

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental di laboratorium dengan tahapan pelaksanaan penelitian seperti terlihat pada Gambar 3-1.

#### 3.2. Tahapan Penelitian

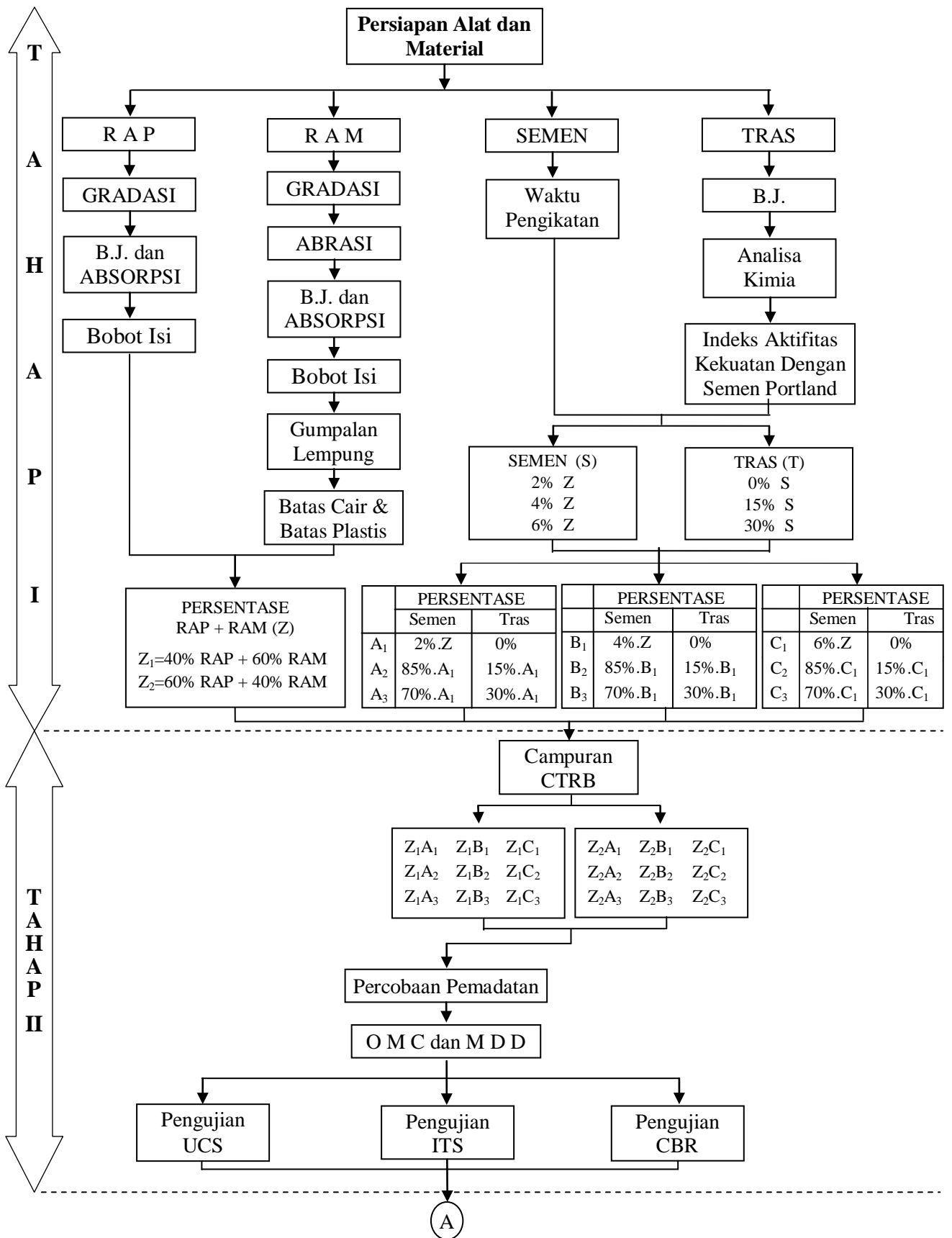
##### 3.2.1. Tahap I Pengujian Sifat-Sifat Fisik Material

Pada tahap ini pengujian laboratorium mulai dilakukan terhadap material jalan lama yang akan didaur ulang yaitu RAP dan RAM yang diambil dari beberapa lokasi proyek rehabilitasi jalan yaitu pada proyek ruas jalan Dawuan-Cikampek, dan ruas jalan Palimanan-Cidangpinggan di Jawa Barat dan pada proyek jalan M.T. Haryono di DKI Jakarta. Demikian juga terhadap material semen dan tras halus.

