

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Bahan

1. Pemeriksaan Agregat

Agregat dibekas menjadi dua, yaitu agregat halus dan agregat kasar. Agregat halus dan agregat kasar merupakan bahan utama untuk membuat beton. Sebelum agregat digunakan untuk *mix design* dilakukan pengujian terlebih dahulu, pengujian berupa berat jenis, gradasi butiran, kadar lumpur, kadar air dan keausan agregat kasar. Berikut hasil dari pengujian material agregat halus dan agregat kasar

1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat kasar dan Agregat Halus

Tabel 4.1 Analisa berat jenis dan penyerapan agregat kasar

| No | Uraian Pekerjaan | Benda Uji | | Rata - Rata | Notasi |
|----|--------------------------------|-----------|----------|-------------|---------------------|
| | | Sampel 1 | Sampel 2 | | |
| 1 | Berat contoh SSD di udara (gr) | 5000 | 5000 | 5000 | S |
| 2 | Berat contoh SSD di Air (gr) | 3010 | 3009 | 3009.5 | C |
| 3 | Berat contoh kering oven (gr) | 4933 | 4930 | 4931.5 | A |
| 4 | Berat jenis semu | 2.57 | 2.57 | 2.57 | $A / (A - C)$ |
| 5 | Berat jenis curah kering | 2.48 | 2.48 | 2.48 | $S / (S - C)$ |
| 6 | berat jenis curah jenuh kering | 2.51 | 2.51 | 2.51 | $(S - A) / A * 100$ |
| 7 | % Penyerapan Air | 1.36 | 1.42 | 1.39 | |

Dari hasil tabel pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa berat jenis curah kering rata – rata sebesar 2,48, berat jenis semu rata - rata 2,57, berat jenis curah jenuh kering (SSD) rata – rata sebesar 2.51 dan penyerapan air sebesar 1.39%.

Tabel 4.2 Analisa berat jenis dan penyerapan agregat halus

| No | Uraian Percobaan | Benda Uji | | Rata-rata | Notasi |
|----|---------------------------------|-----------|----------|-----------|----------------------|
| | | Sample 1 | Sample 2 | | |
| 1 | Berat picnometer (gr) | 200 | 200 | 200 | |
| 2 | Berat contoh SSD di udara (gr) | 500 | 500 | 500 | S |
| 3 | Berat picno+air+contoh SSD (gr) | 988 | 1043 | 1015,5 | C |
| 4 | Berat picnometer + air (gr) | 695,8 | 763 | 729,4 | B |
| 5 | Berat contoh kering oven (gr) | 453,1 | 445 | 449,05 | A |
| 6 | Berat jenis semu/tampak | 2,82 | 2,70 | 2,76 | $A / (B+A-C)$ |
| 7 | Berat jenis curah kering | 2,18 | 2,02 | 2,10 | $A / (B+S-C)$ |
| 8 | Berat jenis curah jenuh kering | 2,41 | 2,27 | 2,34 | $S / (B+S-C)$ |
| 9 | % Penyerapan Air | 10,35 | 12,36 | 11,36 | $(S-A/A) \times 100$ |

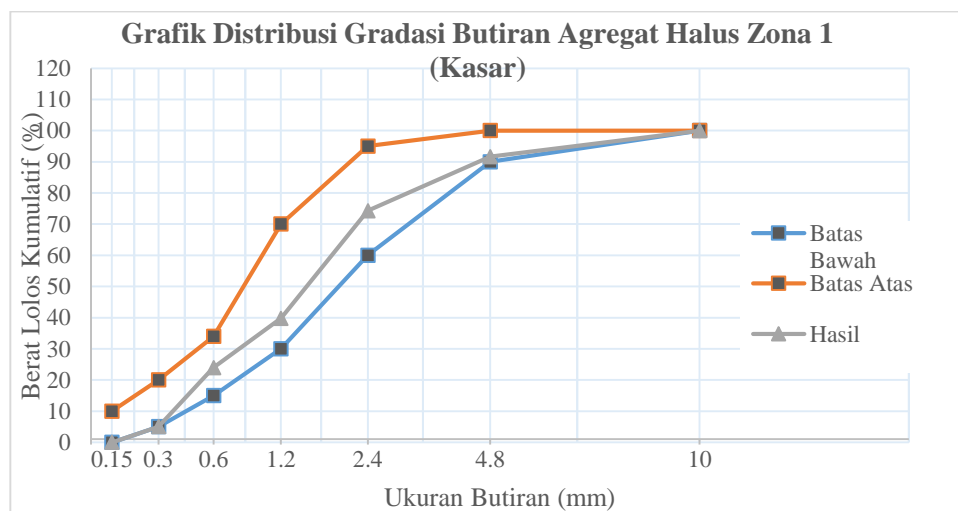
Dari hasil tabel pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa berat jenis curah kering rata – rata sebesar 2.10 , berat jenis semu rata - rata 2,76, berat jenis curah jenuh kering (SSD) rata – rata sebesar 2.341 dan penyerapan air sebesar 11,36%. Berdasarkan SNI 03-1970-1990 Nilai berat jenis Agregat halus antara 2,30 - 2,60 dan Berat jenis agregat kasar antara 2,50 - 2,80.

