

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

Bagian ini menyajikan data-data hasil pengujian bahan untuk membuat campuran beton. Data hasil pengujian bahan yang akan diuraikan berikut ini adalah: pengujian analisa saringan agregat halus, berat jenis dan penyerapan air agregat halus, berat isi agregat halus, kadar air agregat halus, analisis saringan serbuk cangkang buah karet, berat isi semen, dan pengujian pH air.

4.1.1 Data Hasil Pengujian Bahan

1. Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus

Berdasarkan uji analisis saringan agregat halus yang dilakukan dengan urutan saringan sesuai dengan standar, maka diketahui persentase lolos kumulatif saringan 4,75 mm = 100%, saringan 2,36 mm = 96,225%, saringan 1,18 mm = 75,088%, saringan 0,60 mm = 56,734%, saringan 0,30 mm = 37,148%, dan saringan 0,15 mm = 6,859%. Modulus kehalusan (*fineness modulus*) agregat halus didapat 2,279. Hasil pengujian agregat halus yang ditunjukkan pada Tabel 4.1, sedangkan hasil pengujian gradasi agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Hasil uji analisis saringan agregat halus

| No Saringan | Ukuran Saringan (mm) | Berat Tertahan (gr) | Jumlah Berat Tertahan (gr) | Persen Tertahan (%) | Persen Lolos (%) | Persen Tertahan Kumulatif (%) |
|---------------|----------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|------------------|-------------------------------|
| No. 4 | 4,75 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| No. 8 | 2,36 | 18,85 | 18,85 | 3,775 | 96,225 | 3,775 |
| No. 16 | 1,18 | 105,55 | 124,4 | 21,137 | 75,088 | 24,912 |
| No. 30 | 0,60 | 91,65 | 216,05 | 18,354 | 56,734 | 43,266 |
| No. 50 | 0,30 | 97,8 | 313,85 | 19,585 | 37,148 | 62,852 |
| No. 100 | 0,15 | 151,25 | 465,10 | 30,289 | 6,859 | 93,141 |
| Pan | | 34,25 | 499,35 | 6,859 | | |
| Jumlah | | 499,35 | | 100 | | 227,946 |
| Modulus Halus | | | | | | 2,279 |

Tabel 4.2 Gradasi agregat halus

| No Saringan | Ukuran Saringan | Batas Bawah | Gradasi Agregat Halus | Batas Atas |
|-------------|-----------------|-------------|-----------------------|------------|
| No. 100 | 0.15 | 0 | 6,872 | 10 |
| No. 50 | 0.30 | 12 | 37,148 | 40 |
| No. 30 | 0.60 | 60 | 56,734 | 79 |
| No. 16 | 1.18 | 75 | 75,088 | 100 |
| No. 8 | 2.36 | 85 | 96,225 | 100 |
| No. 4 | 4.75 | 90 | 100 | 100 |

2 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Hasil uji penyerapan air (*Absorption*) sebesar 1,827% dapat diketahui dari hasil uji berat jenis (*Bulk*) sebesar 2,580, berat jenis kering permukaan (*SSD*) sebesar 2,627, dan berat jenis semu (*Apparent*) sebesar 2,708, seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus

| Pengujian | Simbol/Rumus | Hasil | Satuan |
|--|---------------------------------|-------|--------|
| Berat benda uji kering permukaan jenuh (<i>SSD</i>) | B _j | 500 | Gr |
| Berat benda uji kering oven | B _k | 491,1 | Gr |
| Berat piknometer disisi air (250 cc) | B _a | 669 | Gr |
| Berat piknometer + benda uji (<i>SSD</i>) + air (250 cc) | B _t | 978,7 | Gr |
| Berat jenis (<i>Bulk</i>) | $\frac{BK}{Ba + Bj + Bt}$ | 2,580 | |
| Berat jenis jenuh kering permukaan (<i>SSD</i>) | $\frac{Bj}{Ba + Bj - Bt}$ | 2,627 | |
| Berat jenis semu (<i>Apparent</i>) | $\frac{Bk}{Ba + Bk - Bt}$ | 2,708 | |
| Penyerapan (<i>Absorption</i>) | $\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100$ | 1,827 | % |

3 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus

Hasil uji berat isi agregat halus menunjukkan bahwa kondisi gembur/lepas sebesar $1,422 \text{ gr/cm}^3$, sedangkan untuk kondisi padat sebesar $1,598 \text{ gr/cm}^3$, seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil uji berat isi agregat halus

| Uraian | Pengujian | |
|--|-----------|-----------|
| | Lepas | Padat |
| Berat tempat + benda uji (A) (gr) | 18097,500 | 19120,500 |
| Berat tempat (B) (gr) | 11130 | 11130 |
| Berat benda uji A - B (gr) | 6967,500 | 7990,500 |
| Volume tempat (cm^3) | 5301,400 | 5301,400 |
| Berat isi benda uji (C/D) (gr/cm^3) | 1,314 | 1,507 |

4 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Hasil uji kadar air memberikan informasi sebesar 2,010 % persentase kadar air yang dikandung oleh agregat halus, seperti yang disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil uji kadar air

| Jenis Pengujian | Pengujian | |
|--|-----------|--------|
| | I | II |
| Berat tempat (W1) (gr) | 345,5 | 345,5 |
| Berat tempat + contoh awal (W2) (gr) | 845,5 | 845,5 |
| Berat tempat + contoh kering (W4) (gr) | 822,25 | 826,05 |
| Berat benda uji awal ($W3 = W2 - W1$) (gr) | 500 | 500 |
| Berat benda uji kering ($W5 = W4 - W1$) (gr) | 490,75 | 489,55 |
| Kadar air (%) = $(W3 - W5/W5) \times 100\%$ | 1,885 | 2,135 |
| kadar air rata-rata (%) | 2,010 | |

Rekapitulasi yang dilakukan terhadap hasil pengujian agregat halus menunjukkan seluruh agregat yang digunakan telah memenuhi syarat sebagaimana yang ditampilkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Rekapitulasi hasil pengujian agregat halus

| No | Pengujian | Standar Pengujian | Spesifikasi | | Hasil | Satuan | Ket |
|----|--|-------------------|------------------------|------------------|------------------------------|--|------------------|
| | | | Min | Maks | | | |
| 1. | Analisa Saringan - Lolos saringan no.200 - Modulus kehalusan | SNI 03-1968-1990 | - 1,5 | 5 3,8 | 0 2,27 | % - | Memenuhi standar |
| 2. | Berat Jenis - <i>Bulk</i> - SSD - <i>Apparent</i> - Penyerapan Air | SNI 03-1970-2008 | 2,5 2,5 2,5 - | - - - 3 | 2,58 2,62 2,70 1,82 | - - - % | Memenuhi standar |
| 3. | Berat Isi - Lepas (silinder) - Padat (silinder) | SNI 03-1973-1990 | 0,4 0,4 | 1,9 1,9 | 1,31 1,50 | gr/cm ³ gr/cm ³ | Memenuhi standar |
| 4. | Kadar air | SNI 03-1971-1990 | - | - | 2,01 | % | Memenuhi standar |

5 Hasil Pengujian Analisis Saringan Serbuk Cangkang Buah Karet

Berdasarkan uji analisis saringan serbuk cangkang buah karet dilakukan dengan urutan saringan sesuai dengan standar, maka diketahui persentase lolos kumulatif saringan 4,75 mm = 100%, saringan 2,36 mm = 90,10%, saringan 1,18 mm = 26,21%, saringan 0,60 mm = 9,77%, saringan 0,30 mm = 3,76%, dan saringan 0,15 mm = 0,40%. Modulus kehalusan (*fineness modulus*) agregat halus didapat 3,32, sesuai dengan ditunjukkan pada Tabel 4.7. Hasil pengujian gradasi serbuk cangkang buah karet dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.7 Hasil uji analisis saringan serbuk cangkang buah karet

| No Saringan | Ukuran Saringan (mm) | Berat Tertahan (gr) | Jumlah Berat Tertahan (gr) | Persen Tertahan (%) | Persen Lolos (%) | Persen Tertahan Kumulatif (%) |
|---------------|----------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|------------------|-------------------------------|
| No. 4 | 4,75 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| No. 8 | 2,36 | 52,45 | 52,45 | 10,495 | 89,505 | 10,495 |
| No. 16 | 1,18 | 255,25 | 307,7 | 51,072 | 38,434 | 61,566 |
| No. 30 | 0,60 | 77,75 | 385,45 | 15,557 | 22,877 | 77,123 |
| No. 50 | 0,30 | 31,25 | 416,7 | 6,253 | 16,624 | 83,376 |
| No. 100 | 0,15 | 80,55 | 497,25 | 16,117 | 0,507 | 99,493 |
| Pan | | 2,535 | 499,785 | 0,507 | | |
| Jumlah | | 499,785 | | 100 | | 332,053 |
| Modulus Halus | | | | | 3,321 | |

Tabel 4.8 Gradasi serbuk cangkang buah karet

| No Saringan | Ukuran Saringan | Batas Bawah | Gradasi Agregat Halus | Batas Atas |
|-------------|-----------------|-------------|-----------------------|------------|
| No. 100 | 0,15 | 0 | 0,507 | 10 |
| No. 50 | 0,3 | 5 | 16,624 | 20 |
| No. 30 | 0,6 | 15 | 22,877 | 34 |
| No. 16 | 1,18 | 30 | 38,434 | 70 |
| No. 8 | 2,36 | 60 | 89,505 | 95 |
| No. 4 | 4,75 | 90 | 100 | 100 |

6 Hasil Pengujian Berat Isi Semen

Hasil uji berat isi semen menunjukkan bahwa kondisi gembur/lepas sebesar $0,962 \text{ gr/cm}^3$ sedangkan untuk kondisi padat sebesar $1,226 \text{ gr/cm}^3$ seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil uji berat isi semen

| Uraian | Pengujian | | | |
|---|-----------|--------|--------|--------|
| | Lepas | | Padat | |
| Berat tempat + benda uji (A) (gr) | 16562 | 15755 | 18130 | 17125 |
| Berat tempat (B) (gr) | 11700 | 10560 | 11700 | 10560 |
| Berat benda uji A - B (gr) | 4862 | 5195 | 6430 | 6565 |
| Volume tempat (cm ³) | 5301,4 | 5301,4 | 5301,4 | 5301,4 |
| Berat isi benda uji (C/D) (gr/cm ³) | 0,917 | 0,980 | 1,213 | 1,238 |
| Berat isi benda uji rata-rata | 0,949 | | 1,226 | |

7 Hasil Pengujian pH Air

Hasil uji pH air menggunakan pH digital untuk mengetahui pH air sebesar 5,5. Air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari sumur bor Lab PUPR PEMPROV BABEL berdasarkan spesifikasi SNI 03-6817-2002 yang menyaratkan pH air harus 4,5-8,5, seperti pada yang disajikan pada Tabel 4.10. Maka air yang digunakan memenuhi syarat untuk membuat campuran mortar.

