

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian mengenai limbah *bottom ash* sebagai substitusi agregat halus (pasir) telah dilakukan di Universitas Lampung dengan menggunakan *fly ash* dan *bottom ash* dari PLTU Tarahan dengan proporsi penggantian agregat untuk *bottom ash* sebesar 80 % dan *fly ash* sebesar 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25%, 30 %. Pengujian kuat desak dilakukan pada hari ke 28 dan 56 dengan benda uji berbentuk silinder dengan Ø 150 mm, tinggi 300 mm dan silinder kecil dengan Ø 100 mm dan tinggi 200 mm untuk pengujian porositas. Beton dibuat dengan perencanaan campuran metode ACI. Penelitian menghasilkan kesimpulan berupa beton dengan penggantian *bottom ash* dan *fly ash* didapatkan kekuatan optimum pada kadar campuran berturut-turut sebesar 80 % dan 15 % dengan kuat desak yang didapat sebesar 29,8032 MPa pada umur 28 hari dan umur 56 hari didapat kuat tekan sebesar 34,4245 MPa. Lewat dari kadar 15 % penambahan *fly ash* dan *bottom ash* terjadi penurunan kekuatan. Pengujian porositas yang telah dilakukan didapatkan nilai porositas (ukuran rongga antar partikel) pada beton dengan kadar *fly ash* sebesar 25 % dengan nilai porositas sebesar 20,2051 % (Lincoln, 2017).

Penelitian lain yang telah dilakukan yaitu meneliti *bottom ash* dari PT. Primatexco Batang dengan mengganti sebagian agregat pasir dengan *bottom ash*. Kadar penggantian pasir dengan *bottom ash* sebesar 0 % , 25 %, 50 %, 75 % dan 100 % dengan bentuk benda uji berupa kubus dengan ukuran 150 x 150 x 150 mm. Perbandingan volume antara pasir, semen dan air berturut-turut sebesar 1.00 : 2.26

: 3.18 dengan agregat pasir divariasikan terhadap *bottom ash*. Hasil uji kuat desak maksimum didapatkan pada beton dengan kadar *bottom ash* sebesar 25 %. Hal ini menunjukkan bahwa di *range* 25 % merupakan nilai optimum campuran antara pasir dengan *bottom ash*. Penurunan hasil *compression test* terjadi pada beton dengan kadar 50 %, 75 % dan 100 %. Pengujian material terhadap *bottom ash* PT. Primatexco Batang menunjukkan bahwa berat jenis yang dihasilkan lebih kecil dari berat jenis pasir. Oleh karena itu, penggantian pasir dengan *bottom ash* akan menurunkan berat jenis beton sehingga beton menjadi lebih ringan. Penggantian pasir dengan *bottom ash* lewat dari *range* optimum akan mengurangi kelekatan antara agregat dengan semen. (Sutrisno dan Hadyan, 2005)

Penelitian lain terkait dengan *bottom ash* dilakukan di Universitas Riau, Pekanbaru dengan memanfaatkan limbah *bottom ash*. Limbah *bottom ash* divariasikan terhadap agregat pasir. Terdapat tiga *mix design* untuk masing-masing beton dengan mutu kuat rencana yang berbeda yaitu K-100, K-175, dan K-250. Perbandingan campuran agregat pasir, semen dan air untuk beton dengan mutu K-100 yaitu 2,73 : 1,00 : 0,62 , beton dengan mutu K-175 perbandingan antara pasir, semen, dan air yaitu 2,71 : 1,00 : 0,50 sedangkan beton dengan mutu K-250 perbandingan antara pasir, semen dan air 1,00 : 2,19 : 1,49. Pengujian sifat mekanis beton pada penelitian ini berupa pengujian *slump*, kuat desak, absorpsi, porositas dan susut beton. Pengujian kuat desak beton dilakukan pada saat silinder beton berumur 7, 28 dan 90 hari. Pengujian kuat desak pada saat silinder beton berusia 7 hari dilakukan untuk meninjau variasi ketiga jenis mutu beton, kemudian hasilnya dibutuhkan untuk mendapatkan variasi optimum penggunaan *bottom ash* dalam

campuran beton. Pengujian silinder pada umur 28 dan 90 hari hanya dilakukan pada variasi penggunaan *bottom ash* yang optimum.