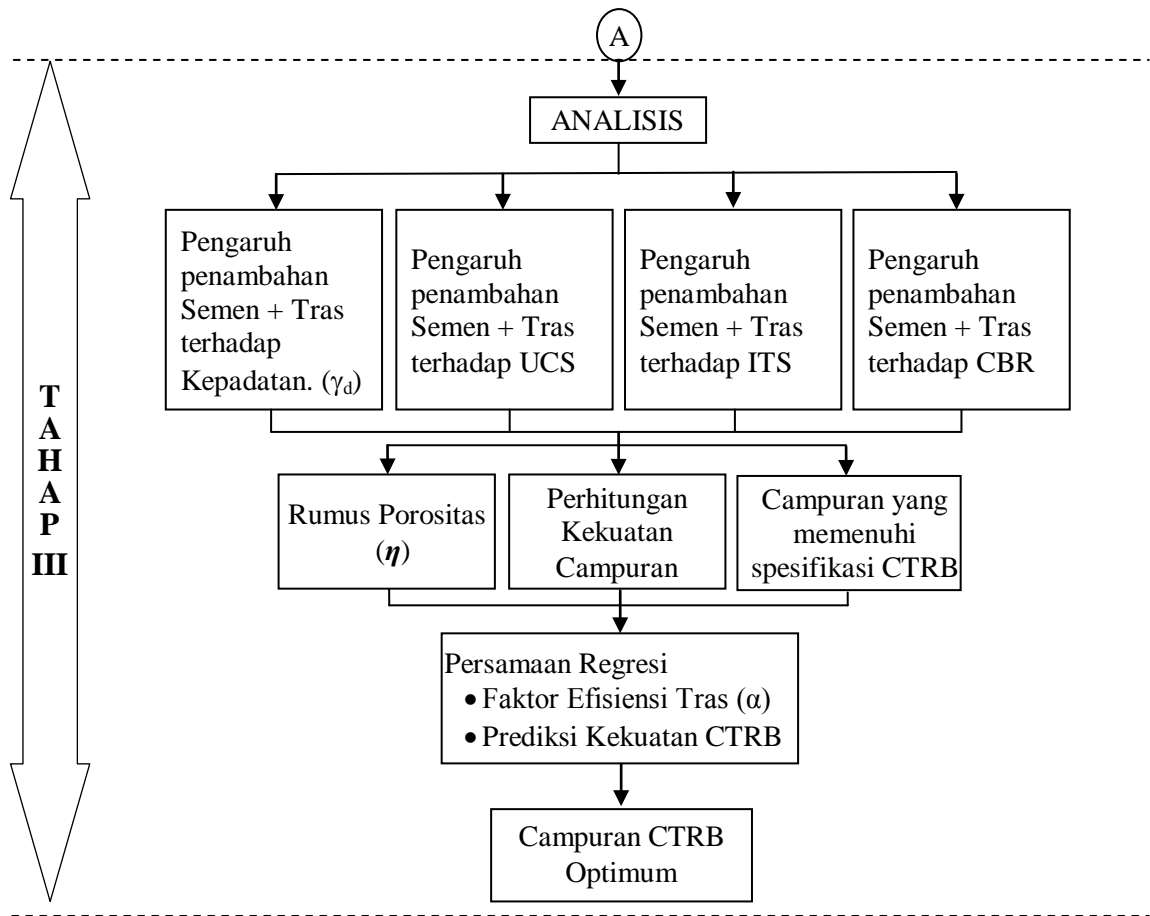
Adapun jenis-jenis pengujian yang akan dilakukan terhadap agregat kasar material RAP, RAM adalah seperti yang tercantum dalam Tabel 3.1. Sedangkan beberapa pengujian yang akan dilakukan terhadap material agregat halus RAP dan RAM adalah seperti yang tercantum pada Tabel 3.2. Pengujian sifat-sifat fisik semen seperti yang tercantum pada Tabel 3.3. dan Pengujian sifat-sifat fisik dari tras adalah sebagaimana yang tercantum pada Tabel 3.4.