Tabel 4.10 Hasil uji pH air

| Uraian | Pengujian pH Air | | Rata-Rata |
|---|------------------|-----|------------|
| | I | II | |
| Air berasal dari sumur bor Lab PUPR Pemprov Babel | 5,5 | 5,5 | 5,5 |

4.1.2 Data Hasil Pengujian Campuran Mortar

Data hasil pengujian campuran mortar yang akan diuraikan berikut ini adalah konsistensi *flow*, penyerapan air, kuat tekan mortar.

1. Hasil Pengujian Konsistensi *Flow*

Hasil uji konsistensi *flow* dilakukan setiap komposisi campuran serbuk cangkang buah karet dengan persentase 0%, 1%, 3%, 5%, dan persentase zat aditif sebanyak 1%. Berikut adalah contoh perhitungan pengujian konsistensi *flow*.

$$\text{Konsistensi flow (k)} = \frac{d_1 - d_0}{d_0}$$

Keterangan:

D0 : diameter dalam *troun conique* (cm)

D1 : diameter adukan setelah *troun conique* (cm)

Diameter dalam mortar segar persentase normal sebesar 10,075 cm

Diameter setelahnya sebesar 20,38 cm

$$\text{Maka, } k = \frac{20,38 - 10,075}{10,075} = 1,022.$$

Untuk perhitungan persentase 1% CBK + 1% SC, 3% CBK + 1% SC, dan 5% CBK + 1% SC, hasil pengujian konsistensi *flow* pada mortar ditampilkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Rekapitulasi hasil uji konsistensi *flow*

| Persentase Serbuk Cangkang Buah Karet | Persentase Sikacim Concrete | FAS | Diameter Awal | Diameter Akhir | Nilai Sebar Mortar |
|---------------------------------------|-----------------------------|-----|---------------|----------------|--------------------|
| | | | cm | cm | |
| 0% | 0% | 0,5 | 10,075 | 20,38 | 1,022 |
| 1% | 1% | 0,5 | 10,03 | 20,45 | 1,040 |
| 3% | 1% | 0,5 | 10,08 | 20,78 | 1,062 |
| 5% | 1% | 0,5 | 10,13 | 21 | 1,074 |

2. Hasil Pengujian Penyerapan Air

Uji penyerapan air dilakukan dengan merendam benda uji hingga keadaan *SSD* (mb) dan benda uji dikeringkan dengan oven dengan suhu 100-110°C (mk). Berikut ini adalah contoh perhitungan penyerapan air pada mortar dari metode perawatan direndam.

$$\text{Penyerapan air (\%)} = \frac{mb - mk}{mk} \times 100\%$$

Keterangan:

Mb : Masa SSD dari benda uji (gram);

Mk : Massa kering dari benda uji (gram).

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan air (\%)} &= \frac{284,733 - 264,133}{264,733} \times 100\% \\ &= 7,803\% \end{aligned}$$

Untuk hasil penyerapan air dari persentase yang berbeda dan metode perbedaan perawatan yang dilakukan pada mortar hasil rekapitulasi uji penyerapan air ditampilkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Rekapitulasi hasil uji penyerapan air

| Kode Sampel | Penyerapan Air (%) | | |
|----------------|-----------------------|------------------------------|--|
| | Macam-Macam Perawatan | | |
| | Perendaman | Disiram 3 (Tiga) Kali Sehari | Tanpa Perawatan (Tanpa Direndam dan Dirisam) |
| 0% | 7,803 | 8,7 | 9,278 |
| 1% CBK + 1% SC | 7,136 | 8,590 | 9,182 |
| 3% CBK + 1% SC | 6,597 | 7,327 | 8,525 |
| 5% CBK + 1% SC | 5,871 | 6,247 | 7,173 |

3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar

Pengujian kuat tekan mortar dilakukan pada umur 7 hari dan 28 hari. Melalui hasil pengujian kuat tekan mortar dapat diketahui perkembangan kekuatan tekan dari penambahan persentase cangkang buah karet dan penambahan zat aditif yang konstan dengan variasi perawatan yang digunakan dalam merawat mortar. Setiap variasi campuran terdiri dari 3 sampel yang diambil nilai rata-rata, baik dari nilai ukuran dimensi maupun dari beban kuat tekan mortar kubus saat pengujian Adapun contoh perhitungan kuat tekan mortar pada umur 7 hari dari metode perawatan direndam sebagai berikut:

$$f_c' = P/A$$

keterangan:

f_c' = Kuat Tekan Mortar (MPa)

P = Beban Tekan (kN)

A = Luas Area (cm²)

Kuat tekan mortar pada umur 7 hari dengan metode perawatan direndam dengan persentase normal.

$$f_c' = P/A$$

$$= \frac{28 \times 1000}{25 \times 100} = 11,200 \text{ MPa}$$

Untuk contoh perhitungan persentase 1% CBK + 1% SC sebagai berikut ini:

$$f_c' = P/A$$

$$= \frac{33 \times 1000}{24,7 \times 100} = 13,38 \text{ MPa}$$

Untuk hasil perhitungan persentase 3% CBK + 1% SC dan 5% CBK + 1% SC dapat dilakukan perhitungan seperti dengan persentase 1% CBK + 1% SC, kemudian perhitungan kuat tekan mortar dengan metode perawatan disiram 3 (tiga) kali sehari dan tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram) proses perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Rekapitulasi hasil uji kuat tekan mortar

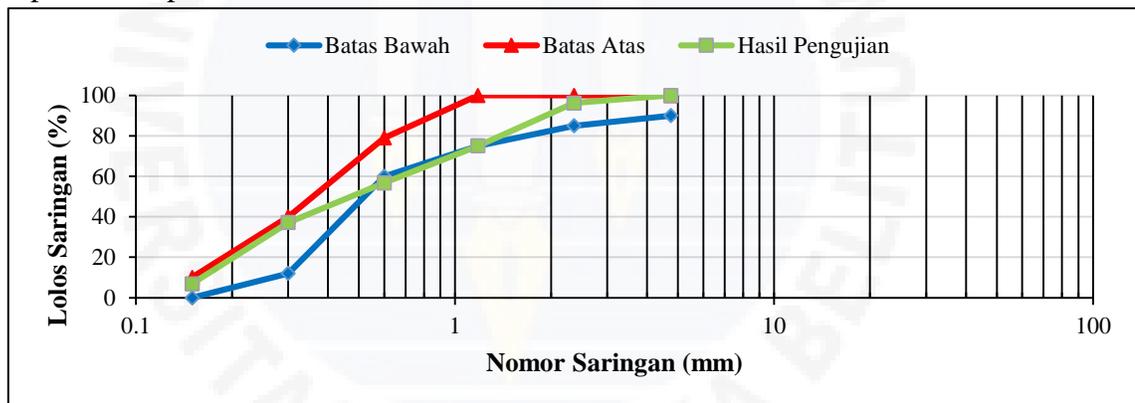
| Kode Sampel | Kuat Tekan (MPa) | | | | | |
|----------------|-----------------------|---------|------------------------------|---------|--|---------|
| | Macam-Macam Perawatan | | | | | |
| | Perendaman | | Disiram 3 (Tiga) Kali Sehari | | Tanpa Perawatan (Tanpa Direndam dan Disiram) | |
| | 7 hari | 28 hari | 7 hari | 28 hari | 7 hari | 28 hari |
| 0% | 11,200 | 16,200 | 10,200 | 12,533 | 9,592 | 9,864 |
| 1% CBK + 1% SC | 13,388 | 18,600 | 10,268 | 16,900 | 9,600 | 11,306 |
| 3% CBK + 1% SC | 13,962 | 19,864 | 10,400 | 17,800 | 9,796 | 13,571 |
| 5% CBK + 1% SC | 15,948 | 20,612 | 13,469 | 18,120 | 10 | 14,082 |

4.2 Pembahasan Data Hasil Pengujian

4.2.1 Pembahasan Hasil Pengujian Bahan

1. Analisis Saringan Agregat Halus

Hasil uji analisis saringan yang dilakukan menunjukkan bahwa uji modulus halus (*fineness modulus*) sebesar 2,279 dan agregat halus masuk dalam batas gradasi zona 3 (tiga) yang artinya agregat halus yang digunakan agak halus sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan oleh SNI 03-1968-1990 antara 1,5-3,8. Dari Tabel 2.4 gradasi agregat halus pada saringan no 30 tidak memenuhi spesifikasi batas bawah dan batas atas, dikarenakan terdapat butiran agregat halus yang hilang/melayang pada saat pembersihan ayakan dan penimbangan agregat halus yang tertahan disaringan no 30. Namun agregat halus masih dapat ditoleransi dan digunakan sebagai bahan campuran mortar dan grafik analisis saringan agregat halus dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik hasil pengujian analisis saringan agregat halus

2. Berat Jenis Agregat Halus

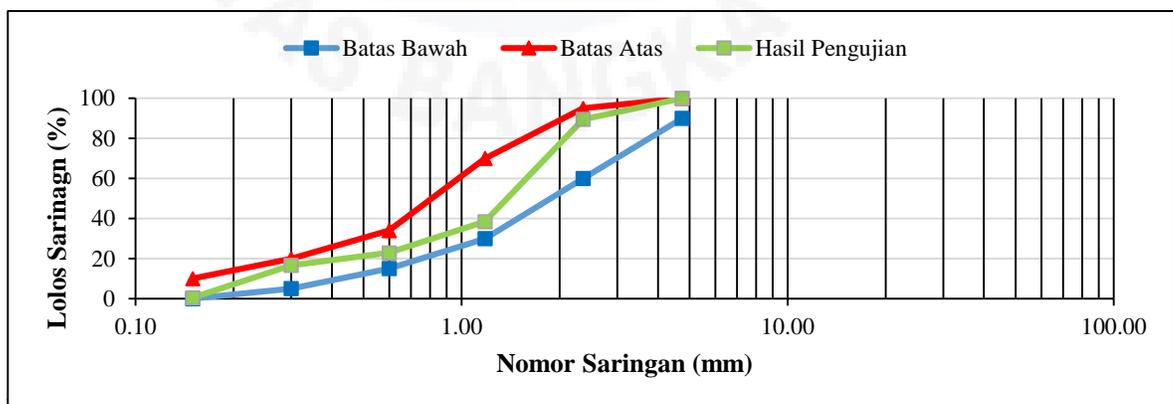
Hasil uji berat jenis agregat halus seperti penyerapan air, *bulk*, *SSD*, dan berat jenis semu berturut-turut sebesar 1,82%, 2,58, 2,62, dan 2,70 sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan SNI 03-1970-2008 minimal adalah 2,5, sedangkan untuk penyerapan air maksimal adalah 3% pada agregat halus. Kondisi ini menunjukkan agregat halus mengandung pori-pori terbuka dan tertutup yang ada didalam butiran masih dalam batas normal.

