUAN**

Merupakan bab pendahuluan yang menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan. Pada bagian ini diharapkan akan diperoleh gambaran tentang betapa pentingnya penelitian ini dilakukan sehingga akan diperoleh data – data yang terkait dalam pencapaian tujuan penelitian.

### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini menyajikan teori secara singkat dan gambaran umum mengenai beton, bahan penyusun beton, limbah aspal beton, kuat tekan, metode perawatan beton, dan penelitian terkait.

### **BAB III. METODE PENELITIAN**

Pada bab ini menyajikan bahasan mengenai jenis penelitian, lokasi dan waktu penelitian, instrumen penelitian, variabel penelitian, metode pengambilan data, metode analisis data, dan alur penelitian.

### **BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini menyajikan hasil analisis perhitungan data – data yang diperoleh dari percobaan di laboratorium serta pembahasan dari hasil pengujian yang diperoleh dalam bentuk tabel, gambar, dan grafik.

### **BAB V. PENUTUP**

Pada bab ini berisikan kesimpulan dari hasil analisis masalah serta saran – saran yang diusulkan.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Beton

##### 2.1.1 Pengertian Beton

Beton merupakan ikatan dari material pembentuk yang terdiri dari campuran semen, air, agregat (kasar dan halus). Bahan air dan semen disatukan akan membentuk pasta semen, dan berfungsi sebagai bahan pengikat, sedangkan agregat halus dan agregat kasar sebagai bahan pengisi. Agregat halus berfungsi sebagai pengisi rongga antara agregat kasar. Bahan dipilih sesuai dengan ketentuan yang ada, dicampur dengan perbandingan tertentu dan digunakan sedemikian rupa untuk menghasilkan beton yang diinginkan. Kualitas pemilihan dari bahan akan mempengaruhi beton, karena terdapat banyak faktor yang menuntut dari beton, yaitu dari segi bentuk, kualitas dan mutu dari beton yang dihasilkan serta diperlukan juga pencampuran yang merata. Pencampuran bahan-bahan yang merata akan bersifat homogen yaitu saling mengikat dan mengisi antara semua bahan pada waktu dilaksanakan pengecoran dan pencetakan beton.

##### 2.1.2 Sifat Beton

Menurut (Tjokrodimuljo, 2007) beton memiliki beberapa sifat yang dimiliki dan sering di gunakan untuk acuan adalah sebagai berikut:

###### 2.1.2.1. Kekuatan

Beton memiliki sifat getas sehingga beton memiliki kuat tekan yang tinggi namun gaya tarik yang rendah. Kuat tekan beton merupakan salah satu sifat yang paling berpengaruh.

**Table 2.1.** Beton menurut kuat tekannya

Jenis Beton	Kuat Tekan (Mpa)
Beton sederhana	$\leq 10$ Mpa
Beton normal	15 - 30 Mpa

Beton pra tegang	30 - 40 Mpa
Beton kuat tekan tinggi	40 - 80 Mpa
Beton kuat tekan sangat tinggi	> 80 Mpa

Sumber : Tjokrodinuljo, 2007

Uji tekan beton pengujian kuat tekan dari beton biasanya lebih dikenal dengan pengujian “Beton Inti” (SNI 03-3403-1994). Alat uji yang digunakan adalah mesin tekan dengan kapasitas dari 2000 kN sampai dengan 3000 kN. Pemberian beban uji harus dilakukan bertahap dengan penambahan beban uji yang konstan berkisar antara 0,2 N/mm<sup>2</sup> sampai 0,4 N/mm<sup>2</sup> per detik hingga benda uji hancur. Bila beton yang diambil berada dalam kondisi kering selama masa layannya, benda uji silinder beton (hasil bor inti) harus diuji dalam kondisi kering. Bila beton yang diambil berada dalam kondisi sangat basah selama masa layannya, maka silinder harus direndam dahulu minimal 40 jam dan diuji dalam kondisi basah.



**Gambar 2.1.** Alat uji tekan beton

(Sumber: Geolabnemo.com)

#### 2.1.2.2. Berat jenis

**Table 2.2.** Berat jenis beton

Jenis beton	Berat jenis	Pemakaian
Beton sangat ringan	< 1,00	Non struktural

Beton ringan	1,00 - 2,00	Struktur ringan
Beton normal	2,30 - 2,50	Struktur
Beton berat	> 3,00	Perisai sinar X

Sumber : Tjokrodinuljo, 2007

Melalui tabel diatas dapat dilihat pengaruh berat jenis beton terhadap penggunaannya pada konstruksi bangunan. Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa berat jenis beton normal atau struktural adalah 2300- 2500 kg/m<sup>3</sup>.

#### 2.1.2.3. Modulus elastisitas beton

Modulus elastisitas beton bergantung pada campuran agregat dan pastanya. Persamaan modulus elastisitas beton disimpulkan sebagai berikut:

$$Ee = (We)^{1,5} \times 0,043 \sqrt{f'c} \quad \text{untuk } We = 1,5 - 2,5 \dots \dots \dots (1)$$

$$Ee = \sqrt{4700/f'c} \quad \text{untuk beton normal} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

Ee = Modulus Elastisitas Beton (MPa)

We = Berat jenis beton

F'c = Kuat tekan beton (MPa)

#### 2.1.2.4. Susutan pengerasan

Volume pada beton akan mengalami penyusutan setelah beton mengeras dibandingkan volume beton saat beton masih segar (belum keras). Hal ini terjadi karena adanya penguapan air pada beton. Unsur yang menyusut adalah pasta (semen) pada beton, hal ini dikarenakan faktor air yang digunakan pada semen menguap. Oleh karena itu dapat disimpulkan, semakin banyak pasta yang digunakan pada beton maka semakin besar penyusutan yang terjadi pada beton.