2. Analisa saringan agregat halus dan agregat kasar

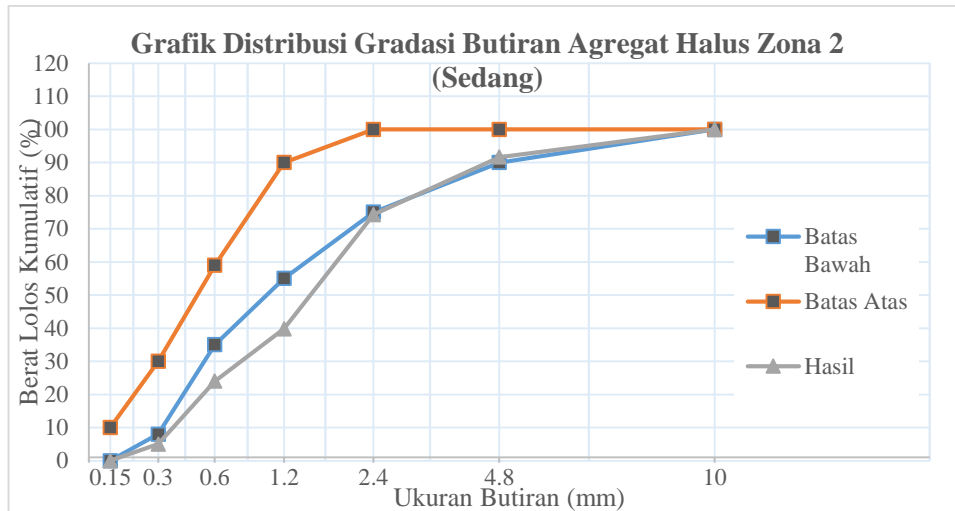
Pengujian ini bertujuan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan daerah gradasi dalam *mix design*. Alat yang digunakan yaitu seperangkat saringan yang telah disusun sesuai ukuran yang ditentukan. Berikut tabel dan grafik hasil pengujian analisis gradasi butiran agregat halus.

Tabel 4.3 Analisa saringan agregat halus

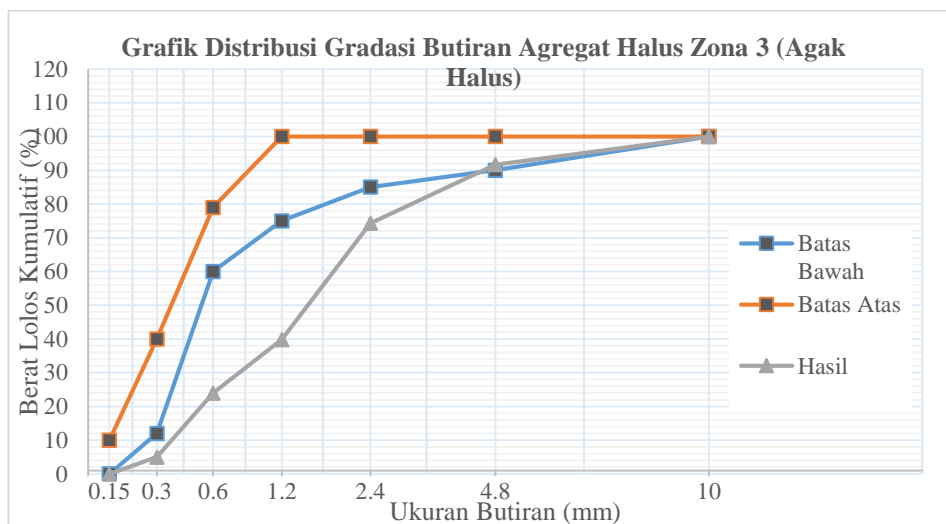
| Lubang mm | Wilayah 1 | | Wilayah 2 | | Wilayah 3 | | Wilayah 4 | | Hasil |
|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|-------|
| | Bts. Bawah | Bts. Atas | Bts. Bawah | Bts. Atas | Bts. Bawah | Bts. Atas | Bts. Bawah | Bts. Atas | |
| 10 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 4,8 | 90 | 100 | 90 | 100 | 90 | 100 | 95 | 100 | 91,64 |
| 2,4 | 60 | 95 | 75 | 100 | 85 | 100 | 95 | 100 | 74,30 |
| 1,2 | 30 | 70 | 55 | 90 | 75 | 100 | 90 | 100 | 39,80 |
| 0,6 | 15 | 34 | 35 | 59 | 60 | 79 | 80 | 100 | 23,98 |
| 0,3 | 5 | 20 | 8 | 30 | 12 | 40 | 15 | 50 | 5,00 |
| 0,15 | 0 | 10 | 0 | 10 | 0 | 10 | 0 | 15 | 0,00 |
| | Kasar | | Sedang | | Agak Halus | | Halus | | |