**Tabel 3.1.** Pengujian Sifat-sifat Fisik Agregat Kasar Material RAP dan RAM

No.	Pengujian Agregat Kasar	RAP / RAM
		Standard
1.	Gradasi	SNI 03-1968-1990
2.	BJ dan Absorpsi	SNI 03-1969-2008
3.	Abrasi RAM	SNI 03-2417-2008
4.	Gumpalan Lempung	SNI 03-4141-1996
5.	Batas Cair	SNI 03-1967-1990
6.	Batas Plastis	SNI 03-1966-1990
7.	Bobot Isi	SNI 03-4804-1998



Gambar 3-1. Bagan Alir Penelitian



**Gambar 3-1.** Bagan Alir Penelitian (Lanjutan)

**Tabel 3.2.** Pengujian Sifat-sifat Fisik Agregat Halus Material RAP / RAM

No.	Pengujian Agregat Halus	RAP / RAM
1.	Gradasi	SNI 03-1968-1990
2.	BJ dan Absorpsi	SNI 03-1970-2008
3.	Batas Cair dan Batas plastis	SNI 03-1967-1990
4.	Kadar Air	SNI 03-1971-1990

**Tabel 3.3.** Pengujian Sifat-sifat Fisik Semen

No.	Pengujian	Standard
1.	Waktu Pengikatan	ASTM C 191
2.	<i>Specific gravity</i>	

**Tabel 3.4.** Pengujian Sifat-sifat Fisik Tras

No	Pengujian	Standard
1.	Gradasi	ASTM C 311-96a
2.	<i>Specific Gravity</i>	ASTM C 311-96a
3.	<i>Strength Activity Index</i>	ASTM C 311-96a

### 3.2.2. Tahap II Pengujian Sifat-Sifat Fisik dan Mekanik Campuran CTRB

Pada tahap ini percobaan Pemadatan dilakukan untuk menentukan kadar air optimum (*Optimum Moisture Content*, OMC) dan kepadatan kering maksimum (*maximum Dry Density*, MDD) dari campuran, mengikuti standar spesifikasi SNI 03-1742-1990 atau ASTM D1557 yaitu *Standard Test Methods for Laboratory Compaction characteristics of Soil Using Modified Effort* (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2,700 kN-m/m<sup>3</sup>) Method C. Masing-masing spesimen dicetak dalam cetakan silinder terdiri dari 5 (lima) lapisan dimana tiap lapisan dipadatkan dengan 25 tumbukan dengan penumbuk seberat 10 lb dengan tinggi jatuh 18 inci. Setelah masing-masing lapisan dipadatkan, pada bagian atas masing-masing lapisan dibuat agak kasar agar tercipta saling pengikatan diantara masing-masing lapisan. Pada lapisan terakhir ditambahkan 5 (lima) tumbukan untuk meratakan permukaan benda uji.

Hasil dari pengujian ini, yaitu kadar air optimum (OMC atau  $w$ ) dan kepadatan kering maksimum (MDD atau  $\gamma_d$ ) dari campuran CTRB dengan komposisi perbandingan 40% RAP : 60% RAM dan 60% RAP : 40% RAM dengan variasi kadar semen sebesar 2%, 4%, dan 6% terhadap berat total RAP dan RAM, dan variasi substitusi tras terhadap semen sebesar 0%, 15% dan 30% terhadap berat total semen dalam campuran, akan digunakan untuk menentukan sifat fisik dari kedua campuran CTRB tersebut. Total variasi campuran yang diuji untuk mendapatkan OMC dan MDD adalah sebanyak 18 variasi campuran. Setelah RAP, RAM dan semen dicampur secara merata maka air ditambahkan, penambahan air dihitung terhadap persen berat total RAP dan RAM. Setelah masing-masing material bercampur secara merata, pemadatan dapat dilakukan.

Dalam penelitian ini, variasi perbandingan RAP dan RAM masing-masing 40% RAP : 60% RAM dan 60% RAM : 40% RAM diambil berdasarkan pertimbangan bahwa Komposisi campuran 50% RAP dan 50% RAM tanpa penambahan material stabilisasi, menghasilkan kekakuan hampir sama dengan campuran 100% agregat pada *confining pressure* yang rendah dan pada *confining pressure* yang tinggi campuran yang mengandung RAP lebih kaku. Pada campuran RAP dan RAM yang distabilisasi dengan semen dimana persentase RAP  $\geq$  50% dengan kadar semen 4%-6% menghasilkan nilai UCS  $\geq$  300 psi yaitu nilai UCS yang disyaratkan untuk lapis pondasi yang distabilisasi dengan semen dan nilai ITS 40 psi, sedangkan pada kadar semen 2% - 3% terhadap berat RAP yang memenuhi standar ITS 40 psi

