

## BAB 6

### KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian Pemadatan, UCS, ITS dan CBR terhadap campuran CTRB yang mengandung 40% RAP dan yang mengandung 60% RAP, dapat disimpulkan bahwa substitusi tras terhadap semen dalam campuran CTRB berpengaruh positif terhadap kekuatan campuran ( $q_u$ ), terhadap ketahanan terhadap retak akibat susut karena meningkatnya nilai ITS dan terhadap daya dukung (CBR) campuran. Dengan demikian beberapa hal yang menjadi kelemahan campuran ini baik dari segi teknis maupun dalam implementasinya terhadap lingkungan yaitu mudah retak, berubahnya gradasi campuran, singkatnya waktu antara pencampuran dan pemadatan serta tidak ramah lingkungan dapat diatasi dengan menambahkan atau dengan substitusi parsial semen dengan tras, sebagaimana ditunjukkan oleh peningkatan sifat-sifat fisik dan mekanik dari campuran sebagai berikut:

##### 1). Sifat-Sifat Fisik Campuran CTRB

- (1) Pada campuran yang mengandung 40% RAP, substitusi tras terhadap semen mengakibatkan peningkatan kadar air optimum (OMC) dan kepadatan kering maksimum (MDD) yaitu pada kadar semen 4%-6% dengan substitusi 15% tras.
- (2) Pada campuran yang mengandung 60% RAP, substitusi tras terhadap semen juga mengakibatkan peningkatan kadar air (OMC) dan kepadatan kering maksimum (MDD) yaitu pada kadar semen 6% dengan substitusi 15% - 30% tras

##### 2). Sifat-Sifat Mekanik Campuran CTRB

- (1) Pada campuran yang mengandung 40% RAP, substitusi tras terhadap semen:
  - a) Mengakibatkan peningkatan kekuatan ( $q_u$ ) campuran pada substitusi 15% tras terhadap semen yaitu pada kadar semen 4%-6% sebesar 26,75 kg/cm<sup>2</sup> dan 35,27 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan pada substitusi 30% tras terhadap semen mengakibatkan penurunan  $q_u$  tetapi pada *curing time* 28 hari,  $q_u$  dari campuran dengan substitusi 30% tras mendekati 35 kg/cm<sup>2</sup> yaitu sebesar 34,28 kg/cm<sup>2</sup> (6% semen), dan campuran yang disubstitusi 15% melampaui 35 kg/cm<sup>2</sup> yaitu sebesar 32,92 kg/cm<sup>2</sup> dan 47,39 kg/cm<sup>2</sup> (4%-6% semen). Syarat yang ditetapkan oleh Bina Marga untuk spesifikasi CTRB adalah 35 kg/cm<sup>2</sup>.
  - b) Mengakibatkan peningkatan ketahanan terhadap tarik (ITS) yaitu pada substitusi 15% tras terhadap semen, sedangkan pada substitusi 30% tras mengakibatkan penurunan nilai ITS, tetapi nilai ITS yang dicapai setelah substitusi 30% tras terhadap semen dalam campuran masih > nilai ITS dari campuran yang

distabilisasi dengan semen saja. Dengan demikian substitusi tras terhadap semen berpengaruh positif terhadap ketahanan terhadap retak akibat susut karena meningkatnya nilai ITS.

- c) Mengakibatkan penurunan daya dukung (CBR) pada substitusi 15%-30% tras terhadap semen, tetapi nilai CBR yang dicapai sebesar 100%-150% > dari nilai CBR yang disyaratkan untuk campuran CTRB yaitu 100%.
- (2) Pada campuran yang mengandung 60% RAP, substitusi tras terhadap semen:
- a) Mengakibatkan penurunan kekuatan ( $q_u$ ) campuran, khususnya pada kadar semen yang relatif tinggi (6%) dan efektifitas dari substitusi tras terhadap semen dalam campuran baru akan terjadi pada kadar semen yang relatif tinggi. Dengan meningkatnya curing time (28 hari),  $q_u$  campuran yang disubstitusi 15% dan 30% terhadap 6% semen dapat menyamai bahkan melampaui  $q_u$  campuran yang distabilisasi dengan semen saja.
  - b) Mengakibatkan peningkatan ketahanan terhadap tarik (ITS) yaitu pada substitusi 15% tras sedangkan pada substitusi 30% tras mengakibatkan sedikit penurunan ITS, namun demikian nilai ITS yang dicapai campuran ini > campuran yang distabilisasi dengan semen saja.
  - c) Mengakibatkan peningkatan daya dukung (CBR) yaitu pada substitusi 15% tras, sedangkan pada substitusi 30% tras mengakibatkan sedikit penurunan nilai CBR.
- 3). Persamaan Faktor Efisiensi tras dalam campuran CTRB tergantung pada jumlah kadar semen, sifat-sifat fisik dan kimia dari tras serta kadar RAP dalam campuran, dimana untuk kedua campuran CTRB menunjukkan hubungan yang berbeda sebagaimana terlihat dari persamaan berikut ini:
- (1) Untuk campuran yang mengandung 40% RAP
    - $\alpha_1 = 4,033 + 14,577 (W/ C_{iv} + Fw) \quad R^2 = 0,9559$  (substitusi 15% tras)
    - $\alpha_2 = 1,620 + 5,917 (W/ C_{iv} + Fw) \quad R^2 = 0,8977$  (substitusi 30% tras)
  - (2) Untuk campuran yang mengandung 60% RAP
    - $\alpha = 0,939 + 2,266 (C_{iv}/W + Fw) \quad R^2 = 0,6159$  (substitusi 15% dan 30% tras)