#### 2.1.2.5. Kerapatan air

Kerapatan air adalah daya tahan beton terhadap air. Pada beberapa konstruksi bangunan, beton diharapkan kedap air agar tidak



terjadi kebocoran. Contoh: dinding basement, tandon air, dll.

### 2.1.3 Kelebihan dan Kelemahan Beton

Menurut (Tjokrodimuljo, 2007) beton memiliki beberapa kelebihan antara lain:

1. Harga yang relatif lebih murah karena menggunakan bahan-bahan dasar yang umumnya mudah didapat.
2. Termasuk bahan yang awet, tahan panas, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, sehingga biaya perawatan menjadi lebih murah.
3. Mempunyai kuat tekan yang cukup tinggi sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan yang mempunyai kuat tarik tinggi dapat menjadi satu kesatuan struktur yang tahan tarik dan tahan tekan.
4. Pengerjaannya mudah karena beton dapat dibuat sesuai dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan.

Sedangkan menurut Tjokrodimuljo (2007), beton juga memiliki kekurangan, yaitu:

1. Bahan dasar penyusun beton agregat halus maupun agregat kasar bermacam-macam sesuai dengan lokasi pengambilannya, sehingga distribusi material tidak dapat merata setiap daerah.
2. Beton mempunyai beberapa kelas kekuatannya sehingga harus direncanakan sesuai dengan bagian bangunan yang akan dibuat.
3. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Namun hal ini dapat diatasi dengan menambahkan tulangan pada beton.

### 2.1.4 Material Penyusun Beton

#### 2.1.4.1. Semen

Semen *portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan menghaluskan *klinker* terutama terdiri dari *silikat calcium* yang bersifat hidrolis, dengan *gips* sebagai bahan tambahannya (SII 0013-1981). Semen *portland* diperoleh dengan membakar secara bersamaan suatu campuran dari *calcareous* (yang mengandung kalsium karbonat atau batu

gamping) dan *argillaceous* (yang mengandung alumina) dengan perbandingan tertentu (Tjokrodinuljo, 1996). Secara mudahnya kandungan semen *portland* adalah kapur, silika, dan alumina. Ketiga bahan tadi dicampur dan dibakar dengan suhu 1.550°C dan menjadi klinker. Setelah itu kemudian dikeluarkan, didinginkan, dan dihaluskan sampai halus seperti bubuk. Biasanya lalu klinker digiling halus secara mekanis sambil ditambahkan gips atau kalsium sulfat (CaSO<sub>4</sub>) kira-kira 2-4% sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan. Komposisi dari bahan utama pembuatan semen dapat dilihat pada Tabel 2.3.

**Table 2.3.** Komposisi Kimia dari OPC

Oksida	Komposisi (%)
Kapur (CaO)	60 – 67
Silika (SiO <sub>2</sub> )	17 – 25
Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3 – 8
Besi (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,5 – 6,0
Magnesia (MgO)	0,1 – 4,0
Sulfur (SO <sub>3</sub> )	1,3 – 3,0
Potash (Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O)	0,4 – 1,3

Sumber: Parthasarathi, 2017

Perubahan komposisi kimia semen, yang dilakukan dengan cara mengubah persentase 4 komponen utama semen, dapat menghasilkan beberapa jenis semen sesuai dengan tujuan pemakaiannya. Standar industri di Amerika (ASTM) maupun Indonesia (SNI) mengenal 5 jenis semen yaitu :

- a. Jenis I, yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus.
- b. Jenis II, yaitu semen portland untuk penggunaan yang memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang.
- c. Jenis III, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi.

- d. Jenis IV, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya menuntut panas hidrasi yang rendah.
- e. Jenis V, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang sangat baik terhadap sulfat.

Jenis-jenis sement portland beserta sifat-sifatnya selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.4.

**Table 2.4.** Jenis – jenis Semen Portland dengan Sifat – sifatnya.

Tipe Semen	Sifat Pemakaian	Kadar Senyawa (%)				Kehalusan Blaine (m <sup>2</sup> /kg)	Kuat 1 hari (kg/cm <sup>3</sup> )	Panas Hidrasi (J/kg)
		C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF			
I	Umum	50	24	11	8	350	1000	330
II	Modifikasi	42	33	5	13	350	900	250
III	Kekuatan awal tinggi	60	13	9	8	450	2000	500
IV	Panas hidrasi rendah	25	50	5	12	300	450	210
V	Tahan sulfat	40	40	9	9	350	900	250

Sumber: Paul Nugraha, 2007

#### 2.1.4.2. Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar dan beton (Samekto, 2001). Agregat menempati 70-75% dari total volume beton, maka kualitas agregat akan sangat mempengaruhi kualitas beton, tetapi sifat-sifat ini lebih bergantung pada faktor-faktor seperti bentuk, dan ukuran butiran pada jenis batuanannya (Yunus, 2010). Menurut Tjokrodinuljo (1996), pemilihan agregat sangat mempengaruhi, karena karakteristik agregat akan berpengaruh pada sifat beton. Agregat sendiri berfungsi sebagai *filler* atau pengisi pada beton.

Butiran mineral yang dimaksud adalah suatu bahan yang

berasal dari butir-butir pecahan batu, pasir, atau mineral lain. Mineral yang digunakan dapat berbentuk mineral padat berukuran besar maupun fragmen-fragmen.