adalah berkisar 50%-75% (Yuan et al., 2010). Disamping itu, penelitian yang dilakukan oleh Taha et al. (2002) menyatakan bahwa campuran dengan persentase RAP  $\geq 70\%$  menghasilkan tebal lapis permukaan yang sama pada kadar semen 3%, 5% dan 7%. Demikian pula dengan tebal lapis pondasi dan lapis pondasi bawah. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, perbandingan kadar RAP dan RAM diambil 1 (satu) variasi  $> 50\%$  RAP yaitu 60% RAP : 40% RAM dan 1 variasi  $< 50\%$  RAP yaitu 40% RAP : 60% RAM. Kombinasi perbandingan RAP dan RAM dalam penelitian ini hanya terdiri dari 2 variasi saja karena keterbatasan material RAP dan RAM.

Variasi kadar semen yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 2%, 4% dan 6%. Persentase ini diambil berdasarkan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dimana persentase kadar semen yang biasa digunakan dalam campuran daur ulang untuk lapis pondasi adalah berkisar pada 1% - 7%, dimana pada kadar semen 4%, dengan beberapa variasi perbandingan RAP dan RAM memenuhi standar spesifikasi UCS dan ITS untuk campuran CTRB. Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, maksimum penambahan atau substitusi tras terhadap semen adalah 20%, sehingga dalam penelitian ini variasi substitusi tras terhadap semen diambil 15% dan 30% yaitu  $5\% < 20\%$  dan  $10 > 20\%$ .

Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap campuran CTRB berdasarkan *Mix-Design* yang diperoleh dari percobaan pemadatan, yakni untuk melihat sifat-sifat mekanik dari campuran CTRB yang disubstitusi parsial dengan tras, meliputi beberapa pengujian sebagaimana yang tercantum pada Tabel 3.5 berikut :

**Tabel 3.5.** Pengujian Campuran CTRB

No.	Pengujian	Standard
1.	UCS	SNI 03-1974-1990
2.	ITS	ASTM D 4123-82
3.	CBR	SNI 03-1744: 1989

- 1) Pengujian UCS dilakukan disamping untuk melihat kekuatan campuran CTRB sebelum dan setelah substitusi tras terhadap semen, juga untuk melihat pengaruh dari variabel-variabel porositas ( $\eta$ ), kadar material semen (semen dan tras) ( $C_{iv}^*$ ) serta ratio antara porositas-kadar material semen ( $\eta/C_{iv}^*$ ) terhadap kekuatan campuran ( $q_u$ ). Dimana hubungan tersebut dapat digunakan untuk menentukan rancangan campuran CTRB.
- 2) Pengujian ITS dilakukan untuk melihat ketahanan campuran terhadap tegangan tarik, dimana nilai ITS yang diperoleh akan dihubungkan dengan kemungkinan terjadinya susut pada material perkerasan yang dapat mengakibatkan *shrinkage cracking*. AASHTO, 86 menyatakan bahwa pengujian ITS dapat digunakan sebagai indikator untuk menyatakan ketahanan campuran semen terhadap retak akibat *drying shrinkage*. Pengujian ini perlu

untuk dilakukan mengingat lapis pondasi perkerasan jalan harus tahan terhadap retak untuk mencegah masuknya air dan partikel halus ke dalam badan jalan yang akan mengakibatkan berkurangnya kekuatan dan daya dukung perkerasan.

- 3) Pengujian CBR dilakukan untuk melihat daya dukung perkerasan akibat peningkatan kepadatan campuran karena adanya substitusi tras terhadap semen. Pengujian ini dianggap perlu untuk dilakukan karena hasilnya dapat dikorelasikan dengan modulus resilien campuran.

### **3.2.3. Tahap III Analisis Hasil Pengujian**

Pada tahap ini hasil-hasil dari semua pengujian yang telah dilakukan, dianalisis dan diinterpretasi untuk melihat apakah tujuan dari penelitian ini tercapai atau tidak.

