

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan penelitian Nugroho dan Widodo (2013) tentang efek perbedaan faktor air semen terhadap kuat tekan beton ringan agregat breksi batu apung menggunakan nilai faktor air semen dengan variasi 0,35, 0,40, 0,45, dan 0,50. Benda uji berupa silinder dan pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Kuat tekan rata-rata yang dihasilkan berurutan dari variasi nilai faktor air semen 0,35 sampai 0,50 adalah 17,48 MPa, 16,43 MPa, 14,03 MPa, dan 14,94 MPa. Dari hasil penelitian ini, beton dengan nilai faktor air semen 0,35 yang memperoleh kuat tekan tertinggi sebesar 17,48 MPa dan memiliki berat jenis 1862,96 MPa sehingga memenuhi syarat yaitu dengan kuat tekan beton lebih besar dari 17,24 MPa dan berat jenis dibawah 1900 kg/m³.

Berdasarkan penelitian Suparjo, dkk (2005) tentang pengaruh faktor air semen terhadap komposisi campuran beton ringan tanpa pasir dengan agregat limbah batu apung menggunakan nilai faktor air semen dengan variasi 0,35, 0,40, 0,45, dan 0,50. Pada penelitian ini proporsi campuran antara semen dan limbah batu apung juga bervariasi, 1sm:1lba, 1sm:2lba, 1sm:3lba, 1sm:4lba, 1sm:5lba, dan 1sm:6lba yang dibuat berdasarkan perbandingan volume. Benda uji berupa silinder dan pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Dari hasil penelitian ini, kuat tekan terbesar didapat pada komposisi campuran 1sm:3lba dengan nilai faktor air semen 0,40 didapat kuat tekan sebesar

11,682 MPa. Kuat tekan beton tersebut tidak memenuhi syarat sebagai beton struktural dengan kuat tekan minimal 17,24 MPa.

Saputra (2011), meneliti tentang pengaruh variasi nilai faktor air semen terhadap kuat tekan beton dengan campuran *fly ash* 10% sebagai pengganti sebagian semen dengan agregat kasar maksimum 10 mm. Dalam penelitian ini *mix design* berdasarkan metode SNI dengan menggunakan faktor air semen 0,31 ; 0,33 ; 0,35 ; 0,37 ; 0,39 dan menggunakan agregat kasar 10 mm serta menggunakan bahan tambah *fly ash* 10%, untuk mengetahui kuat tekan beton dengan campuran *fly ash* pada umur 28 hari. Dari hasil penelitian diketahui nilai kuat tekan yang didapat 39,843 MPa, 43,034 MPa, 46,803 MPa, 44,220 MPa dan 45,036 MPa dengan fas berturut-turut 0,31 ; 0,33 ; 0,35 ; 0,37 ; 0,39 dan nilai slump yang didapat berturut-turut 2,5 cm, 4 cm, 6 cm, 5,5 cm dan 7 cm. Nilai kuat tekan ($f'c$) beton cenderung meningkat setelah mencapai optimum pada nilai fas 0,35 dan setelah itu mengalami penurunan.

Sari, dkk (2015), meneliti tentang pengaruh jumlah semen dan fas terhadap kuat tekan beton dengan agregat yang berasal dari sungai. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan proporsi campuran yang memberikan kekuatan tekan optimum serta mempelajari bagaimana pengaruh variasi Faktor Air Semen (FAS) dan jumlah semen terhadap kuat tekan beton. Benda uji yang dibuat adalah kubus yang berukuran 150 x 150 x 150 mm dengan variasi Faktor Air Semen (FAS) 0,4 ; 0,5 ; dan 0,6 sedang proporsi jumlah semen bervariasi dari 350kg, 400kg, 450kg, dan 500kg. Benda uji kubus diuji dengan beban tekan pada saat berumur 28 hari. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa Faktor Air Semen (FAS) optimum

berada pada FAS 0,4 dan dengan jumlah semen 350kg, yaitu sebesar 37,05 MPa. Kuat tekan tersebut memenuhi persyaratan beton mutu normal dengan nilai kuat tekan kurang dari 42 MPa pada umur 28 hari.

Berdasarkan penelitian Agustiar (2006), tentang pengaruh dimensi maksimum gradasi menerus agregat kasar batu apung menggunakan dimensi 5 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm, dan 25 mm. Pada penelitian ini menggunakan nilai faktor air semen 0,5. Benda uji berupa silinder. Pengujian meliputi kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas dan pengujian dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Dari hasil penelitian ini, kuat tekan sebesar 7,940 MPa didapat pada agregat batu apung dengan diameter 10 mm. Kuat tarik belah didapat sebesar 0,874 MPa pada dimensi 20 mm, serta modulus elastisitas sebesar 6691,542 MPa dengan diameter 25 mm.