3. Berat Isi Agregat Halus

Hasil uji berat isi agregat halus menunjukkan bahwa kondisi gembur/lepas sebesar $1,422 \text{ gr/cm}^3$, sedangkan untuk kondisi padat sebesar $1,598 \text{ gr/cm}^3$. Kondisi ini menunjukkan volume butiran (pori tertutup dan terbuka) yang terbentuk masih dalam batas agregat normal dan sesuai spesifikasi SNI 03-1970-2008 yang menyaratkan berat isi padat antara 1,50-1,80.

4. Analisis Saringan Serbuk Cangkang Buah Karet.

Hasil uji yang dilakukan analisis saringan menunjukkan bahwa uji modulus halus (*fineness modulus*) serbuk cangkang buah karet sebesar 3,321 dan serbuk cangkang buah karet masuk dalam batas gradasi zona 1 (satu) yang artinya serbuk cangkang buah karet yang digunakan kasar sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan oleh SNI 03-1968-1990 antara 1,5-3,8. Serbuk cangkang buah karet digunakan sebagai bahan tambah pada saat pembuatan mortar. Pemakaian serbuk cangkang buah karet untuk bahan tambah dengan ukuran serbuk karet yang digunakan adalah 2-5 mm yaitu harus lolos saringan nomor 8 (2,36 mm) dan tertahan saringan nomor 16 (1,18) yang berfungsi untuk mengisi pori-pori pada saat pembuatan dan menghasilkan mortar lebih padat. Serbuk cangkang buah karet memenuhi spesifikasi batas atas dan batas bawah yang ditetapkan seperti pada Tabel 2.4 dan grafik analisis saringan serbuk cangkang buah karet dapat dilihat pada Gambar 4.2.



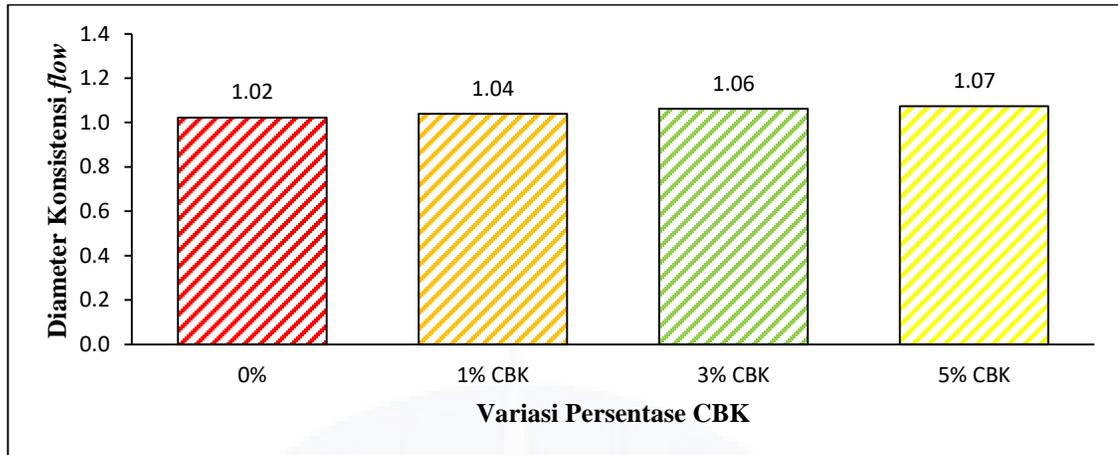
Gambar 4.2 Grafik analisis saringan serbuk cangkang buah karet

Hasil uji berat isi semen sebesar $1,226 \text{ gr/cm}^3$ kondisi ini bukan menunjukkan kualitas semen, nilai ini hanya digunakan dalam hitungan proporsi campuran mortar. Air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari sumur bor Lab PUPR PEMPROV BABEL sebesar 5,5 sesuai spesifikasi SNI 03-6817-2002 yang menyatakan pH air harus 4,5-8,5. Maka air yang digunakan memenuhi syarat untuk membuat campuran mortar. Dari hasil analisis uji bahan yang dilakukan terhadap hasil pengujian agregat halus, semen, dan air menunjukkan seluruh bahan pembuat campuran mortar yang digunakan telah memenuhi syarat.

4.2.2 Pembahasan Hasil Pengujian Campuran Mortar

1. Uji Konsistensi *Flow*

Hasil ujikonsistensi *flow* menunjukkan mortar dengan penambahan serbuk cangkang buah karet dan zat aditif memiliki *workability* yang cukup baik. Komposisi mortar dengan persentase 0% CBK + 0% SC menghasilkan nilai sebar sebesar 1,022, persentase 1% CBK + 1% SC menghasilkan nilai sebar sebesar 1,040, persentase 3% CBK + 1% SC menghasilkan nilai sebar sebesar 1,062, dan persentase 5% CBK + 1% SC menghasilkan nilai sebar sebesar 1,074. Hal ini dipengaruhi dari penggunaan zat aditif dengan persentase 1% dapat menyebabkan campuran mortar sedikit cair tanpa pengurangan penggunaan air yang direncanakan, semakin bertambahnya persentase serbuk cangkang buah karet menghasilkan diameter lebih besar dari diameter mortar persentase 0% CBK + 0% SC, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Hasil uji konsistensi *flow* variasi CBK dan zat aditif 1%

Hasil uji konsistensi *flow* seperti pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa mortar persentase 0% CBK + 0% SC dan mortar dengan penambahan serbuk cangkang buah karet mencapai diameter konsistensi *flow* minimum, sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan oleh SNI 03-6825-2002 antara 1-1,15. Setelah dilakukan uji konsistensi *flow* benda uji kemudian dicetak dan kemudian dilakukan pengujian daya serap air dan kuat tekan pada mortar. Selisih kenaikan konsistensi *flow* pada persentase 1% CBK + 1% SC sebesar 1,960% dibanding dengan persentase 0% CBK + 0% SC. Persentase selisih kenaikan 3% CBK dan 5% CBK dari persentase 0% CBK + 0% SC dapat dilihat pada Tabel 4.14.

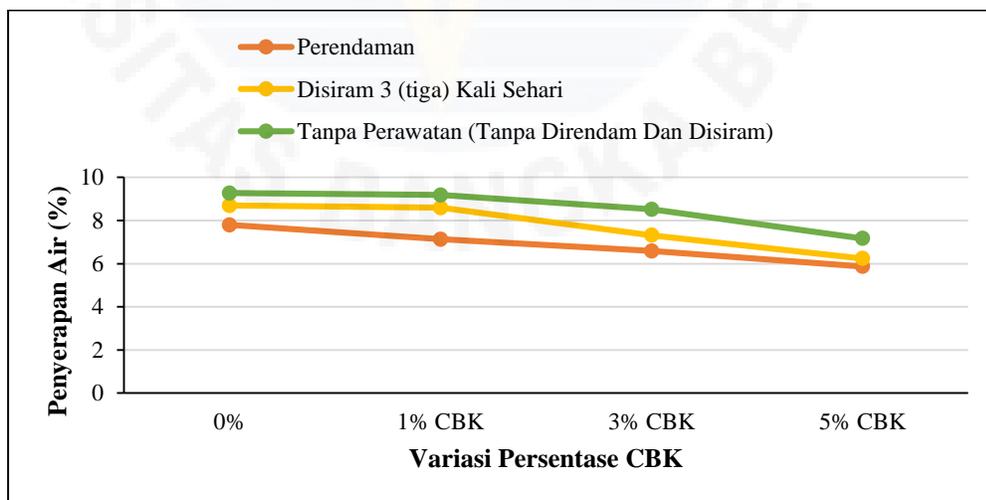
Tabel 4.14 Selisih persentase kenaikan konsistensi *flow*

| Kode Sampel | Diameter Konsistensi <i>Flow</i> | Persentase (%) | Keterangan |
|----------------|----------------------------------|----------------|------------------|
| 0% CBK + 0% SC | 1,02 | - | - |
| 1% CBK + 1% SC | 1,04 | 1,960 | Terjadi kenaikan |
| 3% CBK + 1% SC | 1,06 | 3,921 | Terjadi kenaikan |
| 5% CBK + 1% SC | 1,07 | 4,901 | Terjadi kenaikan |

2. Penyerapan Air

Hasil uji penyerapan air pada mortar dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh serbuk cangkang buah karet dan zat aditif terhadap daya serap air. Kondisi ini menunjukkan pengujian daya serap air dengan jumlah 3 (tiga) metode perawatan, mortar direndam daya serap air mortar mengalami penurunan dibandingkan dengan penyerapan air metode disiram dan tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram). Daya serap air mortar persentase 0% CBK + 0% SC berturut turut sebesar 7,803%, 8,7% dan 9%.

Persentase daya serap air rata-rata antara penambahan serbuk cangkang buah karet dan zat aditif dapat menyerap air lebih kecil pada metode perawatan direndam dibandingkan metode disiram dan metode tanpa perawatan (tanpa direndam dan diram) dari persentase 1% CBK + 1% SC yakni, 7,136%, 8,590%, 9,182%, 3% CBK + 1% SC yakni, 6,597%, 7,327%, 8,525%, dan persentase 5% CBK + 1% SC berturut-turut yaitu 5,871%, 6,247%, 7,173% seperti yang disajikan pada Gambar 4.4. Semakin kecil angka penyerapan air, maka semakin baik kualitas mortar yang dihasilkan mortar, karena rongga pada mortar berkurang sehingga mortar menjadi lebih padat dan kekuatan mortar pun bertambah.



Gambar 4.4 Hasil pengujian penyerapan air pada mortar variasi CBK dan zat aditif 1%

Penelitian ini NaOH 0,5 M digunakan untuk menghambat daya serap air pada serbuk cangkang buah. Selain untuk menghambat penyerapan air NaOH berfungsi untuk mengurangi senyawa kimia (selulosa, hemiselulosa, lignin, dan zat ekstraktif), mengubah permukaan serat menjadi kasar sekaligus menghilangkan kotoran yang terdapat pada serbuk cangkang buah karet, sehingga meningkatkan kelekatan mekanis dan juga menyebabkan semakin banyak senyawa kimia pada serbuk cangkang buah karet yang hilang (Hashim, dkk., 2012). Proses perendaman serbuk cangkang buah karet dapat dilihat pada Gambar 4.5.