Faktor lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan agregat adalah gradasi atau distribusi ukuran butir agregat, karena bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang seragam berakibat volume pori lebih besar tetapi bila ukuran butirnya bervariasi maka volume pori pada beton akan menjadi kecil. Hal ini disebabkan butir yang lebih kecil akan mengisi pori di antara butiran yang lebih besar. Agregat sebagai bahan penyusun beton diharapkan mempunyai kepekatan yang tinggi, sehingga volume pori dan bahan pengikat yang dibutuhkan lebih sedikit.

Pada umumnya agregat dibedakan menjadi dua macam tergantung dari gradasi butirnya yakni :

1. Agregat Kasar (Kerikil/Chipping)

Agregat kasar diperoleh dengan memecah batu menjadi berukuran sesuai dengan yang diinginkan dengan cara meledakkan, memecah, menyaring, dan seterusnya. Agregat disebut agregat kasar apabila ukuran butiran antara 5 mm sampai 40 mm.

Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton, keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar harus bersih dari bahan-bahan organik, dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan gel semen (Nawy 1998 : 13).

**Table 2.5.** Batas Gradasi Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	% Berat Butir yang Lewat Ayakan		
	4,8 - 38	4,8 - 19	4,8 - 9,6
38	95 - 100	100	100
19	35 - 70	95 - 100	100
9,6	10 - 40	30 - 60	50 - 85

4,8	0 - 5	0 - 10	0 - 10
-----	-------	--------	--------

Sumber: SNI 03-2834-1993

## 2. Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir olahan, atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Agregat akan dikategorikan sebagai agregat halus jika ukuran butiran antara 0,15 mm sampai 5 mm.

Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan no. 100 atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton (Edward G. Nawy hal : 14). Agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil disintegrasi 'alami' batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm (SK SNI 03-2487-2002).

**Table 2.6.** Batas Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	% Berat Butiran yang Lewat Ayakan			
	Zona I (Pasir Kasar)	Zona II (Pasir Agak Kasar)	Zona III (Pasir Agak Halus)	Zona IV (Pasir Halus)
10	100	100	100	100
4,8	90 - 100	90 - 100	90 - 100	90 - 100
2,4	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1,2	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0,6	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0,3	5 - 20	8 - 30	12 - 40	5 - 50
0,15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

Sumber: SK SNI 03-2847-2002

### 2.1.4.3. Air

Air merupakan bahan penyusun beton yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen, yang juga berfungsi sebagai pelumas antara butiran-butiran agregat agar dapat dikerjakan dan dipadatkan. Proses hidrasi dalam beton segar membutuhkan air kurang lebih 25% dari berat semen yang digunakan. Kelebihan air dari proses hidrasi

diperlukan untuk syarat-syarat kekentalan (*consistency*), agar dapat dicapai suatu kelecakan yang baik. Kelebihan air ini selanjutnya akan menguap atau tertinggal di dalam beton yang sudah mengeras, sehingga menimbulkan pori-pori.

Syarat-syarat air untuk pekerjaan beton menurut PBI 1971 Bab 3.6. adalah:

1. Air untuk perawatan dan pembuatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, bahan-bahan organis atau bahan-bahan lain yang merusak beton dan/atau baja tulangan. Dalam hal ini sebaiknya dipakai air bersih yang dapat diminum.
2. Apabila terdapat keragu-raguan mengenai air, dianjurkan untuk mengirimkan contoh air itu ke lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui untuk di selidiki sampai seberapa jauh air itu mengandung zat-zat yang dapat merusak beton atau tulangan.
3. Apabila pemeriksaan contoh air seperti disebut dalam ayat (2) itu tidak dapat dilakukan, maka dalam hal adanya keragu-raguan mengenai air harus diadakan percobaan perbandingan antara kekuatan tekan campuran beton dengan air tersebut dan dengan air suling. Air tersebut dapat dipakai apabila kekuatan tekan pada umur 7-28 hari paling sedikit adalah 90% dengan kekuatan tekan dengan menggunakan air suling pada umur yang sama.
4. Jumlah air yang digunakan untuk membuat adukan beton dapat ditentukan dengan ukuran isi atau ukuran berat dan harus dilakukan setepat-tepatnya.

#### 2.1.4.4. Bahan Tambah (*Admixture*)

Bahan tambah (*admixture*) adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. (Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton, SK SNI S-18-1990-03).

*Admixture* atau bahan tambah yang didefinisikan dalam *Standard Definitions of Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates* (ASTM C.125-1995:61) dan dalam *Cement and Concrete Terminology* (ACI SP-19) adalah sebagai material selain air, agregat dan semen hidrolis yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, mempercepat pengerasan, menambah kuat tekan, penghematan, atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi.

#### 2.1.5 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton sering disebut juga sebagai kuat desak beton. Kuat tekan beton merupakan kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2005). Kekuatan tekan beton dapat dicapai sampai 1000 kg/cm<sup>2</sup> atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan (Hernando, 2009).

Adapun hal-hal yang mempengaruhi kuat tekan beton yaitu :

1. FAS atau faktor air semen, hubungan fas dengan kuat tekan beton adalah semakin rendah nilai fas maka semakin tinggi nilai kuat tekan beton. Tetapi pada kenyataannya pada suatu nilai fas tertentu semakin rendah nilai fas maka kuat tekan beton akan rendah. Hal ini terjadi karena jika fas rendah menyebabkan adukan beton sulit dipadatkan. Dengan demikian ada suatu nilai optimal yang menghasilkan kuat tekan beton yang maksimal.
2. Umur beton, kekuatan beton akan bertambah sesuai dengan umur beton tersebut. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton dipengaruhi oleh fas dan suhu perawatan. Semakin tinggi fas, maka semakin lambat kenaikan kekuatan betonnya, dan semakin tinggi suhu perawatan maka semakin cepat kenaikan kekuatan betonnya.