Hasil pengujian *slump* beton yang dilakukan, *slump* tidak mencapai rencana dan penambahan air dilakukan untuk mencapai nilai *slump* rencana, sehingga menyebabkan nilai FAS berubah. Peningkatan kebutuhan air disebabkan oleh karakterisasi dari *bottom ash* yaitu *absorption* sebesar 8,07 % yang lebih tinggi dibandingkan dengan agregat pasir sebesar 3,22 %. Tekstur kasar partikel *bottom ash* meningkatkan gesekan antar agregat sehingga tingkat *workability* beton cenderung berkurang.

Hasil pengujian kuat desak beton umur 7 hari didapatkan komposisi campuran beton yang optimum dengan penggunaan abu dasar sebesar 30 % pada masing-masing mutu beton. Selanjutnya pengujian kuat desak silinder dilakukan pada hari ke 28 dan 90 hari pada silinder dengan variasi 30 %. Hasil uji kuat desak beton mengalami kenaikan pada umur 28 hari bila dibandingkan beton pada umur 7 hari. Kenaikan terus terjadi pada silinder umur 90 hari, hal tersebut mengindikasikan bahwa proses hidrasi beton masih berlangsung dan terjadi reaksi *pozzolanic* yang terkandung pada *bottom ash* (Pradita dkk., 2012).

Penelitian lain dilakukan di Universitas Kristen Petra meneliti tentang beton *high volume fly ash* dengan mengganti sebagian agregat halus (pasir) dengan *bottom ash* yang diberi perlakuan khusus berupa penumbukan dan pengayakan. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi ukuran partikel *bottom ash* yang menyebabkan nilai *absorption* yang besar sehingga berpengaruh pada proses pembuatan adukan beton karena akan membutuhkan air dalam jumlah banyak. Dari

penelitian tersebut dihasilkan kesimpulan yaitu pada beton dengan kode SBA20 (penambahan *sieved bottom ash* sebesar 20 %) pada umur beton 7 hari dengan kuat desak sebesar 26 MPa yang hampir mendekati kuat desak dari beton yang berfungsi sebagai kontrol pada penelitian tersebut. Peningkatan kuat desak beton terjadi pada umur beton 28 hari. *Workability* pada beton juga berpengaruh akibat ditambahkan *bottom ash*, beton yang ditambahkan dengan *pounded bottom ash* (PBA) mengalami peningkatan dibandingkan dengan beton yang ditambahkan *sieved bottom ash* (SBA). Untuk mencapai nilai *slump* yang direncanakan ($5 \pm 2,5$ cm) diberi penambahan *superplasticizer*. Beton dengan penggantian 100 % *sieved bottom ash* diperlukan *superplasticizer* sebesar 0,7 % dari material *cementitious*. Semakin sedikit persentase penggantian agregat pasir dengan *bottom ash* maka semakin minimum penambahan *superplasticizer* (Christian dkk., 2016)

Penelitian mengenai uji modulus elastisitas beton dengan substitusi agregat halus berupa *bottom ash* dilakukan di Universitas Lampung dengan kesimpulan berupa modulus elastisitas tertinggi terjadi pada balok umur 28 hari dengan kadar *bottom ash* sebesar 20 % dan 80 % dengan nilai masing-masing 60625,67 MPa dan 59441,67 MPa (Triwidinata, 2017).

Tinjauan pada modulus elastisitas pernah dilakukan pada tahun 2014 di Mar Athanasius College of Engineering Kerala, India. Bahan pengganti agregat halus berupa *bottom ash* dan campuran *bottom ash* dengan *microsilica*. Pengujian modulus elastisitas dilakukan pada silinder beton umur 28 hari. Hasil pengujian modulus elastisitas menunjukkan semakin besar proporsi penggantian *bottom ash*, nilai modulus elastisitas yang dihasilkan semakin menurun (Raju dkk., 2014)

Penelitian lain mengenai modulus elastisitas pada beton dengan substitusi sebagian agregat halus dengan *unprocessed coal bottom ash* yang dilakukan di Mauritius of University. Pengujian modulus elastisitas dilakukan pada beton dengan umur 28 hari. Hasil menunjukkan penggantian *bottom ash* pada pasir dengan kadar 20 %, 30 % dan 40 % hasilnya mendekati beton kontrol (22 – 34 GPa) (Cadersa dkk., 2014)