Hasil dari pengujian-pengujian ini akan menunjukkan:

- 1) Apakah penambahan material tras dalam campuran CTRB akan meningkatkan kepadatan campuran
- 2) Apakah penambahan material tras dalam campuran CTRB akan meningkatkan sifat-sifat mekanikal yaitu kekuatan ( $q_u$ ), ketahanan terhadap tarik (ITS) dan daya dukung (CBR) campuran.
- 3) Apakah parameter-parameter ini, yaitu waktu perawatan ( $t$ ), rongga dalam campuran ( $\eta$ ), Jumlah kadar material semen dalam campuran ( $C_{iv}^*$ ), Jumlah kadar material semen ekuivalen dalam campuran ( $C_{iv}^*$ ), Kadar air dalam campuran ( $W$ ), Jumlah kadar tras dalam campuran ( $F_w$ ) dan Ratio perbandingan antara kadar rongga dalam campuran dengan kadar material semen ekuivalen dalam campuran ( $\eta/C_{iv}^*$ ) adalah merupakan parameter yang berpengaruh dalam menentukan kekuatan campuran CTRB
- 4) Bentuk persamaan faktor efisiensi penambahan tras ( $\alpha$ ) dalam campuran CTRB
- 5) Bentuk persamaan untuk memprediksi kekuatan campuran CTRB berdasarkan konsep kadar material semen ekuivalen (*cementitious materials*) dalam campuran.

### **3.3. Peralatan Yang Digunakan Dalam Penelitian**

Peralatan yang dibutuhkan untuk melaksanakan beberapa pengujian yang utama adalah :

- 1) Alat uji pemadatan dan *unconfined compressive strength* yang digunakan pada penelitian ini seperti pada Gambar 3-2 dan Gambar 3-3.



**Gambar 3-2.** Alat Uji Pematatan



**Gambar 3-3.** Alat Uji *Unconfined Compressive Test*

2) Alat Uji *Indirect Tensile Strength* dan *California Bearing Ratio* yang digunakan dalam penelitian ini seperti pada Gambar 3-4 dan Gambar 3-5.



**Gambar 3-4.** Alat Uji *Indirect Tensile Strength*



**Gambar 3-5.** Alat Uji *California Bearing Ratio*



### **3.4. Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional IV di Cikampek dan Laboratorium Pusat Penelitian Jalan dan Jembatan (PUSJATAN) Bina Marga, di Bandung.

### **3.5. Desain dan Skenario Penelitian**

Desain penelitian ini adalah meliputi keseluruhan proses yang harus dilakukan dalam perencanaan dan pelaksanaan penelitian yaitu keseluruhan tahapan dan perlakuan sebagaimana dinyatakan pada Tahap I dan II. Tahap I adalah untuk melihat sifat-sifat fisik material pembentuk campuran CTRB dan Tahap II mengenai karakteristik fisik dan mekanik campuran CTRB. Berikut ini adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam operasional penelitian yaitu meliputi:

- 1) Pengumpulan material RAP dan RAM hasil pengerukan lapis permukaan dan lapis pondasi perkerasan jalan yaitu material RAP yang berasal jalan M.T. Haryono di Jakarta, ruas jalan Dawuan-Cikampek dan material RAM yang berasal dari Ruas jalan Dawuan-Cikampek serta ruas jalan Palimanan-Jatibarang di Jawa Barat, yang diperkirakan memiliki kadar aspal atau penetrasi aspal yang berbeda dimana masing-masing material harus ditempatkan terpisah dan tidak boleh dicampur. Pemeriksaan sifat-sifat fisik material adalah untuk menentukan klasifikasi dari RAP dan RAM. Dalam penelitian ini, gradasi agregat tidak akan dikontrol karena spesifikasi CTRB dan CTRSB Bina Marga (Bina Marga, 2006) tidak mensyaratkan gradasi agregat, tetapi menetapkan ukuran butiran maksimum yaitu 1,5 inci. Dalam penelitian ini komposisi RAP dan RAM dalam campuran menjadi prioritas untuk diteliti.

Pengambilan material tras alami dalam bentuk bongkahan, sehingga perlu dilakukan proses pemecahan bongkahan dan penghalusan dengan cara menumbuk tras menggunakan palu karet. Setelah ditumbuk, tras dijemur selama 2 hari untuk mengurangi kadar airnya hingga mencapai 0,5%. Setelah proses pengeringan, tras disaring hingga lolos saringan no.200 dan hanya 5% yang tertahan saringan no.325. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan kehalusan dari material tras, karena semakin halus tras tersebut semakin baik pengaruhnya terhadap kekuatan campuran.

- 2) Pengujian sifat-sifat fisik dan kimia semen dan tras
- 3) Percobaan pemadatan untuk menentukan sifat-sifat fisik campuran, yaitu kadar air optimum (OMC) dan kepadatan kering maksimum (MDD), dilakukan untuk masing-masing variasi campuran RAP, RAM, semen dan tras. Kadar air optimum (w) dan

kepadatan kering maksimum ( $\gamma_d$ ) yang diperoleh dalam percobaan ini digunakan dalam rancangan campuran CTRB.