3. Jenis semen, kualitas pada jenis-jenis semen memiliki laju kenaikan kekuatan yang berbeda.
4. Efisiensi dari perawatan (curing), kehilangan kekuatan sampai 40% dapat terjadi bila terjadi pengeringan terjadi sebelum waktunya. Perawatan adalah hal yang sangat penting pada pekerjaan dilapangan dan pada pembuatan benda uji.
5. Sifat agregat, dalam hal ini kekerasan permukaan, gradasi, dan ukuran maksimum agregat berpengaruh terhadap kekuatan beton.

Menurut Polii (2015), kuat tekan beton didapatkan dengan menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder sampai hancur. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan-tegangan tekan tertinggi ( $f'_c$ ) yang dicapai benda uji pada umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan yang dinyatakan dengan satuan N/mm<sup>2</sup> atau MPa (Mega Pascal).

Nilai uji tekan yang diperoleh dari setiap benda uji akan sering berbeda cukup jauh karena beton merupakan material heterogen, yang kekuatannya dipengaruhi oleh proporsi campuran, bentuk dan ukuran, komposisi material pembentuk beton, perbandingan air semen dan kepadatan, umur beton, jenis dan jumlah semen, sifat agregat, kecepatan pembebanan serta kondisi pada saat pengujian. Menurut PBI-1971, hubungan antara umur dan kekuatan tekan beton dapat dilihat pada tabel 2.8.

**Table 2.7.** Hubungan antara Umur dan Kuat Tekan Beton

<b>Umur ( Hari )</b>	<b>Kuat Tekan Beton (%)</b>
3	40
7	65
14	88
21	95
28	100



90	120
365	135

**Table 2.8.** Komposisi Material Adukan Beton

No	Berat Material (Kg)				W/C Ratio	Total Berat (Kg)	Mutu
	Semen	Pasir	Kerikil	Air(L)			
1	247	869	999	215	0.87	2.330	K 100
2	276	828	1012	215	0.78	2.330	K 125
3	299	799	1017	215	0.72	2.330	K 150
4	326	760	1029	215	0.66	2.330	K 175
5	352	731	1031	215	0.61	2.330	K 200
6	371	698	1047	215	0.58	2.330	K 225
<b>7</b>	<b>384</b>	<b>692</b>	<b>1039</b>	<b>215</b>	<b>0.56</b>	<b>2.330</b>	<b>K 250</b>
8	406	684	1026	215	0.53	2.330	K 275
9	413	681	1021	215	0.52	2.330	K 300
10	439	670	1006	215	0.49	2.330	K 325
11	448	667	1000	215	0.48	2.330	K 350

Sumber : SNI 7394:2008

Tabel diatas menjadi acuan komposisi material adukan beton yang akan digunakan untuk membuat campuran beton dengan target mutu yang diinginkan. Mutu yang digunakan sebagai acuan pada penelitian ini adalah mutu K-250 (20,75 Mpa).

#### 2.1.6 Penyerapan Air Pada Beton

Pada sebuah beton terdapat selisih perbedaan penyerapan air pada permukaan beton dan penyerapan air di dalam beton. Selain itu, penyerapan air permukaan yang tinggi hanya mengurangi kuat tekan selimut beton. Seluruh kekuatan tekan beton tergantung pada kedua permukaan dan struktur dalam beton. Oleh karena itu dapat disimpulkan kekuatan beton tidak dapat dievaluasi oleh penyerapan air. Penyerapan air pada beton dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$P_A = \frac{B_b - B_a}{B_a} \times 100 \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

$P_A$  = Penyerapan air(%)

$B_a$  = Berat awal beton (kg)

$B_b$  = Berat setelah perendaman (kg)

### 2.1.7 Perawatan Beton

Perawatan beton ialah suatu tahap akhir pekerjaan pembeconan, yaitu menjaga agar permukaan beton segar selalu lembab, sejak dipadatkan sampai proses hidrasi cukup sempurna (kira-kira selama 28 hari). Kelembaban permukaan beton itu harus dijaga agar air didalam beton segar tidak keluar. Hal ini untuk menjamin proses hidrasi semen (reaksi semen dan air) berlangsung dengan sempurna. Bila hal ini tidak dilakukan, maka akan terjadi proses penguapan air oleh udara panas dari permukaan beton segar, sehingga air dari dalam beton segar mengalir keluar, dan beton segar kekurangan air untuk hidrasi, sehingga timbul retak-retak pada permukaan betonnya (Tjokrodimuljo, 2007 ).

Menurut SNI-2493-2011 perawatan benda uji beton di laboratorium dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Menutup beton setelah pekerjaan akhir

Untuk menghindari penguapan air dari beton yang belum mengeras, benda segera ditutup setelah pekerjaan akhir, lebih dipilih plat yang tak menyerap dan reaktif atau lembaran plastik yang kuat, awet dan kedap air.

2. Pembukaan cetakan 24 jam ± 8 jam setelah pencetakan

3. Lingkungan perawatan beton

Benda uji tidak boleh diletakkan pada air mengalir atau air yang menetes. Rawat silinder beton struktur ringan sesuai dengan SNI 03-3402-1994.