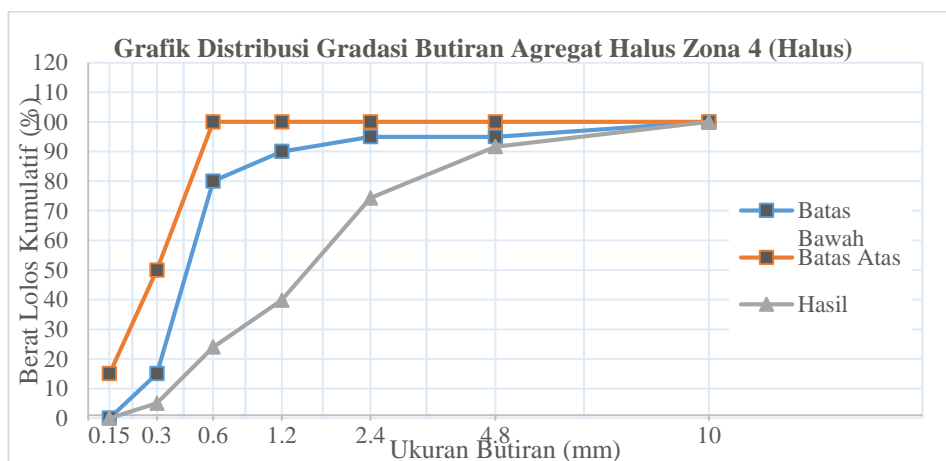
Gambar 4.1 Grafik batas agregat halus (zona 1)



Gambar 4.2 Grafik batas agregat halus (zona 2)



Gambar 4.3 Grafik batas agregat halus (zona 3)

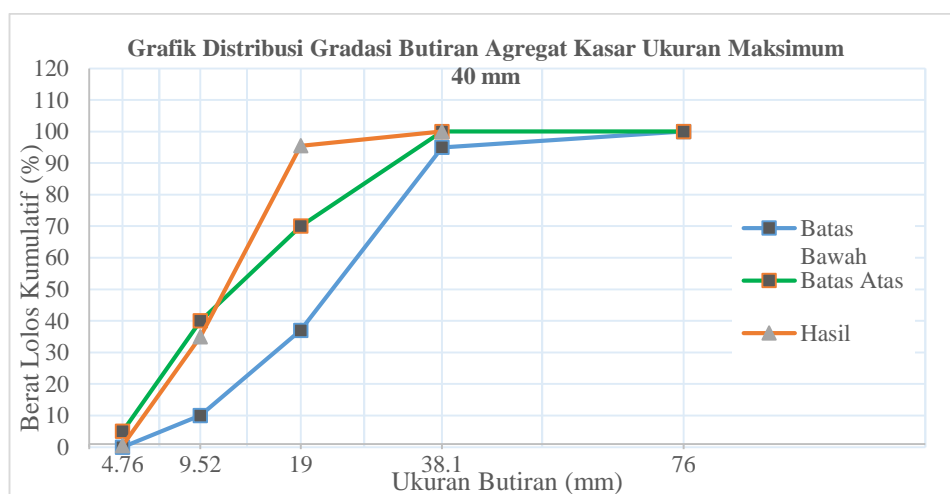


Gambar 4.4 Grafik batas agregat halus (zona 4)

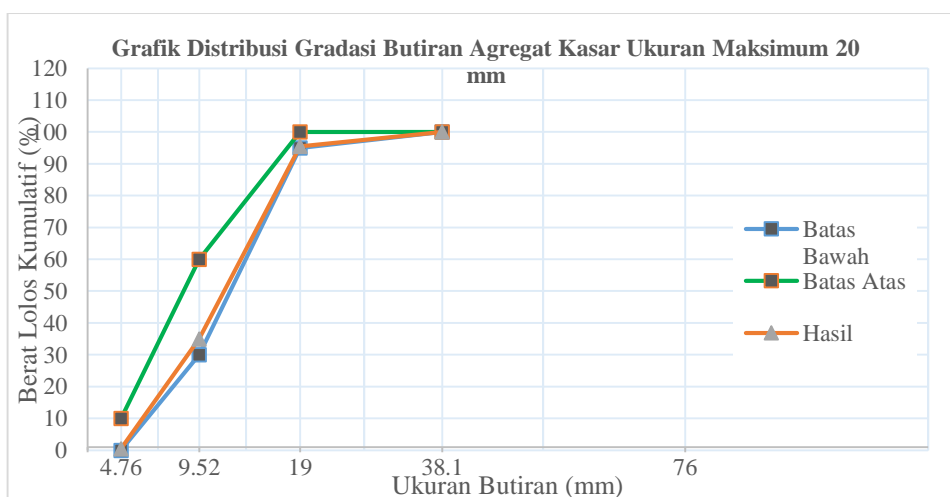
Dari grafik di atas, hasil pengujian SNI-03- 2834-2000 diperoleh hasil analisa saringan agregat halus berada pada zona 1, berarti jenis pasir termasuk pada butiran kasar.