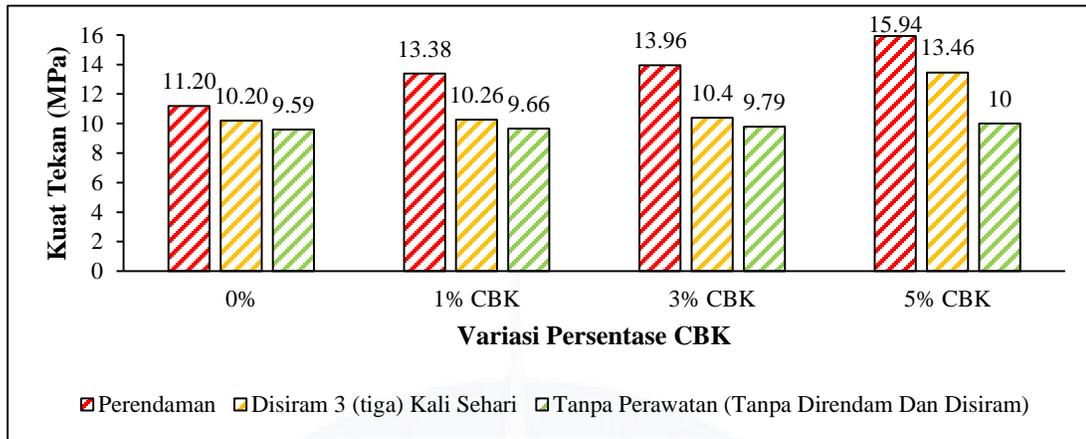
Gambar 4.5 Tahapan serbuk cangkang buah karet setelah perendaman NaOH

Hasil penelitian menunjukkan pengaruh alkali *treatment* mengalami peningkatan terhadap kuat tekan mortar dan mengurangi daya serap air. Hal ini sesuai penelitian Kasjoko, (2014) dimana hasil penelitiannya dapat meningkatkan kuat tekan dan penyerapan air pada mortar sebesar 50%. Penambahan dari zat aditif sendiri selain meningkatkan kuat tekan, pengerasan mortar dengan cepat pada umur 3 hari, mampu mengisi pori di dalam mortar maupun yang terbentuk oleh serbuk cangkang buah karet dan menjadikan mortar kedap air.

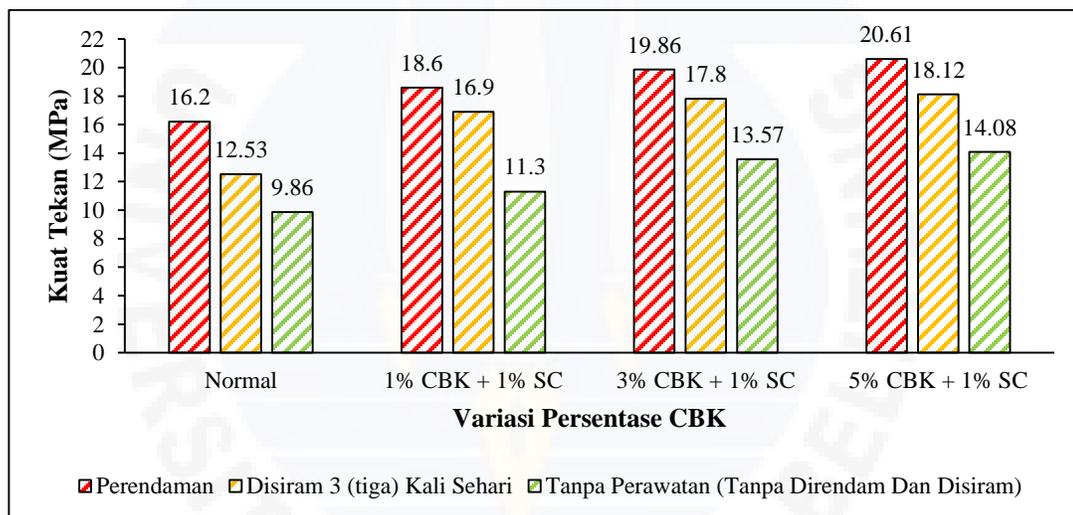
Hal ini sesuai dengan penelitian Arruan, H., dan Ala, P., (2019) dengan penambahan zat aditif akan meningkatkan kuat tekan mortar kedap air sebesar 57,4%. Seperti pada penelitian Soenoko, dkk., (2013) dimana hasil penelitiannya dapat menurunkan daya serap air sebesar 50% waktu perendaman serat aren selama 90 menit menggunakan NaOH. Tetapi terdapat perubahan daya serap air dari perawatan disiram, mortar normal menghasilkan daya serap air mengalami peningkatan dari persentase 0% CBK + 0% SC seiring dengan penambahan persentase serbuk cangkang buah dan zat aditif sedangkan mortar tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram) mengalami daya serap air lebih besar dibandingkan dengan daya serap air mortar dengan metode perawatan disiram. Karena disebabkan air dengan mudah menguap dari mortar. Penguapan ini bisa saja diakibatkan oleh suhu. Besarnya penguapan air akan menghambat proses terjadinya hidrasi semen. Kurangnya hidrasi semen akan menimbulkan rongga-rongga udara yang meningkatnya daya serap air.

3. Kuat Tekan

Hasil uji kuat tekan maksimum didapatkan pada umur 28 hari, sedangkan kuat tekan terendah pada umur 7 hari dari masing-masing perawatan mortar seperti yang disajikan pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7. Fungsi NaOH pada campuran mortar adalah untuk meningkatkan nilai kuat tekan mortar. Hal ini ditunjukkan oleh hasil pengujian kuat tekan mortar terjadi peningkatan pada umur 7 hari hingga 28 hari. Hal ini dipengaruhi oleh seiring penambahan serbuk cangkang buah karet dan zat aditif.



Gambar 4.6 Hasil uji kuat tekan umur 7 hari variasi CBK dan zat aditif 1%



Gambar 4.7 Hasil uji kuat tekan umur 28 hari variasi CBK dan zat aditif 1%

Hasil uji kuat tekan dengan perawatan direndaman, mortar dengan persentase 0% CBK + 0% SC sebesar 11,200 MPa. Sedangkan kuat tekan mortar dengan penambahan serbuk cangkang buah karet dan zat aditif, komposisi persentase 1% CBK + 1 SC sebesar 13,38 MPa, persentase 3% CBK + 1% SC sebesar 13,96 MPa, dan persentase 5% CBK + 1% SC sebesar 15,94 MPa.

Kuat tekan dengan perawatan disiram, mortar normal sebesar 10,20 MPa. Sedangkan kuat tekan mortar dengan penambahan serbuk cangkang buah karet dan zat aditif, komposisi persentase 1% CBK + 1% SC, 3% CBK + 1% SC, dan 5% CBK + 1% SC berturut turut sebesar 10,20 MPa, 10,26, dan 13,46 MPa.

Kuat tekan tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram), mortar normal sebesar 9,59 MPa. Sedangkan kuat tekan dengan penambahan serbuk cangkang buah karet dan zat aditif, komposisi persentase 1% CBK + 1% SC 9,66 MPa, persentase 3% CBK + 1% SC menghasilkan kuat tekan sebesar 9,79 MPa, dan persentase 5% CBK + 1% SC menghasilkan kuat tekan sebesar 10 MPa.

Pada umur 28 hari kuat tekan pada mortar mengalami peningkatan dari umur 7 hari. Hasil uji kuat tekan dengan perawatan direndaman, mortar dengan persentase 0% CBK + 0% SC sebesar 16,2 MPa. Sedangkan kuat tekan mortar dengan penambahan serbuk cangkang buah karet dan zat aditif, komposisi persentase 1% CBK + 1 SC sebesar 18,600 MPa, persentase 3% CBK + 1% SC sebesar 19,864 MPa, dan persentase 5% CBK + 1% SC sebesar 20,612 MPa. Kuat tekan dengan perawatan disiram, mortar normal sebesar 12,533 MPa. Sedangkan kuat tekan mortar dengan penambahan serbuk cangkang buah karet dan zat aditif, komposisi persentase 1% CBK + 1% SC sebesar 16,900 MPa, 3% CBK + 1% SC sebesar 17,800 MPa, dan 5% CBK + 1% SC sebesar 18,120 MPa.

Kuat tekan tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram), mortar normal 9,864 MPa. Sedangkan kuat tekan dengan penambahan serbuk cangkang buah karet dan zat aditif, komposisi persentase 1% CBK + 1% SC, persentase 3% CBK + 1% SC, dan persentase 5% CBK + 1% SC menghasilkan kuat tekan berturut turut sebesar 11,3 MPa, 13,57 MPa, dan 14,082 MPa. Pengaruh penambahan persentase serbuk cangkang buah karet dan zat aditif yang digunakan pada campuran mortar mengalami kenaikan kuat tekan seiringan penambahan persentase serbuk cangkang buah karet. Faktor yang sangat besar memberikan kontribusi terhadap kenaikan kekuatan mortar

adalah perlakuan NaOH terhadap serbuk cangkang buah karet. Perendaman serbuk cangkang buah karet selama 2 jam dengan konsentrasi 0,5 M NaOH dapat meningkatkan kuat tekan sebesar 20,61 MPa dari persentase 5% CBK + 1% SC umur 28 hari. penelitian ini sesuai dengan penelitiannya, Handoko, dkk., (2013), dimana hasil penelitiannya didapatkan dapat meningkatkan tekan beton serat. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH 0,5 M dapat meningkatkan kuat tekan mortar dan merubah sifat *hidrophilic* pada serbuk cangkang buah karet berkurang. Oleh karena itu, dapat meningkatkan sifat hidropobhia pada serat supaya saling mengikat erat dengan penyusun mortar lainnya.

Pengaruh lain meningkatnya kuat tekan mortar pada umur 28 hari disebabkan oleh penambahan zat aditif sebanyak 1% pada campuran mortar. Menjadikan mortar kedap air dan menghasilkan *workability* yang baik. Hal ini dipengaruhi dari penggunaan zat aditif dengan persentase 1% dapat menyebabkan campuran mortar sedikit cair dan zat aditif pun dapat mengisi pori-pori mortar yang terbentuk saat proses pembuatan mortar. Sehingga mortar menjadi padat dan kuat tekan yang dihasilkan meningkat.

Meskipun hasil kuat tekan mengalami peningkatan terdapat perbedaan kuat tekan dari beberapa metode perawatan terhadap pengaruh penambahan serbuk cangkang buah karet dan zat aditif. Hasil kuat tekan mortar dengan perendaman menunjukkan persentase kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan metode perawatan mortar disiram dan tanpa perawatan sesuai dengan yang disajikan pada Tabel 4.15 dan Tabel 4.16. Hal ini dikarenakan air yang hilang selama proses pengecoran atau pembakaran cetakan akan digantikan air dalam perendaman.

Dalam perawatan disiram terjadi penurunan dari metode perendaman. Meskipun permukaan mortar disiram pagi, siang, dan sore secara langsung didalam ruangan, tetapi masih mempunyai kelembapan pada mortar. Namun perlahan permukaan mortar akan mengering mortar pun mengalami kehilangan air untuk proses hidrasi semen sebagai pengisi rongga-rongga mortar tidak berjalan dengan

baik. Metode tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram) mortar menunjukkan peningkatan kuat tekan mortar tetapi lebih rendah dibandingkan dengan metode perawatan mortar dengan perendaman dan perawatan disiram. Dikarenakan terjadi penguapan air yang akan menghambat proses terjadinya hidrasi semen, yang mempengaruhi kekuatannya. Hal ini sesuai dengan penelitian Ramadhoni, (2016). Kesimpulan yang didapatkan dari pengujian kuat tekan mortar adalah mortar dengan perawatan direndam menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan perawatan disiram dan tanpa perawatan.