Menurut Muharrahm (2012), ada dua metode dalam perawatan beton, diantaranya sebagai berikut :

## 1. Wet Curing (Perawatan Basah)

Wet curing merupakan metode perawatan beton dengan menyelimuti beton dengan air untuk menghambat penguapan air pada adukan beton cor. Selain dengan mekanisme di atas pekerjaan perawatan dengan wet curing ini dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu :

- a. Menaruh beton segar dalam ruangan lembab
- b. Menaruh beton segar dalam genangan air
- c. Menaruh beton segar dalam air
- d. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah
- e. Menyirami permukaan beton secara kontinyu
- f. Melapisi permukaan beton dengan air dengan melakukan compound

## 2. Dry Curing (Perawatan Kering)

Perawatan ini dilaksanakan dengan memberikan selaput tipis yang dibentuk dari bahan kimia yang biasa disebut dengan membran curing. Membran curing adalah selaput penghalang yang terbentuk dari cairan kimia yang berguna untuk menahan penguapan air dari beton. Bahan kimia yang dipakai harus sudah mengering dalam waktu 4 jam setelah disemprotkan sehingga permukaan beton akan rata dan tidak terkerut dan tidak meninggalkan warna pada beton. Metode ini sering digunakan pada perkerasan jalan serta daerah yang sulit mendapatkan air serta untuk mempermudah pelaksanaan terutama untuk posisi yang vertical dan memiliki lokasi yang sempit sehingga tidak memerlukan banyak tenaga kerja.

### 2.1.8 Pola Retak Pada Beton

Jenis pola retak dalam ASTM C39/C39M-14 *Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens* tahun 2014 terbagi atas beberapa tipe, yaitu:

#### 1. Pola retak kerucut (cone)

Tipe retakan ini merupakan tipe yang umum, pembebanan pada

benda uji terdistribusi secara merata.

2. Pola retak kerucut dan belah (cone and split)

Tipe retakan ini tidak homogenya adukan/agregat kasar saat pembuatan benda uji sehingga pembebanan yang tidak terdistribusi dengan baik.

3. Pola retak memanjang (columnar)

Bisa terjadi akibat pembebanan yang tidak terdistribusi dengan baik, misalnya karena ada kotoran pada mesin uji tekan atau permukaan benda uji yang tidak rata.

4. Pola retak geser (diagonal)

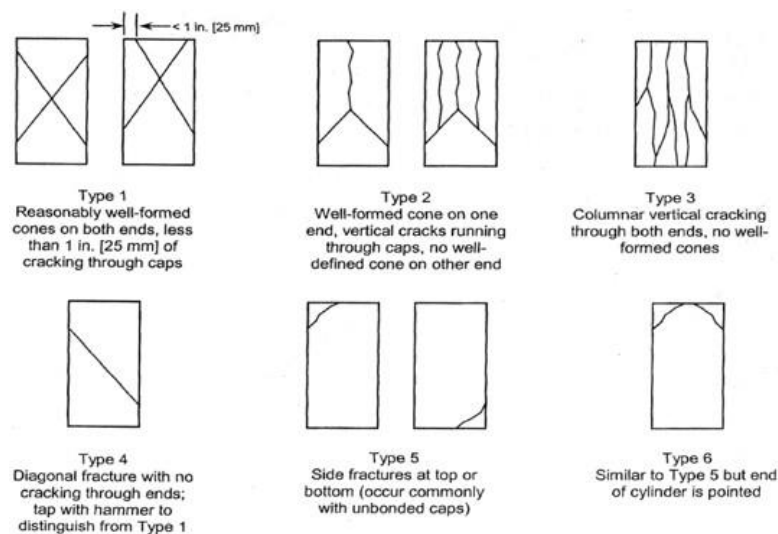
Tipe retakan ini mengindikasikan bahwa pembebanan yang diberikan oleh mesin uji tekan tidak merata. Apabila hasil pengujian tekan pada benda uji banyak yang seperti ini maka perlu dilakukan kalibrasi atau pemeriksaan ulang terhadap mesin uji kuat tekan.

5. Pola retak sisi atas dan bawah (side fractures at top and bottom)

Tipe retak ini terjadi pada benda uji dengan *unbonded capping*.

6. Pola retak sama dengan tipe 5 dengan retak sisi atas pada titik tengah

Kurang lebih sama dengan tipe 5, tipe ini juga terjadi pada benda uji *unbonded capping*.



**Gambar 2.2.** Pola Retak Pada Beton

(Sumber: ASTM C39/C39M-14)

## 2.2 Aspal Beton

Sukirman (2007) menyampaikan bahwa aspal beton atau beton aspal adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Material-material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampuran pada suhu tertentu. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang digunakan. Jika menggunakan aspal semen, maka suhu pencampuran umumnya antara 145°C - 155°C, sehingga disebut beton aspal campuran panas.

### 2.2.1 Bahan Penyusun Aspal Beton

#### 2.2.1.1. Aspal

Aspal menurut Sukirman (2007) diartikan sebagai material perekat, berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Aspal merupakan material yang umum digunakan untuk bahan pengikat agregat, oleh karena itu seringkali bitumen disebut pula sebagai aspal. Secara fisik aspal keras atau aspal semen adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampt agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun.

#### 2.2.1.2. Agregat

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat atau sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar berupa fragmen – fagmen. (Djanasudirja,1984 dalam Sukirman, 2007). Spesifikasi Umum Bina Marga (2010) Revisi 3 membagi agregat menurut ukuran butirannya menjadi :

#### 2.2.1.3. Agregat Kasar

Fraksi Agregat untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No.4 (4,75 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki

lainnya.