4) Pengujian yang dilakukan untuk melihat sifat-sifat mekanik campuran adalah meliputi pengujian UCS, ITS dan CBR sebagai berikut:

- (1) Pengujian UCS adalah pengujian utama yang dilakukan dalam penelitian ini. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan kekuatan campuran terhadap tegangan tekan. Pengujian UCS mengikuti standar pengujian ASTM 1633. Target  $\gamma_d$  dan  $w$  adalah berdasarkan apa yang diperoleh dari pengujian pemadatan. Setelah RAP, RAM, semen, tras dan air ditimbang, maka RAP, RAM, semen dan tras dicampur hingga merata. Kemudian air ditambahkan pada campuran dan dicampur hingga terbentuk campuran yang homogen. Waktu yang dibutuhkan untuk pemadatan benda uji harus kurang dari 1 jam, yaitu lebih kecil dari waktu pengerasan (*setting time*) semen portland yang digunakan dalam campuran. Setelah proses pemadatan selesai, benda uji dikeluarkan dari cetakan dan ditimbang beratnya kemudian diukur tinggi dan diameternya. Benda uji kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik untuk menjaga agar kadar air tetap konstan. Benda uji harus disimpan dalam ruangan dengan temperatur  $23^0 \pm 2^0$  C dan kelembaban diatas 95% selama 6 hari + 1 hari direndam dalam air, 13 hari + 1 hari direndam dalam air dan 27 hari + 1 hari direndam dalam air.

Dalam penelitian ini, untuk menghitung kadar pori dalam campuran ( $\eta$ ) digunakan rumus untuk menentukan pori dalam campuran semen sebagaimana yang tercantum pada Persamaan (2.6) dan dimodifikasi karena adanya penambahan tras sebagai substitusi parsial dari semen. Persamaan ini digunakan karena berat jenis ( $G_s$ ) yang berbeda dari material yang terkandung dalam campuran CTRB, sehingga harus menggunakan berat jenis komposit dari campuran CTRB. Dengan demikian Persamaan (2.6) menjadi Persamaan (3.1) sebagai berikut:

$$\eta = 100 - 100 \left[ \left( \frac{\frac{\gamma_d V_s}{100 + C} \times \frac{100}{100 + 100 + 100}}{G_{S_s}} \right) + \left( \frac{\frac{\gamma_d V_s}{100 + C} \times \frac{C}{100 + 100 + 100}}{G_{S_c}} \right) + \left( \frac{\frac{\gamma_d V_s}{100 + C} \times \frac{Fw}{100 + 100 + 100}}{G_{S_t}} \right) \right] / V_s \quad (3.1)$$

dengan:

- $\gamma_d$  = Kepadatan kering campuran ( $gr/cm^3$ )
- $V_s$  = Volume spesimen ( $cm^3$ )
- $C$  = Kadar semen dalam Campuran ( $C_{iv}^*$ ) (%)
- $Fw$  = Kadar Tras dalam Campuran (%)
- $G_{S_s}$  = Berat jenis RAP dan RAM
- $G_{S_c}$  = Berat jenis semen
- $G_{S_t}$  = Berat jenis tras

Demikian pula untuk perhitungan kekuatan campuran, adanya substitusi parsial tras terhadap semen mengakibatkan Persamaan (2.1) menjadi Persamaan (2.23) yaitu dengan memasukkan persamaan kadar material semen ekivalen  $C_{iv}^*$  sebagai berikut:

$$q_u \text{ (MPa)} = A(t)^B (\eta/C_{iv}^*)^C \quad (2.23)$$

dengan:

$q_u$  = UCS = Kekuatan campuran (MPa)

$t$  = Waktu perawatan (hari)

$\eta$  = Kadar Rongga dalam campuran (%)

$C_{iv}^*$  = Jumlah kadar material semen ekivalen dalam campuran ( $\text{kg/m}^3$ )

A, B & C = Konstanta Regresi

Jumlah kadar material semen ekivalen dalam campuran ( $C_{iv}^*$ ) dihitung dengan menggunakan Persamaan (2.2) yaitu analogi dari persamaan yang dikembangkan oleh Jongpradist et al. (2010) yang ditulis kembali sebagai berikut:

$$C_{iv}^* = C_{iv} + \alpha F_w \quad (2.2)$$

Dan untuk menghitung  $\alpha$  digunakan Persamaan (2.5) yang ditulis kembali sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{\left\{ \left[ \frac{f'_c}{K} + a \right] \cdot W \right\} - C_{iv}}{F_w} \quad (2.5)$$