Tabel 4.15 Penurunan kuat tekan mortar umur 7 hari berdasarkan perawatan

| Kode Sampel | Metode Perawatan | Kuat Tekan (MPa) Umur 7 Hari | Persentase (%) | Keterangan |
|----------------|--|------------------------------|----------------|-------------------|
| 0% CBK + 0% SC | Perendaman | 11,2 | - | - |
| 0% CBK + 0% SC | Disiram 3 (tiga) kali sehari | 10,2 | 8,928 | Terjadi penurunan |
| 0% CBK + 0% SC | Tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram) | 9,592 | 14,357 | Terjadi penurunan |
| 1% CBK + 1% SC | Perendaman | 13,388 | - | - |
| 1% CBK + 1% SC | Disiram 3 (tiga) kali sehari | 10,268 | 23,304 | Terjadi penurunan |
| 1% CBK + 1% SC | Tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram) | 9,6 | 28,293 | Terjadi penurunan |
| 3% CBK + 1% SC | Perendaman | 13,962 | - | - |
| 3% CBK + 1% SC | Disiram 3 (tiga) kali sehari | 10,4 | 25,512 | Terjadi penurunan |
| 3% CBK + 1% SC | Tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram) | 9,796 | 29,838 | Terjadi penurunan |
| 5% CBK + 1% SC | Perendaman | 15,948 | - | - |
| 5% CBK + 1% SC | Disiram 3 (tiga) kali sehari | 13,469 | 15,544 | Terjadi penurunan |
| 5% CBK + 1% SC | Tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram) | 10 | 37,296 | Terjadi penurunan |

Tabel 4.16 Penurunan kuat tekan mortar umur 28 hari berdasarkan perawatan

| Kode Sampel | Metode Perawatan | Kuat Tekan (MPa) Umur 28 Hari | Persentase (%) | Keterangan |
|----------------|--|-------------------------------|----------------|-------------------|
| 0% CBK + 0% SC | Perendaman | 16,2 | - | - |
| 0% CBK + 0% SC | Disiram 3 (tiga) kali sehari | 12,533 | 22,635 | Terjadi penurunan |
| 0% CBK + 0% SC | Tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram) | 9,864 | 39,111 | Terjadi penurunan |
| 1% CBK + 1% SC | Perendaman | 18,6 | - | - |
| 1% CBK + 1% SC | Disiram 3 (tiga) kali sehari | 16,9 | 9,139 | Terjadi penurunan |
| 1% CBK + 1% SC | Tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram) | 11,306 | 39,215 | Terjadi penurunan |
| 3% CBK + 1% SC | Perendaman | 19,864 | - | - |
| 3% CBK + 1% SC | Disiram 3 (tiga) kali sehari | 17,8 | 10,39 | Terjadi penurunan |
| 3% CBK + 1% SC | Tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram) | 13,571 | 31,68 | Terjadi penurunan |
| 5% CBK + 1% SC | Perendaman | 20,612 | - | - |
| 5% CBK + 1% SC | Disiram 3 (tiga) kali sehari | 18,12 | 12,09 | Terjadi penurunan |
| 5% CBK + 1% SC | Tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram) | 14,082 | 31,68 | Terjadi penurunan |

4.3 Pola Retak Mortar Hasil Pengujian Kuat Tekan Berdasarkan Metode Perawatan

Pola retak yang terjadi pada mortar setelah dilakukan pengujian kuat tekan memperlihatkan kecenderungan yang berbeda pada setiap mortar dengan perlakuan perawatan dan persentase penambahan serbuk cangkang buah karet dan zat aditif. Dari hasil pengujian kuat tekan mortar umur 7 dan 28 hari dengan perawatan direndam menghasilkan kuat tekan meningkat. Hal ini dikarenakan air yang hilang selama proses pencetakan akan digantikan oleh air dalam bak perendaman. Sehingga mortar tidak akan mungkin kehilangan air yang dibutuhkan untuk proses

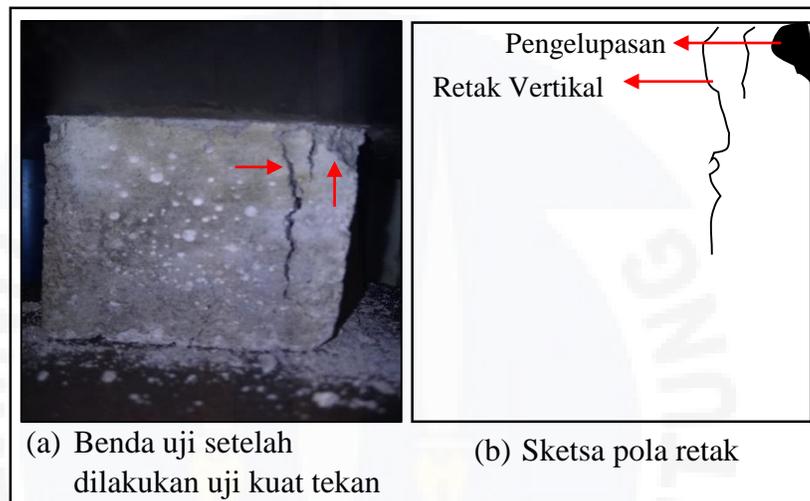
berlangsungnya hidrasi semen, permukaan mortar lebih halus walaupun terdapat pori-pori pada permukaan mortar. Seiringan penambahan serbuk cangkang buah karet dan zat aditif permukaan mortar terdapat sedikit pori-pori. Pori-pori tersebut diisi oleh cairan zat aditif membuat mortar lebih padat dan kedap air. Sehingga kuat tekan yang dihasilkan lebih meningkat dan pola retak yang terbentuk lebih. Dalam perawatan disiram 3 (tiga) kali dalam sehari berfungsi untuk membasahi mortar agar menghindari penguapan air selama masa perawatan dan mengurangi naiknya temperatur mortar secara langsung. Walaupun mortar telah diberikan perawatan disiram 3 (tiga) kali dalam sehari dalam beberapa saat permukaan mortar akan mengering. Permukaan mortar yang mengering akan kehilangan air untuk proses hidrasi semen. Sehingga hidrasi sebagai mengisi pori-pori dalam mortar tidak berjalan dengan baik. Permukaan mortar menimbulkan pori-pori akibat dari penguapan air yang terjadi, sehingga kuat tekan yang dihasilkan meningkat dan tidak lebih baik dari perawatan perendaman. Pola retak yang terbentuk yaitu pola retak besar, rambut dan pengelupan permukaan pada bagian mortar lebih besar. Pada mortar tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram) air dengan mudah menguap dari mortar. Penguapan ini akan menghambat proses terjadinya hidrasi semen, yang mempengaruhi turunnya kuat tekan mortar dan terdapat retakan pada permukaan mortar. Permukaan mortar lebih banyak menimbulkan pori-pori akibat dari penguapan dan pola retak yang terbentuk yaitu retak besar dan pengelupasan lebih besar pada bagian badan mortar.

Pola retak yang terjadi pada benda uji mortar berdasarkan SNI 1974-2011 setelah dilakukan pengujian kuat tekan dengan beban maksimal yang diberikan, dari perawatan direndam, disiram dan tanpa perawatan pola retak yang terbentuk dijelaskan secara terperinci seperti di bawah ini. Keterwakilan pola retak dipilih dari benda uji yang memiliki pola retak yang sama.

1. Pola retak mortar pada umur 7 hari untuk masing-masing metode perawatan adalah sebagai berikut:

- a. Pola retak mortar 0% CBK + 0% SC dengan perendaman.

Dari pengamatan pengujian mortar dengan perawatan direndam permukaan mortar lebih bagus, pori-pori dipermukaan dapat tertutupi dengan baik dari hidrasi semen yang stabil. Kuat tekan yang dihasilkan sebesar 11,2 MPa dan pola retak yang terbentuk berupa pengelupasan pada permukaan mortar dipinggiran siku-siku kanan atas mortar, dan retak vertikal. Hal ini terjadi pada saat pengujian kuat tekan bentuk dari mortar kurang simetris.

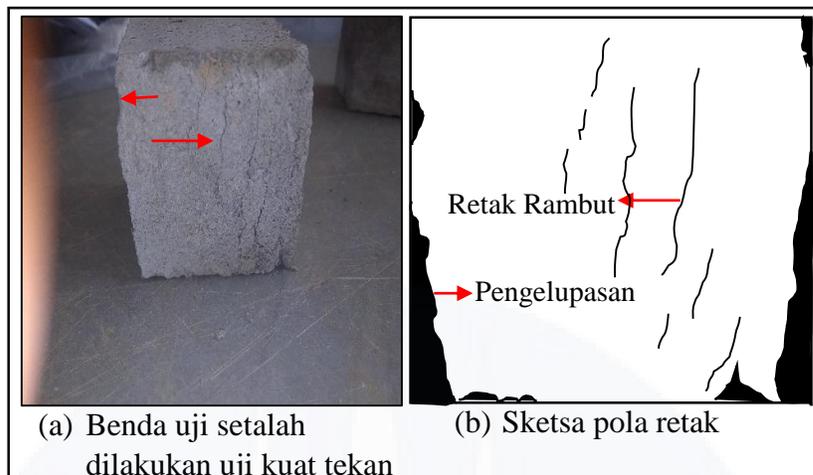


Gambar 4.8 Pola retak mortar 0% CBK + 0% SC umur 7 hari dengan perawatan direndam

- b. Pola retak mortar 0% CBK + 0% SC dengan penyiraman sebanyak 3 (tiga) kali dalam sehari.

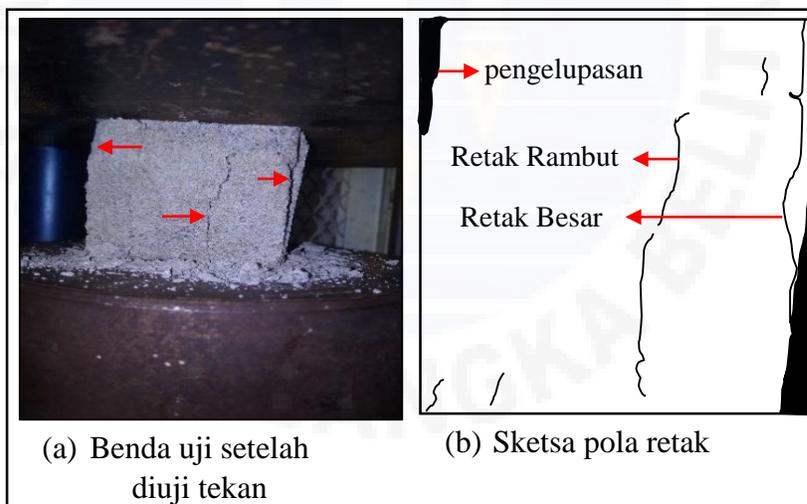
Perawatan dengan disiram 3 (tiga) kali dalam sehari kuat tekan yang dihasilkan kurang begitu baik. Hidrasi semen pada mortar tidak berjalan dengan stabil walaupun mortar mengalami perlakuan penyiraman dengan rutin dan diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan pada mortar. Permukaan pada mortar cenderung berpori lebih banyak, hal ini terjadi penguapan. Sehingga kuat tekan yang dihasilkan sebesar 10,2 MPa dan mengalami retak rambut (vertikal) dan pengelupasan pada permukaan mortar hampir disetiap pinggir

mortar, disebabkan oleh bentuk permukaan mortar tidak simetris. Seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Pola retak mortar 0% CBK + 0% SC umur 7 hari dengan perawatan penyiraman

- c. Pola retak mortar 0% CBK + 0% SC dengan tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram).