Berdasarkan penelitian Sutrisno dan Widodo (2013), meneliti tentang variasi kandungan semen terhadap beton ringan agregat *pumice* dengan kandungan semen 300 kg/m^3 , 350 kg/m^3 , 400 kg/m^3 , dan 450 kg/m^3 . Faktor air semen yang digunakan adalah 0,45. Ukuran butir maksimum agregat kasar (*pumice*) 20 mm dan menggunakan bahan tambah berupa *Sikament NN* dan *Plastiment VZ*. Bahan tambah disini berfungsi untuk menambah *workability* adukan beton serta memperlambat proses pengerasan beton. Kuat tekan rata-rata yang dihasilkan berurutan dari variasi kandungan semen 300 kg/m^3 sampai 450 kg/m^3 adalah sebesar 14,19 MPa, 19,12 MPa, 19,3461 MPa, dan 24,8 MPa. Dari hasil penelitian ini, beton dengan kandungan semen 450 kg/m^3 yang memperoleh kuat tekan tertinggi sebesar 24,8 MPa dan memiliki berat jenis sebesar 1861,45

kg/m^3 sehingga memenuhi syarat yaitu kuat tekan beton minimal 17,24 MPa dan berat jenis lebih kecil dari 1900 kg/m^3 .

Berdasarkan penelitian Hidayat (2013), meneliti tentang pengaruh komposisi agregat kasar batu apung dan batu pecah terhadap berat jenis dan kuat tekan. Proporsi campuran agregat kasar didalam penelitian ini digunakan 5 variasi, yaitu: 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Benda uji berupa silinder beton berukuran 150 mm x 300 mm dan tiap varian berjumlah 3 benda uji. Nilai faktor air semen yang digunakan adalah 0,45 dan juga menambahkan *superplasticizer* berjenis *sikament NN* dan *plastiment N*. Dari hasil pengujian berat jenis variasi 0% sampai 100% didapatkan hasil secara berurutan sebesar $1815,26 \text{ kg/m}^3$, $1938,39 \text{ kg/m}^3$, $2012,97 \text{ kg/m}^3$, $2121,84 \text{ kg/m}^3$, dan $2170,53 \text{ kg/m}^3$. Didapat pula hasil pengujian kuat tekan secara berurutan sebesar 18,42 MPa, 22,40 MPa, 26,83 MPa, 36,59 MPa, 46,72 MPa. Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan berat jenis dan kuat tekan optimum terjadi pada prosentase batu apung sebesar 100% dan batu pecah sebesar 0% dengan nilai berat jenis sebesar $1815,26 \text{ kg/m}^3$ dan kuat tekan sebesar 18,42 MPa. Hasil tersebut telah memenuhi syarat berdasarkan SNI 03-2847-2002 dengan berat jenis kurang dari 1900 kg/m^3 dan kuat tekan melebihi 17,24 MPa.

Berdasarkan penelitian Tripriyo, dkk (2010), meneliti tentang beton agregat ringan dengan substitusi parsial batu apung sebagai agregat kasar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar optimum substitusi parsial batu apung sebagai agregat kasar pada beton agregat ringan yang berkaitan dengan kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Penelitian dilakukan terhadap empat jenis

agregat campuran berdasarkan perbandingan prosentase agregat ringan batu apung dan agregat normal yaitu 0:100, 20:80, 30:70 dan 50:50. Mengingat permukaan berongga batu apung maka dilakukan perbaikan permukaan dengan *cement pasta coating*. Rencana mutu beton 40 MPa. Benda uji beton berbentuk silinder 150x300 mm. Dari evaluasi kuat tekan dan kuat tarik belah beton diambil kadar optimum batu apung. Berdasarkan kadar optimum batu apung dibuat beberapa seri benda uji untuk melihat pengaruh penambahan *fly ash* 20% dan 30% serta *additive* berupa *superplasticizer* (*sikament LN*) dan *retarder* (*plastiment Vz*). Dari penelitian ini, didapatkan hasil beton agregat ringan dengan density sebesar 1850 kg/m³, kuat tekan dan kuat tarik belah beton maksimum yaitu 39,21 MPa dan 4,05 MPa pada kadar substitusi parsial batu apung 20% dari berat agregat kasar, penambahan *fly ash* 20%, *additive sikament Ln* 1,5% dan *plastiment Vz* 0,4% dari berat semen dan perbaikan permukaan batu apung dengan dilapisi pasta semen.