#### 2.2.1.4. Agregat Halus

Agregat halus dari sumber manapun, harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah lolos ayakan No.4 (4,75 mm).

### 2.2.2 Karakteristik Aspal Beton

#### 2.2.2.1. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan dalam menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk seperti gelombang, alur, dan bleeding. Kebutuhan akan stabilitas dengan fungsi jalan, dan beban lalu lintas yang akan dilayani. Jalan yang akan melayani volume lalu lintas tinggi dan dominan terdiri dari kendaraan berat, membutuhkan perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi. Sebaliknya perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk melayani lalu lintas kendaraan ringan tentu tidak perlu mempunyai nilai stabilitas yang tinggi.

#### 2.2.2.2. Keawetan (Durabilitas)

Keawetan atau durabilitas adalah kemampuan beton aspal menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air, atau perubahan temperatur.

#### 2.2.2.3. Kelenturan (Fleksibilitas)

Kelenturan atau fleksibilitas adalah kemampuan beton aspal untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (konsolidasi / settlement ) dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar, tanpa terjadi retak. Penurunan terjadi akibat repetisi beban lalu lintas, ataupun penurunan akibat berat sendiri tanah timbunan yang dibuat diatas tanah asli. Fleksibilitas dapat ditingkatkan dengan kadar aspal yang tinggi.

#### 2.2.2.4. Tahan terhadap kelelahan (Fatigue Resistance)

Ketahanan terhadap kelelahan (fatigue resistance) adalah kemampuan beton aspal menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya perubahan bentuk dan retak. Hal ini dapat tercapai jika menggunakan kadar aspal yang tinggi.

#### 2.2.2.5. Kekesatan

Kekesatan atau ketahanan geser adalah kemampuan permukaan beton aspal terutama pada kondisi basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir, ataupun slip.

#### 2.2.2.6. Kedap Air (Impermeabilitas)

Kedap air (impermeabilitas) adalah kemampuan beton aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara ke dalam lapisan beton aspal. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal, dan pengelupasan selimut aspal dari permukaan agregat.

#### 2.2.2.7. Mudah Dikerjakan (Workability)

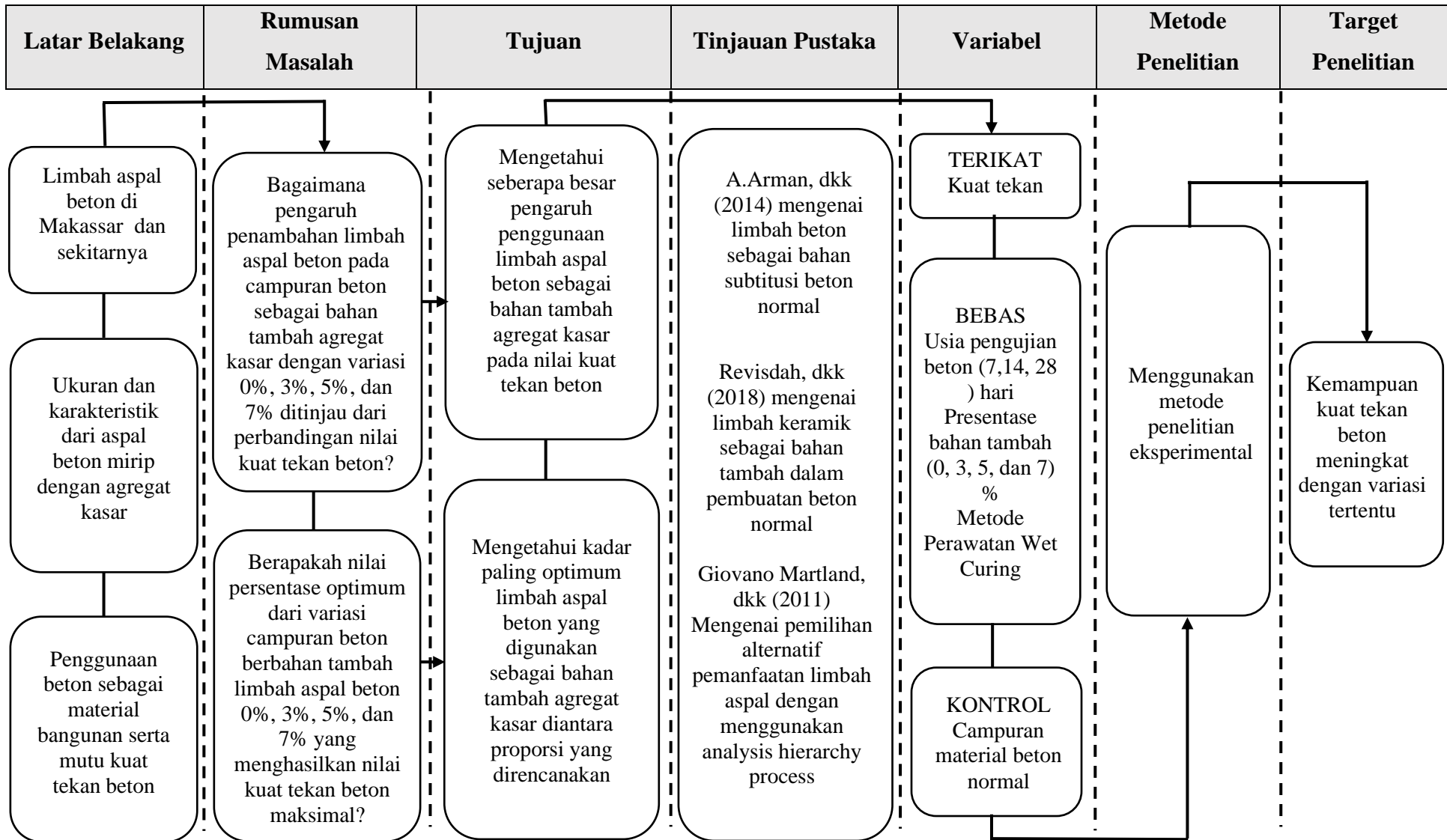
Mudah dikerjakan (workability) adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan. Tingkat kemudahan dalam pelaksanaan menentukan tingkat efisien dan pekerjaan.