Tabel 4.4 Analisa saringan agregat kasar

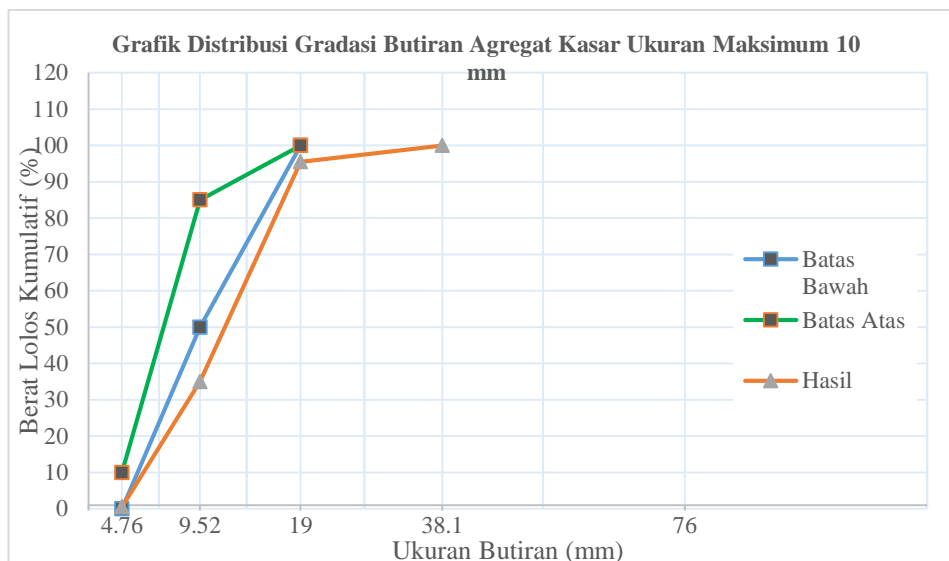
| Lubang mm | Maksimum 40 mm | | Maksimum 20 mm | | Maksimum 10 mm | | Hasil |
|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------|
| | Bts. Bawah | Bts. Atas | Bts. Bawah | Bts. Atas | Bts. Bawah | Bts. Atas | |
| 76 | 100 | 100 | | | | | |
| 38,1 | 95 | 100 | 100 | 100 | | | 100 |
| 19 | 37 | 70 | 80 | 100 | 100 | 100 | 95.50 |
| 9,52 | 10 | 40 | 30 | 60 | 50 | 85 | 35.00 |
| 4,76 | 0 | 5 | 0 | 10 | 0 | 10 | 0.50 |



Gambar 4.5 Grafik batas agregat kasar (zona 1)



Gambar 4.6 Grafik batas agregat kasar (zona 2)



Gambar 4.7 Grafik batas agregat kasar (zona 3)

Dari pengujian analisa saringan agregat kasar diatas, menurut SNI-03- 2834-2000 diperoleh hasil agregat kasar yang diuji berada pada zona 2 (butiran sedang), dimana ukuran agregat termasuk dalam klasifikasi agregat yang berukuran 11mm – 20 mm.

3. Kadar lumpur agregat halus dan kasar

Tujuan dilakukan pengujian ini yaitu mengetahui presentase kadar lumpur yang terdapat di agregat halus dan agregat kasar. Menurut SNI SNI 03-4142-1996 kandungan lumpur maksimal 5% untuk agregat halus dan 1% untuk agregat kasar dalam pembuatan beton . berikut tabel pengujian kadar lumpur agregat kasar dan agregat halus

Tabel 4.5 Analisa kadar lumpur agregat halus

| No | Uraian Percobaan | Benda Uji | |
|----|---|-----------|----------|
| | | Sample I | Sample 2 |
| 1 | Berat wadah (gr) | 210 | 210 |
| 2 | Berat wadah+pasir (gr) | 710 | 626,90 |
| 3 | Berat pasir sebelum dicuci (gr) | 500 | 710 |
| 4 | Berat pasir kering oven setelah dicuci (gr) | 488 | 491 |
| 5 | Kadar lumpur (%) | 2,40 | 1,80 |
| 6 | Rata-rata (%) | 2,1 | |

Pada tabel pengujian diatas dapat dilihat kadar lumpur rata – rata yaitu 2,1%, berdasarkan SK SNI 03-4142-1996 untuk agregat halus maksimal yaitu 5%. Pada pengujian diatas memenuhi sesuai standart SNI 03-4142-1996.