Sujoko dan Widodo (2013), meneliti tentang pengaruh *partial replacement* pasir dengan breksi batu apung terhadap berat jenis dan kuat tekan beton ringan. Pada penelitian ini terdapat lima jenis komposisi agregat yang akan diteliti yaitu persentase 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% perbandingan pasir alami dengan pasir *pumice*. Pasir *pumice* ini didapat dari proses penggilingan dari bongkahan batu apung yang dipecahkan kemudian digiling, sehingga butirannya lebih kecil dibandingkan dari pasir-pasir konvensional yang biasa digunakan untuk membuat beton dan berat jenisnya pun lebih ringan. Agregat kasar yang dipergunakan dalam penelitian ini juga berupa batu apung (*pumice*). Dalam penelitian ini benda uji dibuat sebanyak tiga buah disetiap komposisi campuran, dengan ukuran

cetakan silinder benda uji 15 cm x 30 cm. Dari hasil penelitian, pengaruh perbandingan pasir alami dengan pasir *pumice* terhadap berat jenis dan kuat beton ringan berbanding lurus dengan banyaknya pasir alami yang digunakan dalam campuran. Pada persentase perbandingan pasir alami dengan pasir *pumice* 0% berat jenisnya 1656,58 kg/m³, dan kuat tekan betonnya 15,0985 MPa, pada persentase 25% berat jenisnya 1739,02 kg/m³, dan kuat tekan betonnya 18,6118 MPa, pada persentase 50% berat jenisnya 1767,75 kg/m³, dan kuat tekannya 19,37 MPa, pada persentase 75% berat jenisnya 1805,98 kg/m³, dan kuat tekan betonnya 19,8824 MPa, pada persentase 100% berat jenisnya 1813,08 kg/m³, dan kuat betonnya 20,3011 MPa. Sehingga penggunaan pasir *pumice* yang optimum yaitu pada perbandingan persentase 75%.

Berdasarkan penelitian Rhamariska (2012), yang meneliti tentang campuran serat baja dan serat *polypropylene* terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton ringan agregat batu apung (*pumice*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi campuran serat baja dan serat *polypropylene* terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton ringan. Presentase penambahan serat dalam adukan beton ringan dipakai variasi yang tetap untuk serat *polypropylene* sebanyak 0,1% dan lima variasi untuk serat baja yaitu: 0%, 0,5%, 1%, 1,5% dan 2%. Fas yang digunakan di dalam penelitian ini sebesar 0,45 dengan menggunakan bahan tambah *superplasticizer* guna meningkatkan *workability*. Pengujian dilakukan setelah beton berumur 56 hari dengan benda uji berupa silinder. Dari hasil penelitian ini, didapatkan nilai kuat tekan maksimal pada penambahan serat baja 1% sebesar 20,14 MPa. Sedangkan pada penambahan

serat baja 1,5% dan 2% terjadi penurunan kuat tekan berturut-turut sebesar 8,51% dan 5,06% terhadap penambahan serat 1%. Pada hasil nilai modulus elastisitas maksimal terjadi pada penambahan serat sebesar 0,5% sebesar 9125,92 MPa. Pada penambahan serat selanjutnya 1%, 1,5% dan 2% terjadi penurunan. Dari hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa variasi penambahan serat baja yang paling optimum adalah 1% dengan nilai kuat tekan sebesar 20,14 MPa, modulus elastisitas sebesar 8191,96 MPa serta dengan berat jenis sebesar 1896,79 kg/m³ sehingga dapat dikategorikan sebagai beton ringan struktural.

Dalam penelitian Prasetyo (2013), meneliti tentang campuran serat *polypropylene* dan serat baja terhadap kuat lentur dan tarik belah beton ringan agregat batu apung (*pumice*). Dalam penelitian ini menggunakan lima variasi campuran fiber yaitu 0%, 0,5%, 1%, 1,5% dan 2% untuk serat baja dan 0,1% untuk serat *polypropylene*. Dalam penelitian ini menggunakan nilai fas sebesar 0,45 dan menggunakan *superplasticizer*. Pengujian kuat tarik belah dan kuat lentur dilakukan pada saat beton telah berumur 56 hari. Benda uji berupa silinder untuk pengujian kuat tarik belah dan berupa balok untuk pengujian kuat lentur. Pada pengujian kuat tarik belah dengan variasi penambahan serat 0%, 0,5%, 1%, 1,5% dan 2% didapatkan nilai kuat tarik belah secara berturut-turut sebesar 1,07 MPa, 2,21 MPa, 2,63 MPa, 3,43 MPa dan 3,24 MPa dan pada pengujian nilai kuat lentur didapatkan hasil berturut-turut sebesar 2,81 MPa, 4,47 MPa, 7,24 MPa, 8,08 MPa dan 8,04 MPa. Hasil pengujian berat jenis secara berturut-turut sebesar 1878,32 kg/m³, 1883,64 kg/m³, 1905,94 kg/m³, 1942,44 kg/m³ dan 1897,83 kg/m³. Pada penelitian ini dapat simpulkan nilai optimum pada penggunaan