Persamaan faktor efisiensi tras ( $\alpha$ ) ini, menunjukkan trend hubungan antara ( $\alpha$ ) dengan kadar semen ( $C_{iv}$ ), kadar tras ( $F_w$ ) dan kadar air ( $W$ ) untuk campuran CTRB yang mengandung 40% RAP dan yang mengandung 60% RAP. Persamaan  $\alpha$  untuk campuran 40% RAP ( $\alpha_1$  dan  $\alpha_2$ ) dapat digunakan untuk menunjukkan trend hubungan antara  $\alpha$  dengan material dalam campuran, pada campuran CTRB yang mengandung RAP < 50%. Persamaan  $\alpha$  untuk campuran 60% RAP ( $\alpha_3$ ) dapat digunakan untuk menunjukkan trend hubungan antara  $\alpha$  dengan material dalam campuran, pada campuran CTRB yang mengandung RAP > 50%. Namun demikian

dibutuhkan penelitian lanjutan untuk menentukan besarnya nilai  $\alpha$  untuk campuran CTRB dengan komposisi RAP dan RAM yang berbeda.

- 4). Persamaan untuk menentukan kekuatan campuran ( $q_u$ ) menunjukkan bahwa ratio perbandingan antara porositas dan kadar material semen dalam campuran ( $\eta/C_{iv}^*$ ) adalah parameter yang dapat digunakan untuk memprediksi kekuatan ( $q_u$ ) campuran CTRB, dimana persamaan ini dapat digunakan untuk menentukan kadar material semen (semen dan tras) yang dibutuhkan untuk mendapatkan kekuatan campuran yang diminta dalam perencanaan, sebagaimana dapat dilihat pada persamaan regresi berikut ini:

- (1) Untuk campuran yang mengandung 40% RAP

$$q_u = 0,064 (\eta/C_{iv}^*)^{-1,561} \quad R^2 = 0,88$$

- (2) Untuk campuran yang mengandung 60% RAP

$$q_u = 0,420 (\eta/C_{iv}^*)^{-0,889} \quad R^2 = 0,82$$

Persamaan untuk menentukan kekuatan campuran ( $q_u$ ) ini berlaku untuk campuran CTRB 40% RAP dan 60% RAM dengan asumsi bahwa porositas ( $\eta$ ) campuran 40% RAP sebesar 23% - 24% dengan substitusi tras 15% maksimum sedangkan untuk campuran 60% RAP porositas campuran sebesar 21%-25% dengan substitusi tras 15%-30% terhadap semen.

## 6.2. Implikasi Hasil Penelitian

Implikasi dari hasil penelitian ini adalah:

- 1) Substitusi tras terhadap semen dalam campuran dapat mengurangi kemungkinan terjadinya retak (*shrinkage cracking*) dalam campuran CTRB melalui peningkatan ketahanan terhadap tarik (ITS), yang merupakan salah satu kelemahan dari campuran semen.
- 2) Perencanaan campuran dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan perkiraan kekuatan campuran ( $q_u$ ) dengan menggunakan faktor efisiensi tras ( $\alpha$ ) dalam campuran.
- 3) Penghematan biaya konstruksi karena adanya pengurangan tebal lapis permukaan konstruksi perkerasan jalan.

## 6.3. Saran

Berbagai penelitian tentang penggunaan material RAP dan RAM yang menggunakan bahan stabilisasi untuk diaplikasikan sebagai lapis permukaan maupun lapis pondasi perkerasan jalan telah dilakukan, demikian pula penelitian tentang penggunaan bahan stabilisasi yang ditambahkan pada campuran semen atau beton, baik untuk campuran stabilisasi tanah maupun untuk campuran lapis perkerasan jalan telah banyak dilakukan. Namun, penggunaan material

tras sebagai substitusi parsial semen pada campuran CTRB baru pertama kali diteliti, oleh karena itu, perlu adanya beberapa penelitian lanjutan antara lain:

- 1) Pengujian UCS dengan variasi campuran yang lebih besar, untuk mengkonfirmasi nilai faktor efisiensi tras ( $\alpha$ ) yang diperoleh dalam penelitian ini, apakah dapat diaplikasikan pada campuran dengan komposisi RAP dan RAM yang berbeda atau jika menggunakan tras yang berbeda kandungan silikanya.
- 2) Penelitian mengenai berbagai hal yang berhubungan dengan mineral yang terbentuk dalam campuran melalui pengujian SEM dan X-Ray.
- 3) Pengujian terhadap sifat mekanikal campuran seperti modulus resilient dengan pembebanan dinamis, mengingat kondisi lapangan dimana lapis perkerasan jalan dibebani dengan beban kendaraan yang bersifat dinamis.
- 4) Pengujian terhadap sifat-sifat fisik campuran seperti kandungan pori dan susut dalam campuran, dimana faktor-faktor tersebut sangat berpengaruh dan dapat mengakibatkan keretakan yang pada akhirnya mempengaruhi kinerja dari campuran.

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan agar supaya gradasi campuran CTRB perlu ditetapkan dalam Spesifikasi Khusus CTRB dan CTRSB karena kepadatan campuran dipengaruhi oleh gradasi agregat dalam campuran dan akan menentukan kinerja dari campuran. Oleh karena itu penelitian lanjutan berhubungan dengan gradasi campuran CTRB perlu untuk dilakukan.