Tabel 4.6 Analisa kadar lumpur agregat kasar

| No | Uraian Percobaan | Benda Uji | |
|----|------------------|-----------|--------|
| | | Sample | Sample |

| | | I | 2 |
|---|---|------|------|
| 1 | Berat wadah (gr) | 195 | 195 |
| 2 | Berat wadah+pasir (gr) | 5195 | 5195 |
| 3 | Berat pasir sebelum dicuci (gr) | 5000 | 5000 |
| 4 | Berat pasir kering oven setelah dicuci (gr) | 4955 | 4985 |
| 5 | Kadar lumpur (%) | 0.90 | 0.30 |
| 6 | Rata-rata (%) | 0.6 | |

Pada tabel pengujian diatas dapat dilihat kadar lumpur rata – rata yaitu 0,6%, berdasarkan SK SNI 03-4142-1996 untuk agregat halus maksimal yaitu 1%. Pada pengujian diatas memenuhi sesuai standart SNI 03-4142-1996.

4. Pemeriksaan kadar air agregat halus

Kadar air agregat adalah perbandingan berat air yang terkandung dalam agregat itu sendiri dengan agregat dalam keadaan kering

Tabel 4.7 Analisa kadar air agregat halus

| No | Uraian Percobaan | Benda Uji | |
|----|--|-----------|----------|
| | | Sample I | Sample 2 |
| 1 | Berat wadah (gr) | 128 | 128 |
| 2 | Berat wadah+pasir (gr) | 628 | 628 |
| 3 | Berat pasir basah (gr) | 500 | 500 |
| 4 | Berat wadah + berat pasir kering oven (gr) | 613 | 611 |
| 5 | Berat pasir kering oven (gr) | 485 | 483 |
| 6 | Kadar air (%) | 3,09 | 3,52 |

Berdasarkan SNI 03-1971-2011 syarat kadar air agregat halus yaitu bernilai antara 3% - 5%, dari tabel pengujian diatas nilai kadar air yaitu sebesar 3,31%, sehingga agregat halus memenuhi syarat uji kadar air agregat

5. Keausan Agregat kasar

Tujuan dilakukan percobaan ini yaitu untuk menentukan ketahanan agregat kasar yang berukuran lebih kecil dari 37,5 mm (1½”) terhadap keausan menggunakan mesin abrasi *Los Angeles*. Dari pengujian diperoleh nilai keausan rata – rata adalah 29,81%. Berdasarkan SNI 03-1971-1990, nilai keausan agregat yang lolos digunakan dalam kontruksi yaitu <40%, jadi agregat kasar tersebut memenuhi untuk pembuatan sebuah kontruksi

4.2. Hasil Penelitian

1. Nilai *Slump* dan *workability*

Workability adalah kemudahan dalam pengerjaan yang dapat ditentukan dari nilai *slump*. Karena nilai *slump* adalah parameter dari *workability*, dimana semakin tinggi nilai *slump* maka semakin mudah dalam pengerjaannya..

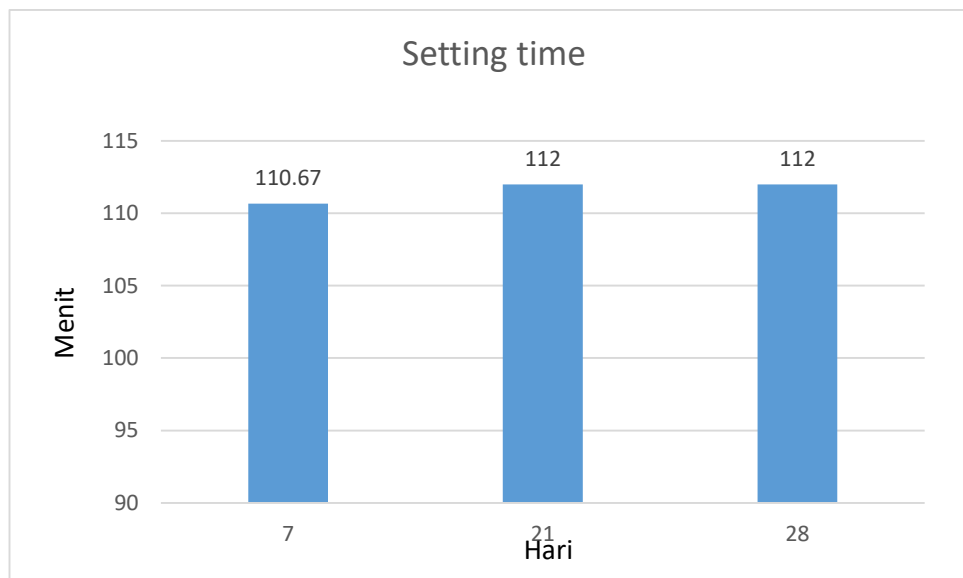
Tabel 4.8 Nilai slump dengan bahan tambah