### **2.3 Alur Penelitian**

#### 2.3.1 Alur Pikir Penelitian

Dalam penelitian ini, konsep utamanya adalah memanfaatkan limbah aspal beton di Kota Makassar dan sekitarnya dengan baik dan hasil yang maksimal terhadap kuat tekan beton.

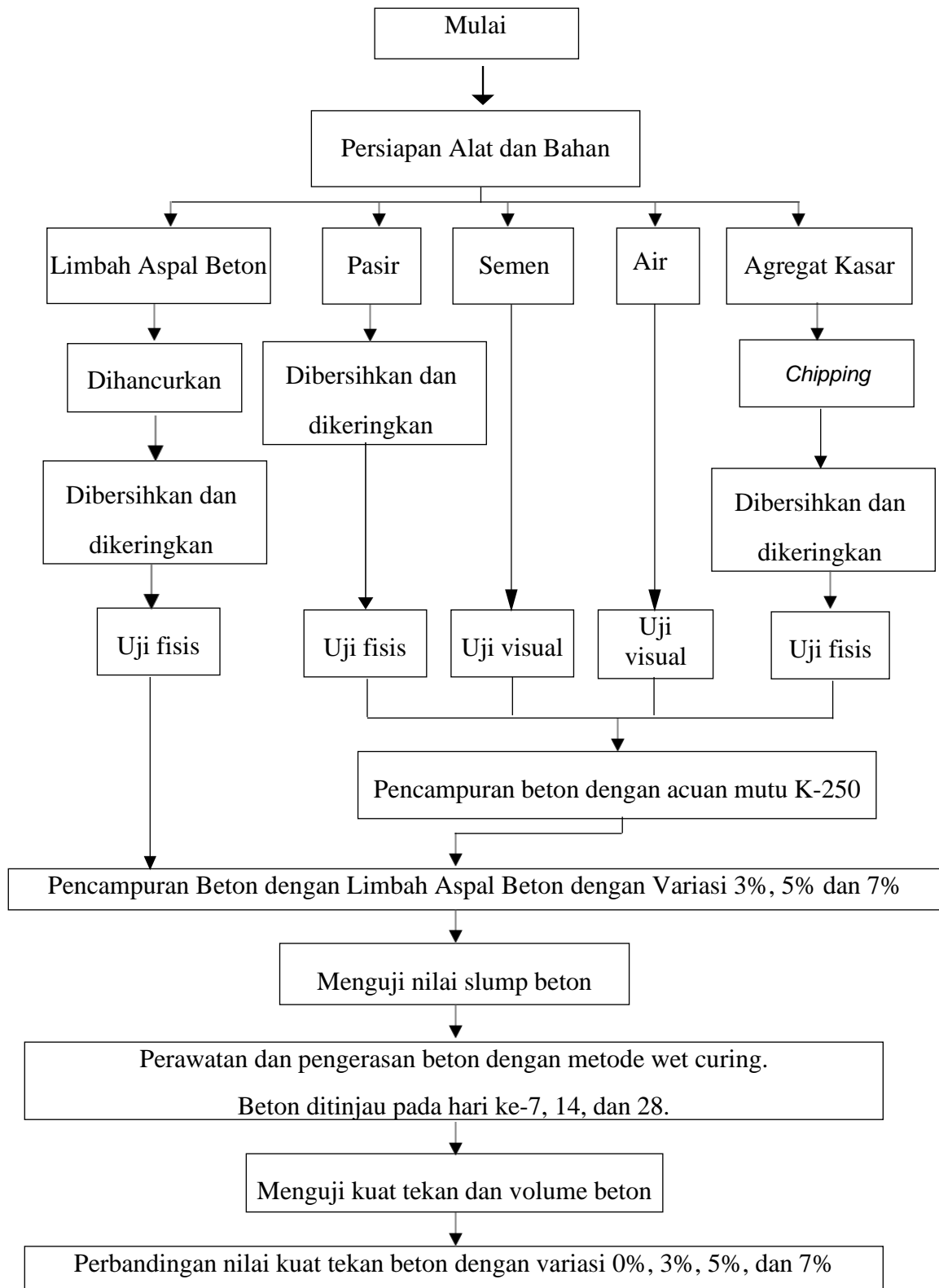
Limbah aspal beton ini akan dimanfaatkan sebagai material struktur sehingga pemanfaatannya bisa maksimal, dalam penelitian ini aspal beton ini akan digunakan sebagai bahan tambah dalam campuran beton yang akan digunakan dalam membuat beton dengan menggunakan variasi tertentu.