campuran serat *polypropylene* dan serat baja terhadap beton ringan sebesar 1% disebabkan karena berat jenis beton ini sebesar $1905,94 \text{ kg/m}^3$ sehingga mendekati syarat yang diijinkan sebesar 1900 kg/m^3 , kemudian pada nilai kuat tarik belah dan kuat lentur mengalami fase optimum.

Berdasarkan penelitian Gunawan, dkk (2014) yang meneliti tentang pengaruh penambahan serat galvalum pada beton ringan dengan teknologi foam terhadap kuat lentur, *toughness* dan *stiffness*. Menggunakan variasi penambahan serat galvalum sebesar 0%, 0,25%, 0,5% dan 1%. Berdasarkan hasil penelitian didapat kuat lentur dengan kadar serat galvalum sebesar 0%, 0,25%, 0,5% dan 1% yang diuji pada umur 28 hari berturut-turut adalah $104,28 \text{ t/m}^2$, $110,31 \text{ t/m}^2$, $182,99 \text{ t/m}^2$ dan $134,98 \text{ t/m}^2$ sehingga didapat kuat lentur maksimum terjadi pada kadar penambahan serat 0,5% atau terjadi kenaikan sebesar 75,48% dibandingkan dengan beton ringan foam tanpa serat. Pada pengujian nilai *toughness* dan *stiffness* mendapatkan nilai terbesar pada penambahan serat galvalum sebesar 0,5% dengan nilai *toughness* sebesar 1407 Nmm dan *stiffness* sebesar 8472,88 N/mm. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pada penambahan serat galvalum sebesar 0,5% beton ringan foam berserat mengalami peningkatan, baik kuat lentur, nilai *toughness*, maupun nilai *stiffness*.

Foermansah (2013), meneliti tentang kuat tekan dan kuat tarik belah beton dengan serat kawat bendrat berbentuk “Z” sebagai bahan tambah. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah kawat bendrat berbentuk “Z” dengan variasi panjang 4 cm, 6 cm, 8 cm, dan persentase penambahan sebesar 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1% dari berat total adukan beton. Nilai faktor air semen yang

digunakan dalam penelitian ini sebesar 0,55 dan pengujian dilakukan saat beton telah mencapai umur 28 hari. Dari hasil pengujian kuat tekan variasi panjang 4 cm didapat hasil maksimal pada persentase serat kawat bendrat sebesar 0,5% dengan hasil 24,522 MPa, mengalami peningkatan sebesar 24,397% dari beton normal dengan kuat tekan sebesar 19,712 MPa. Pada variasi 6 cm hasil maksimal sebesar 25,465 MPa pada persentase sebesar 0,75% kawat bendrat, pada variasi 8 cm kuat tekan maksimal juga didapat pada persentase 0,75% sebesar 23,767 MPa. Untuk hasil pengujian kuat tarik belah beton, pada variasi panjang 4 cm, 6 cm dan 8 cm didapatkan hasil maksimal masing-masing terjadi pada persentase sebesar 0,5%, 0,75% dan 0,75% dengan kuat tarik belah secara berturut-turut sebesar 7,778 MPa, 8,296 MPa dan 7,630 MPa. Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan kuat tekan dan kuat tarik belah optimal beton terjadi pada variasi panjang 6 cm, persentase penambahan serat sebesar 0,75% dengan nilai kuat tekan sebesar 25,465 MPa dan nilai kuat tarik belah sebesar 8,296 MPa.