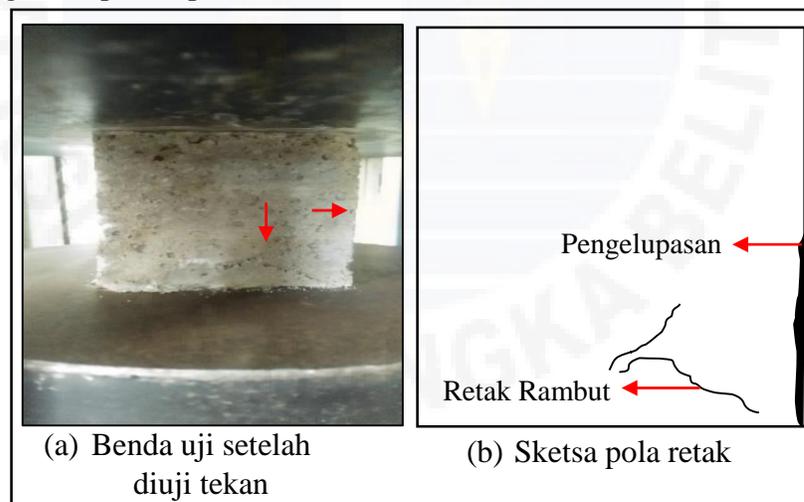
Gambar 4.10 Pola retak mortar 0% CBK + 0% umur 7 hari dengan tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram)

Mortar tanpa perawatan cenderung mengalami kuat tekan yang rendah, dikarenakan proses hidrasi semen yang terjadi tidak berjalan dengan baik. Permukaan mortar terdapat pori-pori lebih banyak yang disebabkan dari

penguapan air yang berudara didalam mortar. Kuat tekan yang dihasilkan cenderung lebih rendah yaitu 9,592 MPa dan mengalami pola retak pada badan mortar, retak besar pada bagian pinggir mortar, retak rambut (vertikal) dan pengelupasan pada permukaan mortar terjadi pada bagian pinggir sudut siku-siku atas dan siku-siku kiri bawah, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.10.

- d. Pola retak mortar dengan bahan tambah 1% CBK + 1% SC dengan perawatan direndam.

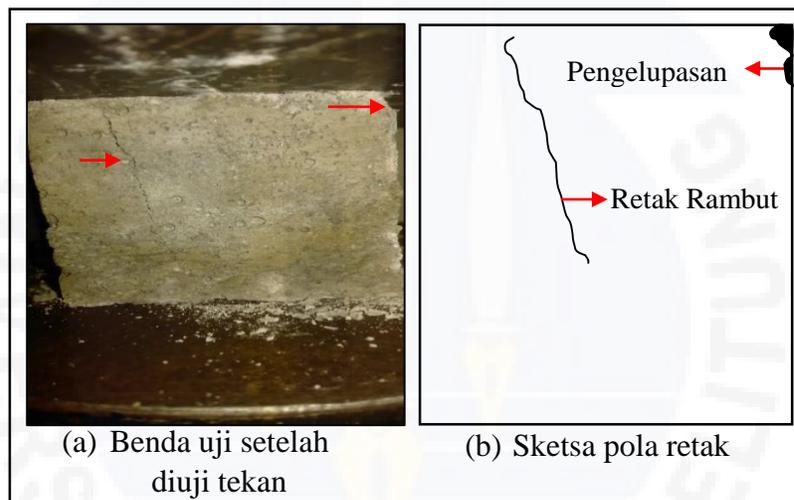
Mortar dengan perawatan direndam mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 13,388 MPa. Hal ini dikarenakan penambahan serbuk cangkang buah karet dan zat aditif yang membantu menutupi pori-pori yang terbentuk pada saat pembuatan mortar. Permukaan mortar dengan penambahan bahan tambah ini lebih halus dan mengalami retak rambut (geser) pada bagian badan bawah mortar dan terjadi pengelupasan pada bagian pinggir kanan mortar, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Pola retak mortar persentase 1% CBK + 1% SC umur 7 hari dengan perawatan direndam

- e. Pola retak mortar dengan bahan tambah 1% CBK + 1% SC dengan penyiraman sebanyak 3 (tiga) kali dalam sehari.

Penambahan bahan tambah pada campuran mortar pada permukaan mortar lebih halus. Pori-pori yang terbentuk dapat diisi oleh bahan tambah yang digunakan pada campuran mortar. Kuat tekan yang dihasilkan cukup meningkat sebesar 10,268 MPa dengan perawatan disiram dan pola yang terbentuk yaitu retak rambut (geser) dibagian badan mortar dan pengelupasan permukaan dibagian pinggir siku atas mortar, seperti ditampilkan pada Gambar 4.12.

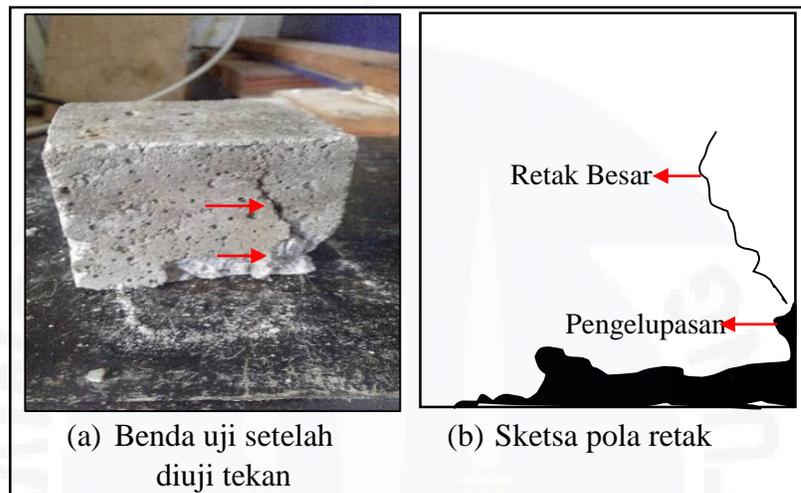


Gambar 4.12 Pola retak mortar persentase 1% CBK + 1% SC umur 7 hari dengan perawatan penyiraman

- f. Pola retak mortar dengan bahan tambah 1% CBK + 1% SC dengan tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram).

Dari pengamatan pola retak yang terbentuk setelah dilakukan uji tekan yaitu seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.13 mengalami pola retak besar (geser) dibagian badan mortar dan pengelupasan permukaan mortar dibagian pinggir kanan dan dibagian bawah mortar. Hal ini terjadi bentuk dari mortar yang kurang simetris. Bagian yang tidak simetris akan mengalami retak terlebih dahulu saat diuji tekan. Pada permukaan mortar tanpa perawatan

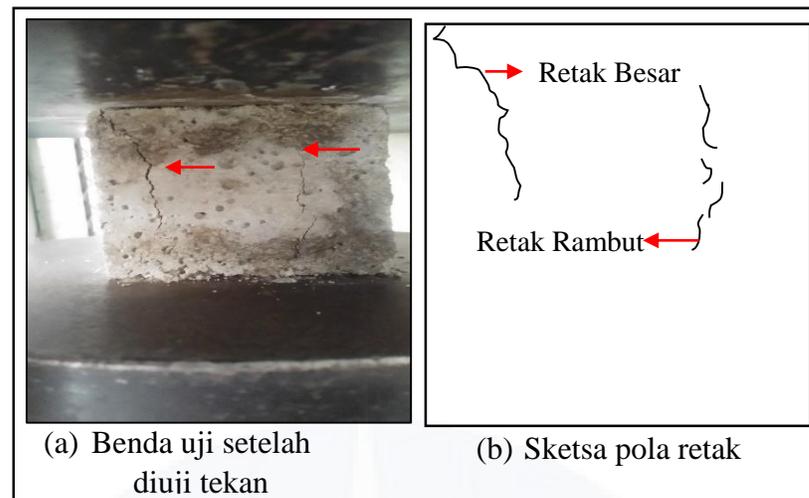
terdapat pori-pori yang terbentuk, meskipun sudah ditambahkan bahan tambah didalam campuran mortar. Pencampuran bahan tambah pada mortar sudah dalam campuran homogen antara agregat halus dan bahan tambah yang digunakan. Hal ini dipengaruhi terjadinya penguapan air yang terdapat didalam mortar pada saat proses perawatan mortar, sehingga kuat tekan yang dihasilkan sebesar 9,6 MPa.



Gambar 4.13 Pola retak mortar persentase 1% CBK + 1% SC umur 7 hari dengan tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram)

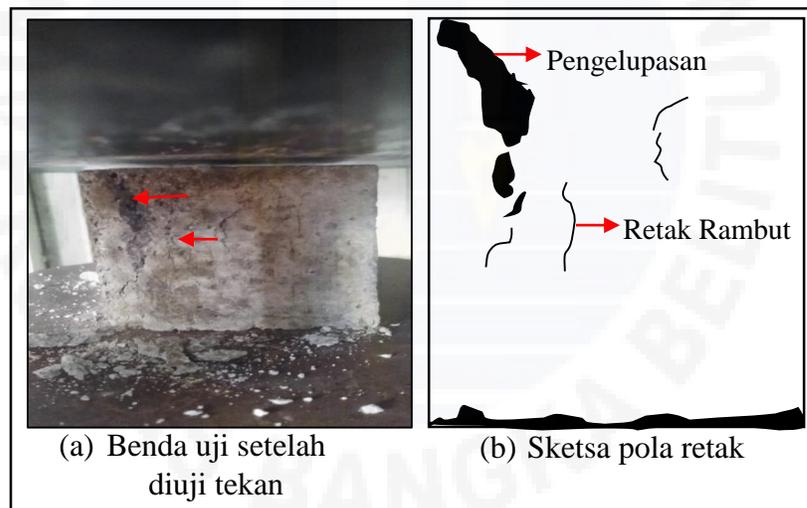
- g. Pola retak mortar dengan bahan tambah 3% CBK + 1% SC dengan perawatan direndam.

Penambahan bahan tambah dapat meningkatkan kuat tekan pada mortar sebesar 13,962 MPa. Permukaan mortar yang dihasilkan masih terdapat pori-pori, namun pori-pori tersebut dapat diisi kembali oleh air dan cairan zat aditif yang dapat menjadikan mortar lebih padat. Pola retak yang dihasilkan mortar dengan bahan tambah mengalami bentuk retak besar dan retak rambut (geser) dari bagian atas kiri siku mortar sampai kebadan mortar dan retak halus dibagian badan mortar, seperti ditampailkan pada Gambar 4.14. dengan kuat yang dihasilkan sebesar.