Gambar 2.3. Kerangka (Alur Pikir) Penelitian

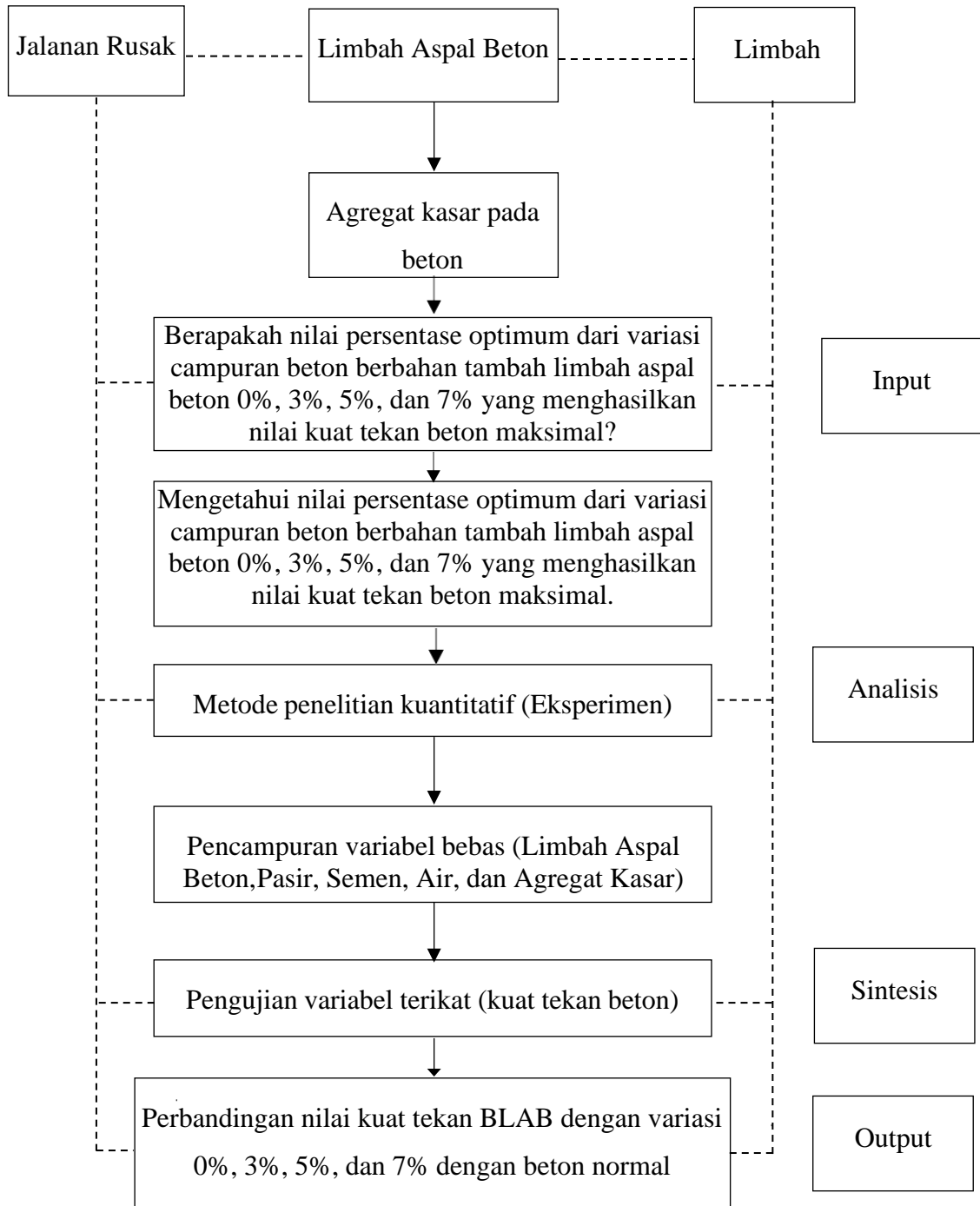


### 2.3.2 Alur Penelitian



**Gambar 2.4.** Bagan Alur Penelitian

### 2.3.3 Kerangka Pikir Penelitian



**Gambar 2.5.** Kerangka Pikir Penelitian

## 2.4 Jurnal Terkait

**Table 2.9.** Jurnal Terkait Penelitian

NO.	JUDUL	PENELITI	KESIMPULAN
1.	Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Agregat Kasar dan Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton Normal	A. Arman, Mulyati	Nilai kuat tekan beton rata-rata tertinggi pada umur 28 hari dari penggunaan limbah beton sebagai agregat kasar pada proporsi 60% dengan nilai kuat tekan 24,82 MPa, sedangkan dari penggunaan limbah beton sebagai agregat halus pada proporsi 80% dengan nilai kuat tekan 25,82 MPa.
2.	Pemanfaatan Limbah Keramik Terhadap Kuat Tekan Beton	Revisdah, Ririn Utari	Dari penambahan limbah keramik kuat tekan beton optimumnya terjadi pada persentase limbah keramik 14%.
3.	Pemilihan Alternatif Pemanfaatan Limbah Aspal dengan Menggunakan Analisis Hierarchy Process	Giovano Martland, Risty Mavonda P, Yurista Vipriyanti	Diperoleh alternatif efektif dalam pemanfaatan limbah aspal sesuai dengan kondisi alam dan menguntungkan jika diterapkan di Indonesia adalah sebagai berikut : (1) daur ulang aspal dengan nilai presentase sebesar 43,6% , memungkinkan daur ulang adalah alternatif terbaik diantara alternatif lainnya, (2) penggunaan aspal buton

			<p>dengan nilai presentase sebesar 26,7%, memungkinkan aspal yang biasa digunakan diganti dengan aspal buton, (3) penggunaan bahan alami dengan nilai presentase sebesar 16,4%, dan (4) dimanfaatkan sebagai integral waterproofing dengan nilai presentase sebesar 13,3%, hasil ini memungkinkan limbah aspal diolah menjadi integral waterproofing.</p>
--	--	--	---

*Sumber: Penulis, 2021*