- (2) ITS dilakukan untuk menentukan kekuatan campuran terhadap tegangan tarik dan hubungannya dengan retak yang terjadi karena adanya perubahan volume pada saat hidrasi semen dalam hidrasi campuran (AASHTO, 1986).
- (3) Pengujian CBR dilakukan untuk menentukan daya dukung campuran terhadap tekanan tekan sebagaimana aplikasi beban lalu-lintas terhadap perkerasan jalan.

Berdasarkan karakteristik mekanik yaitu UCS dan CBR dari campuran CTRB yang diperoleh dari penelitian ini, simulasi perencanaan tebal perkerasan dibuat untuk membandingkan tebal lapis permukaan jika menggunakan campuran CTRB sebagai lapis pondasi dibandingkan dengan tebal lapis permukaan jika menggunakan batu pecah kelas A sebagai lapis pondasi perkerasan, dengan demikian dapat dilihat besarnya penghematan yang diperoleh berdasarkan pengurangan tebal lapis permukaan perkerasan yang dihasilkan. Simulasi perencanaan tebal perkerasan akan menggunakan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan metode Analisa Komponen dari Bina Marga (SNI 03-1732-1989). Perhitungan perencanaan ini didasarkan pada kekuatan relatif masing-masing lapisan

perkerasan jangka panjang, dimana penentuan tebal perkerasan dinyatakan oleh ITP (Indeks Tebal Perkerasan), sebagaimana tertulis pada Persamaan (2.7) di bawah ini:

$$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 \quad (2.7)$$

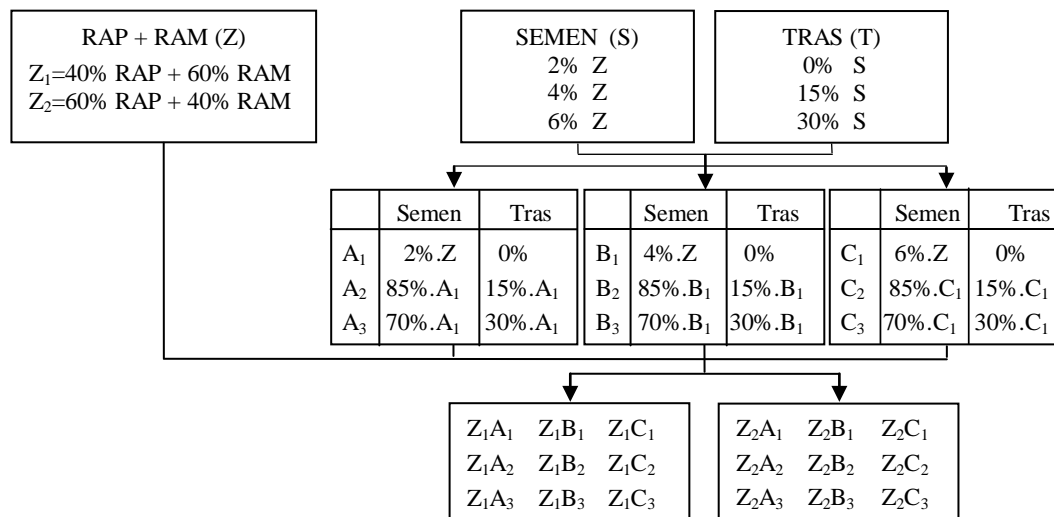
dengan:

$a_1, a_2, a_3$  = Koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan

$D_1, D_2, D_3$  = Tebal masing-masing lapis perkerasan (cm)

### 3.6. Populasi dan Sampel

Dalam penelitian ini, populasi material yang diteliti adalah material daur ulang campuran perkerasan jalan yang sudah rusak, yaitu agregat RAP dan RAM yang berasal dari tiga lokasi ruas jalan yang mewakili gradasi dan persentasi aspal yang berbeda, yaitu material RAP dan RAM yang berasal dari ruas jalan M.T. Haryono di Jakarta, ruas jalan Dawuan-Cikampek dan ruas jalan Palimanan-Cadangpinggan (Cirebon) di Jawa Barat.