Gambar 4.14 Pola retak mortar persentase 3% CBK + 1% SC umur 7 hari dengan perawatan direndam

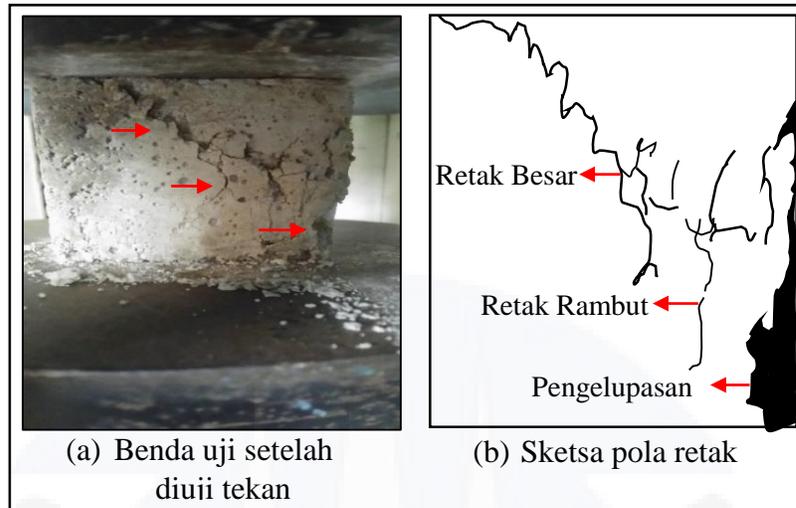
- h. Pola retak mortar dengan bahan tambah 3% CBK + 1% SC dengan perawatan disiram 3 (tiga) kali dalam sehari.



Gambar 4.15 Pola retak mortar persentase 3% CBK + 1% SC umur 7 hari dengan perawatan penyiraman

Dari pengamatan setelah uji kuat tekan benda uji mengalami retak rambut (geser dan vertikal) dibagian badan mortar dan pengelupasan permukaan dibagian atas mortar dengan kuat tekan yang dihasilkan sebesar 10,4 MPa, seperti pada Gambar 4.15. Pengelupasan permukaan mortar terjadi bentuk benda uji yang tidak simetris pada saat proses uji kuat tekan.

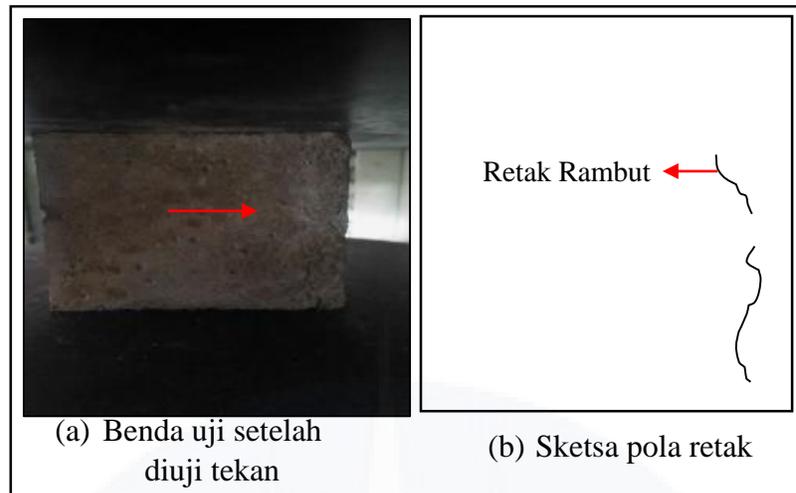
- i. Pola retak mortar persentase 3% CBK + 1% SC dengan tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram).



Gambar 4.16 Pola retak mortar persentase 3% CBK + 1% SC umur 7 hari dengan tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram)

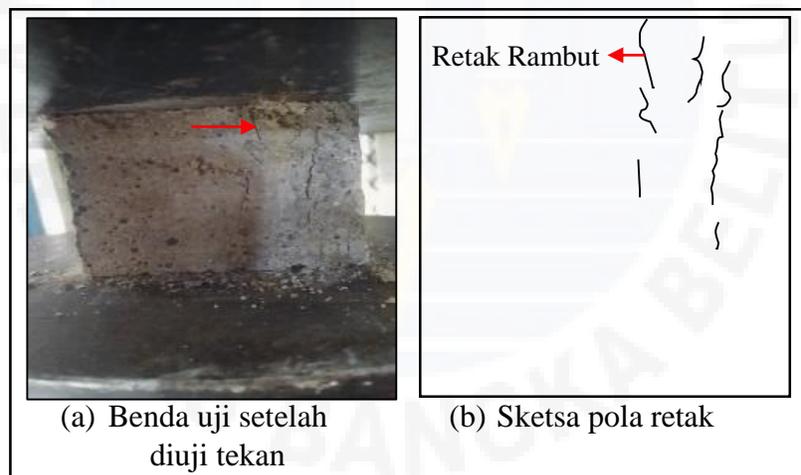
Penambahan bahan tambah dengan tanpa perawatan menghasilkan kuat tekan sebesar 9,796 MPa. Pola retak yang terbentuk adalah retak besar (geser) dibagian atas sampai kebadan mortar, retak rambut (vertikal) dibagian badan mortar, dan pengelupasan permukaan dibagian pinggir kanan mortar setelah dilakukan uji kuat tekan yang tidak simetris, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.16.

- j. Pola retak mortar persentase 5% CBK + 1% SC dengan perawatan direndam. Penambahan bahan tambah pada campuran mortar dapat meningkatkan kuat tekan mortar sebesar 15,948 MPa. Setelah dilakukan pengujian kuat tekan mortar mengalami bentuk pola retak rambut (vertikal dan geser) dibagian bawah badan mortar lebih halus dan permukaan mortar lebih padat, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Pola retak mortar persentas 5% CBK + 1% SC umur 7 hari dengan perawatan direndam

- k. Pola retak mortar persentase 5% CBK + 1% SC dengan perawatan disiram 3 (tiga) kali dalam sehari.

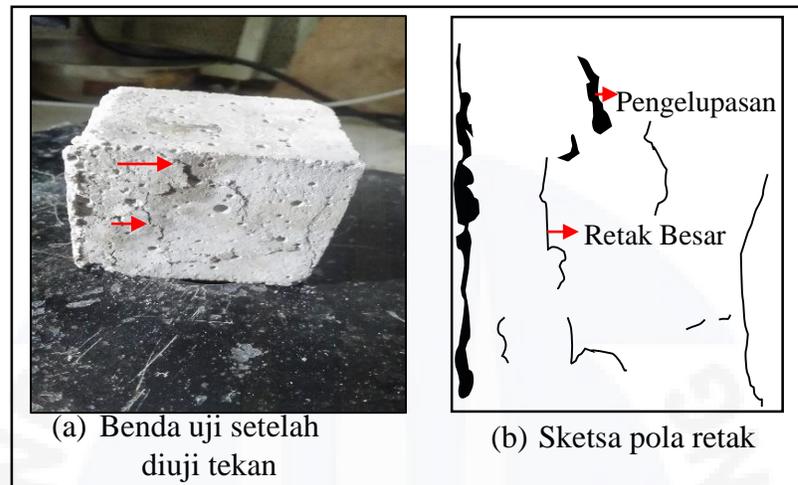


Gambar 4.18 Pola retak mortar persentase 5% CBK + 1% SC umur 7 hari dengan perawatan penyiraman

Dari pengamatan benda uji dengan perawatan disiram permukaan mortar terdapat pori-pori yang timbul akibat dari keringannya permukaan mortar setelah dilakukan penyiraman. Kuat tekan yang dihasilkan lebih kecil dari perawatan perendaman sebesar 13,469 dan menghasilkan pola retak yang

terbentuk yaitu retak rambut (vertikal) dibagian badan mortar, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.18.

1. Pola retak mortar persentase 5% CBK + 1% SC dengan tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram).



Gambar 4.19 Pola retak mortar persentase 5% CBK + 1% SC umur 7 hari dengan tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram)

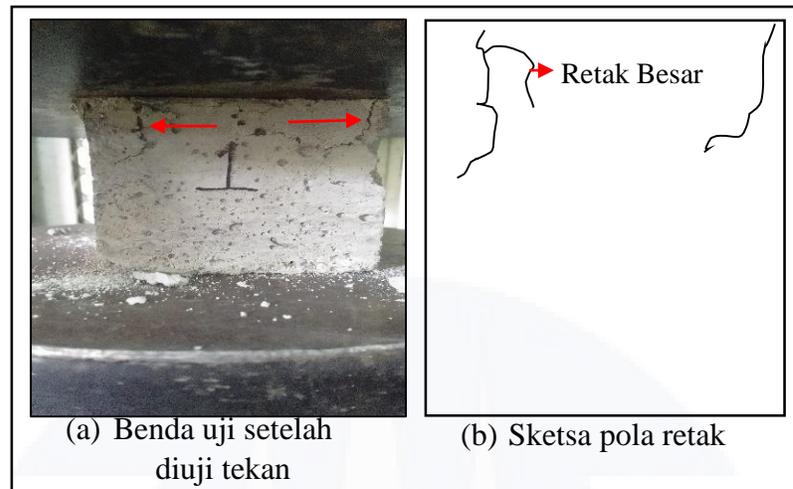
Pola retak yang terbentuk seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.19 dari hasil pengamatan yaitu retak besar (vertikal) dan pengelupasan permukaan dibagian bawah kanan mortar. Hal ini terjadi permukaan mortar yang kering dan timbul pori-pori yang terbentuk dari penguapan air didalam mortar. Kuat tekan yang dihasilkan lebih rendah dari hasil kuat tekan dengan perawatan disiram dan perendaman sebesar 10 MPa.

2. Pola retak mortar pada umur 28 hari untuk masing-masing metode perawatan adalah sebagai berikut:

- a. Pola retak mortar 0% CBK + 0% SC dengan perendaman.