Dari tabel nilai slump diatas dapat disimpulkan bahwa nilai slump menggunakan bahan *admixture* didapatkan nilai slump rata-rata 7,2 lebih rendah dibandingkan nilai slump beton normal pada penelitian Megasari dan Winayati (2017) yaitu rata-rata 12 cm. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan tambah dapat mengurangi jumlah air namun karena sifat salah satu bahan tambah yaitu *superplatisizier* maka kemudahan dalam pengerjaan (*workability*) tetap tinggi dengan nilai slump yang direncanakan.

2. Pengujian waktu ikat (*setting time*)

Pengujian waktu ikat (*setting time*) diuji dari awal mulai setelah pengadukan beton, diaman beton masih keadaan plastis hingga kondisi keras. Pengujian ini dimuali dari pengadukan beton segar sampai beton mengeras dengan sempurna (*final set*). Berikut tabel *setting time* beton segar

| Hari | Waktu <i>Setting Time</i> (menit) | | | Rata-rata (menit) |
|---------|-----------------------------------|-----|-----|-------------------|
| 7 Hari | 110 | 111 | 111 | 110,67 |
| 21 Hari | 111 | 112 | 113 | 112 |
| 28 Hari | 113 | 112 | 111 | 112 |



Gambar 4.8 Diagram batang *setting time*

Dari hasil pengujian diatas, dapat disimpulkan menggunakan bahan tambah (*Pastocrete RT 06* dan *Sikament NN*) memiliki nilai waktu ikat yang lebih lama yaitu pada 7 hari rata – rata waktu ikat 111 menit, 21 hari adalah 112 menit, dan 28 hari adalah 112 menit. Untuk rata – rata dari ketiga umur beton yaitu sebesar 111,89 menit. Sedangkan pada penelitian Megasari dan Winayati (2017) pada beton normal tanpa bahan tambahan memiliki nilai waktu ikat rata – rata 68.67. sedangkan dengan bahan tambahan pada penelitian Megasari dan Winayati (2017) yaitu 81 menit dengan kadar 1%, dibandingkan dengan penelitian yang penulis lakukan dengan kadar *Sikament NN* sebesar 2,3% dan *plastocrete* 0,6% mengalami kenaikan nilai *setting time* 31 menit. Pada penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa menggunakan bahan tambahan (*Pastocrete RT 06* dan *Sikament NN*) dapat memperlama waktu ikat

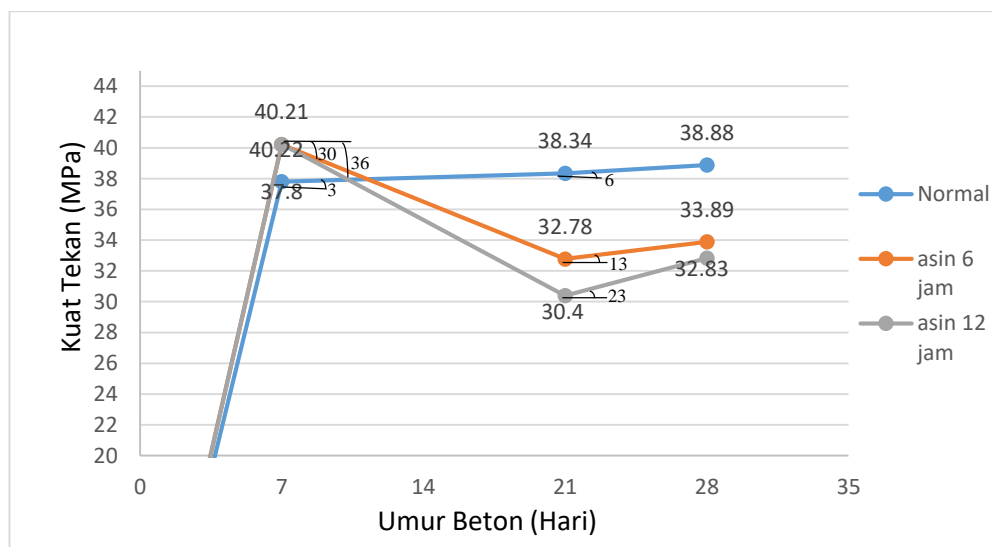
3. Analisa Kuat Tekan Benda Uji

Setelah dilakukan pembuatan sampel benda uji dan perawatan benda uji (*curing*) dan selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan beban dinamis. Pada penelitian ini kuat tekan beton diuji pada beton berumur 7, 21 dan 28 hari dengan kuat tekan rencana yaitu 32.3 MPa sebanyak 27 sampel, yang terdiri dari 3 variasi metode perawatannya yaitu di rendam dengan air normal, air normal dan dipindahkan di air asin selama 6 jam, dan air normal