Penelitian Setiawan (2012), mengenai pemanfaatan beton ringan dari agregat pumice dengan penambahan abu sekam padi sebagai pengganti beton biasa untuk struktur bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar optimum abu sekam padi dalam meningkatkan kuat tekan beton ringan. Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan metode eksperimen yaitu dengan menambahkan abu sekam padi secara bervariasi (0%, 2%, 4%, 6%, 8% dan 10%) pada beton ringan pumice dengan perbandingan 1 semen : 2 pasir : 2 pumice. Hasil dari pengujian setelah beton mencapai umur 28 hari menunjukkan nilai kuat tekan berdasarkan variasi campuran abu sekam padi secara berturut-turut 15,77

MPa, 16,33 MPa, 17,30 MPa, 18,50 MPa, 19,60 MPa dan 19,93 MPa. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan penambahan abu sekam padi sebanyak 10% memperoleh hasil tertinggi, namun masih mungkin meningkat meskipun kecenderungan meningkatnya semakin berkurang.

Ariatama (2007), meneliti tentang pengaruh pemakaian serat kawat berkait pada kekuatan beton mutu tinggi berdasarkan optimasi diameter serat. Pada penelitian ini campuran beton diberi bahan tambah serat dari kawat galvanis. Serat kawat yang digunakan mempunyai diameter 0,6 mm dengan panjang 36 mm, 45 mm dan 54 mm. Untuk diameter 0,9 mm dengan panjang 54 mm, 67,5 mm, 81 mm. Untuk diameter 1,2 mm dengan panjang 72 mm, 90 mm dan 108 mm sehingga diperoleh aspek rasio untuk tiap-tiap diameter 60, 75 dan 90. Pengujian beton meliputi kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur. Untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah menggunakan benda uji berupa silinder dengan tinggi 300 mm dan diameter 150 mm. Untuk pengujian kuat lentur dilakukan terhadap benda uji berbentuk balok dengan ukuran 150 mm x 150 mm x 600 mm. Serat yang digunakan dalam bentuk berkait. Benda uji terdiri dari 54 silinder dan 27 balok beton serat serta 6 silinder dan 3 balok beton normal. Konsentrasi serat untuk masing-masing beton serat adalah 2%. Dari pengujian nilai *slump* dapat disimpulkan bahwa penambahan serta semakin besarnya diameter serat akan menurunkan *workability* dari campuran beton. Dari hasil pengujian didapatkan nilai kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur beton yang lebih tinggi dari beton normal. Dari hasil pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah didapatkan nilai yang optimal pada diameter 0,9 mm dengan panjang serat 67,5 mm. Untuk kuat tekan

memperoleh nilai 58,63 MPa dan mengalami peningkatan 14,67% dibandingkan beton normal sebesar 51,13 Mpa, sedangkan untuk kuat tarik belah mendapatkan nilai sebesar 6,86 MPa dan mengalami peningkatan sebesar 33,46% dari beton normal dengan nilai 5,14 MPa. Dari hasil pengujian kuat lentur beton didapatkan nilai yang optimal pada diameter 0,9 mm dengan panjang 54 mm sebesar 7,64 Mpa dan memperoleh peningkatan sebesar 48,06% dibandingkan beton normal sebesar 5,16 MPa.

Martopo dan Hadi (1997), meneliti tentang pengaruh penambahan fiber kawat *strimin* terhadap kuat lentur beton. Pada penelitian ini digunakan serat dari potongan kawat *strimin* dengan dua model bentuk yaitu bentuk lurus dan silang, dengan panjang masing-masing 50 mm dan diameter 1,2 mm. Pengujian dilakukan pada empat konsentrasi serat yaitu 0%, 2%, 2,5% dan 3%. Pengujian kuat lentur dilakukan pada beton berumur 14, 21, 28 hari dan pengujian kuat tekan dilakukan setelah umur beton mencapai 28 hari. Hasil yang didapat pada penelitian ini menunjukkan bahwa beton serat silang kawat *strimin* mempunyai kuat lentur yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton serat lurus dan beton non serat pada masing-masing umur pengujian. Tegangan lentur rata-rata maksimal umur 14 hari untuk beton non serat sebesar 4,1392 MPa, beton serat lurus 4,5275 MPa, beton serat silang sebesar 4,6087 MPa. Tegangan lentur rata-rata maksimal pada umur 21 hari untuk beton non serat sebesar 4,3412 MPa, beton serat lurus 4,7378 MPa, beton serat silang sebesar 4,8439 MPa. Tegangan lentur rata-rata maksimal umur 28 hari untuk beton non serat 4,6343 MPa, beton serat lurus 4,9256 MPa dan beton serat silang sebesar 5,0018 MPa. Sedangkan untuk hasil

pengujian kuat desak hanya mengalami kenaikan yang sangat kecil. Upaya mengurangi tercabutnya serat kawat pada uji lentur beton berhasil. Ini dapat dilihat bahwa serat-serat kawat *strimin* mengalami putus.