**Gambar 3-6.** Bagan Rancangan Campuran

Keterangan :

RAP + RAM = Z

Semen = S

Tras = T

Sampel yang akan dipakai pada pengujian terdiri dari beberapa variasi campuran, dan masing-masing variasi dibuat 3 (tiga) duplikasi untuk mengantisipasi kesalahan pengukuran dan atau kesalahan pembacaan hasil. Jika dari ke 3 (tiga) benda uji ada satu yang menyimpang maka hasilnya dapat diabaikan dan yang digunakan adalah hasil rata-rata dari dua benda uji. Namun jika ke 3 (tiga) benda uji menghasilkan perbedaan yang signifikan, maka hasil yang digunakan adalah rata-rata dari ketiganya.

Jumlah sampel total yang diuji untuk pengujian Pemadatan, UCS, ITS dan CBR adalah berjumlah 378 sampel sebagaimana diuraikan dalam Tabel 3.6. dengan variasi campuran seperti yang dijelaskan pada bagan rancangan campuran yaitu Gambar 3-6

**Tabel 3.6.** Perincian Jumlah Sampel untuk Tiap Pengujian

Pengujian	Pemadatan	UCS			ITS		CBR
		7 hari	14 hari	28 hari	Kering	Basah	
Variasi Campuran	18	18	18	18	18	18	18
Pengulangan	5	3	3	3	2	2	3
<b>Jumlah Sampel</b>	<b>90</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>54</b>

Berdasarkan bagan rancangan campuran yang digambarkan pada Gambar 3-6, contoh perhitungan variasi campuran yang dibuat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Misalkan: Total berat RAP + RAM = Z = 1000 gr, maka berat masing-masing campuran adalah:

$$\begin{array}{ll}
 A_1 = 2\% \cdot Z + 0\% = 20 \text{ gr} & \text{----->} Z_1 A_1 = 1020 \text{ gr} \\
 B_1 = 4\% \cdot Z + 0\% = 40 \text{ gr} & \text{----->} Z_1 B_1 = 1040 \text{ gr} \\
 C_1 = 6\% \cdot Z + 0\% = 60 \text{ gr} & \text{----->} Z_1 C_1 = 1060 \text{ gr} \\
 A_2 = 85\% \cdot A_1 + 15\% \cdot A_1 = 17 \text{ gr} + 3 \text{ gr} & \text{----->} Z_1 A_2 = 1020 \text{ gr} \\
 B_2 = 85\% \cdot B_1 + 15\% \cdot B_1 = 34 \text{ gr} + 6 \text{ gr} & \text{----->} Z_1 B_2 = 1040 \text{ gr} \\
 C_2 = 85\% \cdot C_1 + 15\% \cdot C_1 = 51 \text{ gr} + 9 \text{ gr} & \text{----->} Z_1 C_2 = 1060 \text{ gr} \\
 A_3 = 70\% \cdot A_1 + 30\% \cdot A_1 = 14 \text{ gr} + 6 \text{ gr} & \text{----->} Z_1 A_3 = 1020 \text{ gr} \\
 B_3 = 70\% \cdot B_1 + 30\% \cdot B_1 = 28 \text{ gr} + 12 \text{ gr} & \text{----->} Z_1 B_3 = 1040 \text{ gr} \\
 C_3 = 70\% \cdot C_1 + 30\% \cdot C_1 = 42 \text{ gr} + 18 \text{ gr} & \text{----->} Z_1 C_3 = 1060 \text{ gr}
 \end{array}$$

### 3.7. Variabel dan Instrumen Penelitian

Variabel adalah konsep dengan berbagai macam nilai. Dari hubungan antar variabel, dikenal variabel bebas dan variabel terikat. Agar suatu variabel dapat dinilai, maka dibutuhkan suatu indikator yang dapat menunjukkan kualitas dari variabel tersebut. Indikator memiliki parameter yang dapat diukur yang akan memberikan nilai atau bobot pada variabel tersebut. Adapun parameter yang menentukan dalam penelitian ini adalah: porositas ( $\eta$ ), UCS, ITS dan CBR dari campuran CTRB sedangkan variabelnya adalah Perbandingan kadar RAP dan RAM serta perbandingan kadar semen dan tras dalam campuran

### 3.8. Rencana Analisis Data

Dalam penelitian ini data-data dan informasi yang diperoleh akan dianalisis dengan menggunakan Analisis Regresi dan *Analisis of Variance*, ANOVA sebagaimana telah dijelaskan pada sub bab 2.5.