dan dipindahkan di air asin selama 12 jam. Untuk setiap variasi dibuat 3 sampel yang bertujuan untuk membuat data lebih valid dan sesuai rencana. Berikut tabel hasil kuat tekan beton semua variasi perawatannya

Tabel 4.9 Hasil pengujian kuat tekan beton

| Variasi Rendaman (<i>curing</i>) | Umur Beton (Hari) | Berat Benda Uji Sebelum Direndam (kg) | Berat Benda Uji Sebelum Direndam (kg) | F'c (kg/cm ²) |
|------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| Tanpa air asin | 7 | 12,852 | 12,923 | 37,8 |
| | 21 | 12,989 | 13,011 | 38,34 |
| | 28 | 12,988 | 13,048 | 38,88 |
| air asin (6jam) | 7 | 12,992 | 13,091 | 40,21 |
| | 21 | 12,994 | 13,055 | 32,78 |
| | 28 | 12,995 | 13,033 | 33,89 |
| air asin (12jam) | 7 | 12,867 | 12,996 | 40,22 |
| | 21 | 12,995 | 13,093 | 30,4 |
| | 28 | 12,884 | 13,010 | 32,83 |



Gambar 4.9 Hubungan umur beton dengan kuat tekan beton

Dari gambar 4.9 diatas terlihat jelas bahwa kekuatan beton pada usia 7 hari tanpa perendaman sebesar 37,8 MPa, perendaman air asin 6 jam dan 12 jam mengalami kenaikan tinggi yaitu sebesar 40,21 MPa dan 40,22 MPa. Selisih kuat tekan perendaman air asin dengan perendaman air normal

mencapai 2,42 MPa, pada penelitian Miswar (2011) juga terjadi peningkatan umur 7 hari rendaman air asin hal ini disebabkan karena air asin mengandung klorida sehingga mempengaruhi hidrasi pada semen yang menyebabkan peningkatan kekuatan dini pada beton.

Pada usia beton 21 hari, beton tanpa perendaman terus menunjukkan kenaikan mutu hingga pada usia 28 hari yakni 38,34 MPa dan 38,88 MPa. Sedangkan berbanding terbalik dengan perlakuan perendaman dengan air asin yang mengalami penurunan sangat signifikan. Pada perendaman air asin 6 jam pada usia 21 yaitu 32,78 Mpa. Sedangkan pada perendaman 12 jam, pada usia 21 hari yaitu 30,4 MPa. Penurunan nilai kuat tekan beton dikarenakan pada umur 21 hari

Pada umur 28 hari kuat tekan beton yang tertinggi yaitu pada rendaman air normal sebesar 38,88 MPa. Dari data diatas bahwa benda uji pada umur beton 7, 21 dan 28 hari kuat tekan beton memenuhi rencana yaitu 33,2 MPa, namun pada perendaman (*curing*) dengan air asin 12 jam pada umur 28 hari tidak memasuki spesifikasi yaitu 32,8 MPa. Pada penelitian Miswar, Khairul (2011) yang menggunakan air laut sebagai perendamannya memiliki kemiripan dalam hal kenaikan dan penurunan nilai kuat tekan. Pada umur 7 hari dengan direndam air normal memiliki kuat tekan 100,35 kg/cm², direndam dengan air asin memiliki nilai kuat tekan yaitu 116,17 kg/cm². Pada umur 28 hari nilai kuat tekan yang direndam air normal lebih besar dari pada air payau. Pada penelitian ini menunjukkan kesamaan kuat tekan tertinggi pada umur 7 hari dikarenakan proses hidrasi semen terbantu dengan adanya kandungan klorida pada air asin tersebut .

Dari gambar 4.9 hasil kuat tekan beton dengan penggunaan bahan tambah (*admixture*) dapat meningkatkan kekuatan awal pada beton, pada penelitian Megasari (2017) beton tanpa penggunaan bahan tambah pada umur 7 hari yaitu 20,3 MPa memiliki kuat tekan yang rendah dibandingkan dengan menggunakan bahan dengan kuat tekan rencana yaitu 30 MPa. Pada penelitian diatas dengan kuat tekan rencana yaitu 33,2 MPa, penggunaan bahan tambah pada umur 7 hari sudah mencapai bahkan melebihi kuat tekan rencana yaitu

37,8 MPa. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan tambah dapat meningkatkan kuat tekan beton pada usia dini

Dari gambar 4.9 dengan perhitungan sudut, penurunan sudut yang paling tinggi yaitu pada umur 21 hari dengan perawatan air asin 12 jam, dan kenaikan tertinggi pada umur 28 hari dengan perawatan air asin 12 jam. pada umur 21 hri perawatan air asin 6 jam dan 12 jam mengalami penurunan 30° dan 36 °. Pada umur 28 hari dengan perawatan air asin selama 6 jam dan 12 jam mengalami kenaikan 13 ° dan 23°. Serta pada air normal mengalami kenaikan baik di umur 21 hari dan 28 hari dengan kenaikan sebesar 3° dan 6°

Sikament NN merupakan cairan berjenis *Superplasticizer* yang sangat efektif dengan aksi ganda untuk pengurangan air beton dan menghasilkan beton berkekuatan awal dan akhir yang tinggi (Sesuai dengan ASTM C 494-92 *type F*). *Mix design* dengan *admixture sikament NN* dapat meningkatkan kuat tekan beton diawal yaitu pada umur 7 hari beton sudah melebihi rencana yaitu 37,8 MPa dan pada umur 28 hari juga melebihi namun kenaikan tidak tinggi yaitu 38,88 MPa. Pada penggunaan *plastocrete RT06* memiliki fungsi selain pengurangan air juga sebagai memperlama waktu ikat dibuktikan dengan nilai *setting time* hingga mencapai 112 menit.

Pada benda uji dengan variasi rendaman air normal , 6 jam asin, 12 jam asin mengalami kenaikan dan penurunan kuat tekan beton. pada umur 7 hari dengan rendaman 12 jam air asin lebih besar dari 6 jam air asin dan air normal. Namun pada umur 21 dan 28 hari rendaman air asin baik 6 jam dan 12 jam kuat tekan beton lebih kecil dibandingkan dengan rendaman air normal.

Dari penelitian ini didapatkan presentase kenaikan dan penurunan kuat tekan beton denngan perlakuan air asin dan air normal.

Tabel 4.10 Hasil penurunan kuat tekan beton umur 7 hari

| no | Perendaman | Penurunan Nilai Kuat Tekan (%) |
|----|-----------------|--------------------------------|
| 1 | 6 jam – normal | 5,99 |
| 2 | 12 jam – normal | 6,02 |
| 3 | 12 jam – 6 jam | 0,025 |

Tabel 4.11 Hasil penurunan kuat tekan beton umur 14 hari

| no | Perendaman | Penurunan Nilai Kuat Tekan (%) |
|----|-----------------|--------------------------------|
| 1 | normal – 6 jam | 1,45 |
| 2 | normal – 12 jam | 2,07 |
| 3 | 6 jam – 12 jam | 7,26 |

Tabel 4.12 Hasil penurunan kuat tekan beton umur 28 hari

| no | Perendaman | Penurunan Nilai Kuat Tekan (%) |
|----|-----------------|--------------------------------|
| 1 | normal – 6 jam | 12,83 |
| 2 | normal – 12 jam | 15,56 |
| 3 | 6 jam – 12 jam | 3,13 |

Dari tabel diatas dapat disimpulkan data yang diperoleh mengalami kenaikan dan penurunan pada setiap umur beton setiap metode *curing* dan perlakuan khusus.

Pada umur 7 hari beton yang memiliki kuat tekan tertinggi yaitu dengan perendaman air asin selama 12 jam, dengan angka kenaikan dari air normal terhadap 12 jam air asin yaitu 6,02%. Pada air asin 6 jam dengan air asin 12 jam mengalami kenaikan sedikit yaitu 0,025%.

Pada umur 21 hari nilai kuat tekan tertinggi yaitu ketika direndam dengan air normal, dengan angka kenaikan dari air asin 6 jam terhadap air normal yaitu sebesar 2,07%. Sedangkan kenaikan dari air asin 6 jam terhadap air normal yaitu sebesar 1,45%.

Pada umur 28 hari nilai kuat tekan tertinggi yaitu pada perendaman dengan air normal, dengan angka kenaikan dari perendaman air asin 12 jam terhadap air normal yaitu sebesar 15,56% , sedangkan untuk dari perendaman air asin 6 jam terhadap air normal sebesar 12,83%. Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa air asin dapat meningkatkan kuat tekan pada umur 7 hari, tetapi ketika mencapai umur 21 hari hingga 28 hari perendaman dengan air asin berdampak buruk dengan kekuatan beton.