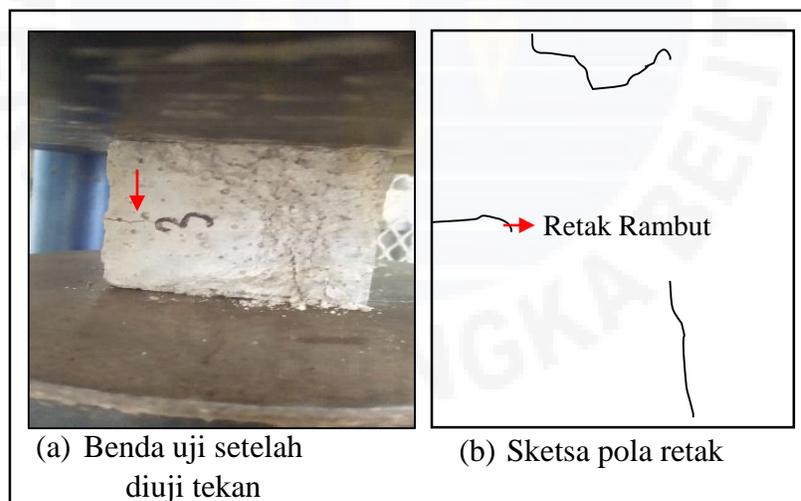
Kuat tekan yang dihasilkan mengalami peningkatan di umur 28 hari sebesar 16,2 MPa, meskipun permukaan mortar terdapat pori-pori diseluruh bagian badan mortar. Pola retak yang terbentuk berupa retak besar (vertikal) dibagian

atas dan retak rambut (geser) dibagian atas mortar, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Pola retak mortar 0% CBK + 0% SC umur 28 hari dengan perawatan direndam

- b. Pola retak mortar 0% CBK + 0% SC dengan penyiraman sebanyak 3 (tiga) kali dalam sehari.

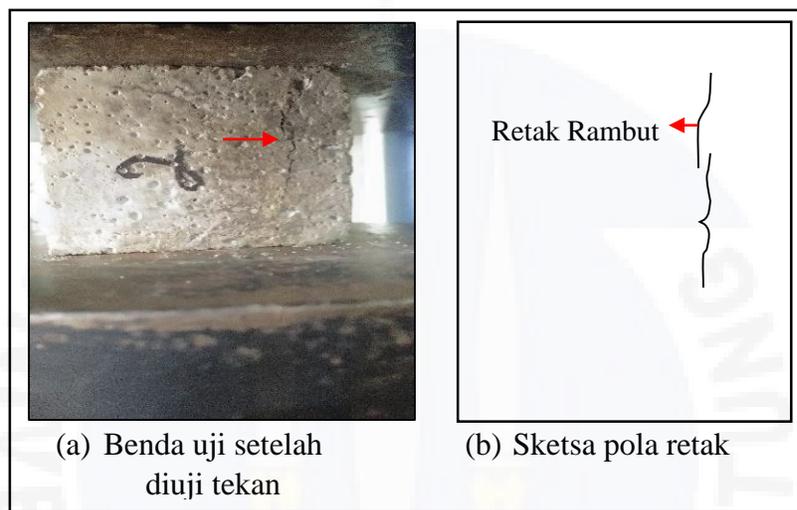


Gambar 4.9 Pola retak mortar 0% CBK + 0% SC umur 28 hari dengan perawatan penyiraman

Perawatan mortar dengan penyiraman terlihat kering pada permukaan mortar, meskipun dilakukan penyiraman 3 kali dalam sehari. Permukaan mortar terdapat pori-pori sedikit banyak dari perawatan perendaman. Kuat tekan yang

dihasilkan pun lebih kecil sebesar 12,533 MPa. Pola retak yang bertuk setelah dilakukan uji kuat tekan yaitu retak rambut (vertikal dan geser) dibagian pinggir bawah, samping, dan atas mortar, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.21.

- c. Pola retak mortar 0% CBK + 0% SC dengan tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram).



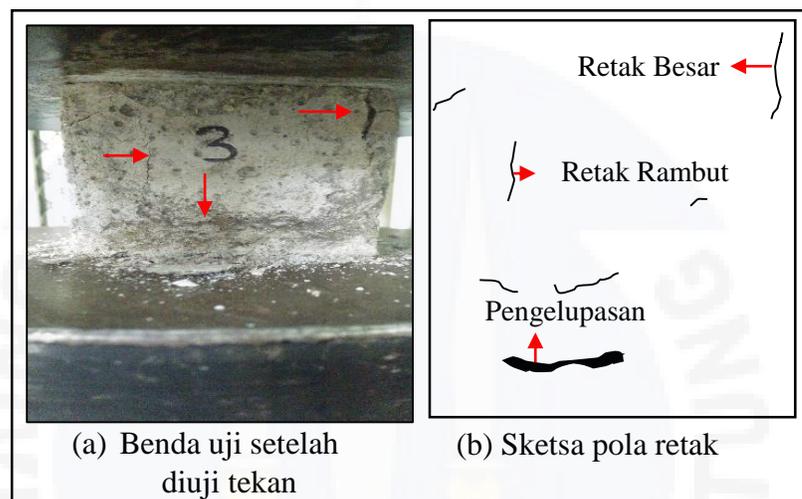
Gambar 4.22 Pola retak mortar 0% CBK + 0% SC umur 28 hari dengan tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram)

Permukaan mortar tanpa perawatan terlihat lebih banyak pori-pori dibagian badan mortar. Kuat tekan yang dihasilkan lebih rendah sebesar 9,864 MPa. Hal ini disebabkan air yang terdapat pada mortar mengalami penguapan dan hidrasi semen tidak berjalan dengan baik. Pola retak yang terbentuk setelah dilakukan uji kuat tekan yaitu retak rambut (vertikal) dibagian badan mortar, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.22.

- d. Pola retak mortar dengan bahan tambah 1% CBK + 1% SC dengan perawatan direndam.

Penambahan bahan tambah dapat meningkatkan kuat tekan mortar. Kuat tekan yang dihasilkan sebesar 18,6 MPa. Kuat tekan meningkat karena permukaan

mortar yang padat dan proses pencampuran bahan tambah yang homogen, sehingga pori-pori yang terbentuk akan diisi oleh bahan tambah yang digunakan pada campuran. Bentuk pola retak setelah dilakukan uji tekan pada benda uji yaitu mengalami retak besar, retak rambut (vertikal), pengelupasan permukaan dibagian badan mortar, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.23.

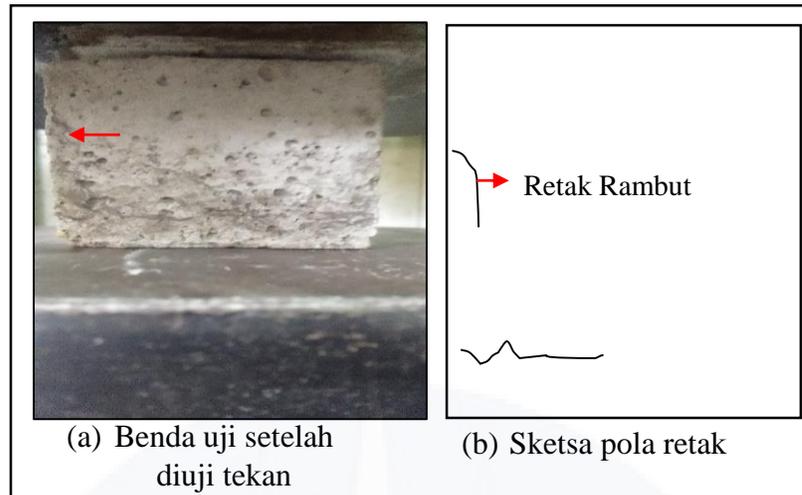


Gambar 4.23 Pola retak mortar persentase

1% CBK + 1% SC umur 28 hari dengan direndam

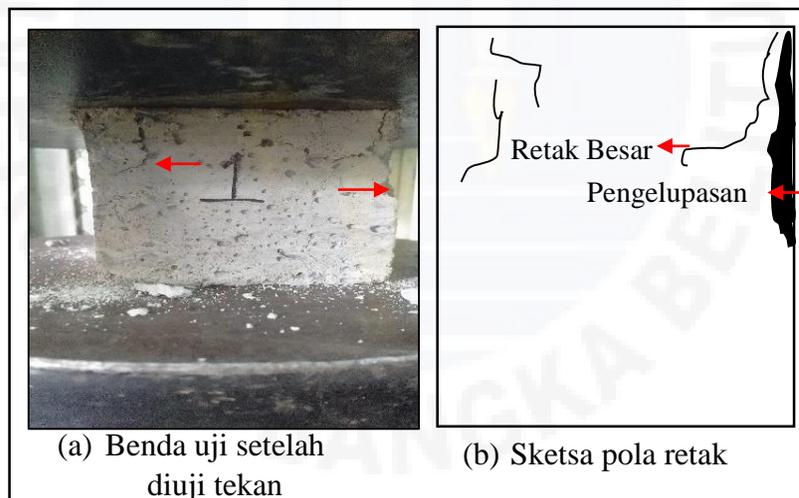
- e. Pola retak mortar dengan bahan tambah 1% CBK + 1% SC dengan penyiraman sebanyak 3 (tiga) kali dalam sehari.

Pada perawatan disiram kuat tekan yang dihasilkan sebesar 16,9 MPa. Hal ini diakibatkan penguapan air yang terjadi membuat permukaan mortar cenderung berpori. Setelah dilakukan pengujian kuat tekan pada benda uji mengalami bentuk pola retak berupa retak rambut (vertikal) dibagian pinggir kiri dan bawah mortar, seperti ditampilkan pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24 Pola retak mortar persentase 1% CBK + 1% SC umur 28 hari dengan penyiraman

- f. Pola retak mortar dengan bahan tambah 1% CBK + 1% SC dengan tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram).



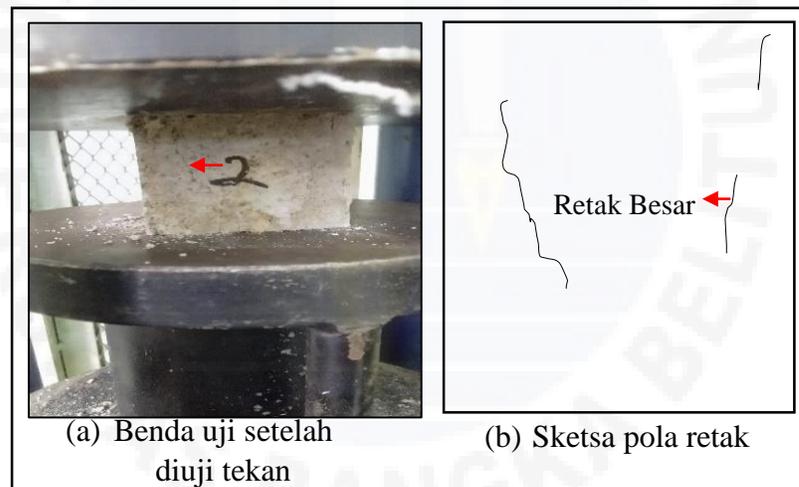
Gambar 4.25 Pola retak mortar persentase 1% CBK + 1% SC umur 28 hari dengan tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram)

Kuat tekan mortar yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan perawatan disiram dan perendaman. Hal ini diakibatkan permukaan mortar lebih kering dan terdapat pori-pori dari proses terjadinya penguapan air didalam mortar. Pola retak setelah dilakukan uji kuat tekan mengalami retak

besar (geser) badan atas mortar, pengelupasan permukaan dibagian pinggir kanan mortar, dan kuat tekan yang dihasilkan sebesar 11,306 MPa, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.25.

- g. Pola retak mortar dengan bahan tambah 3% CBK + 1% SC dengan perawatan direndam.

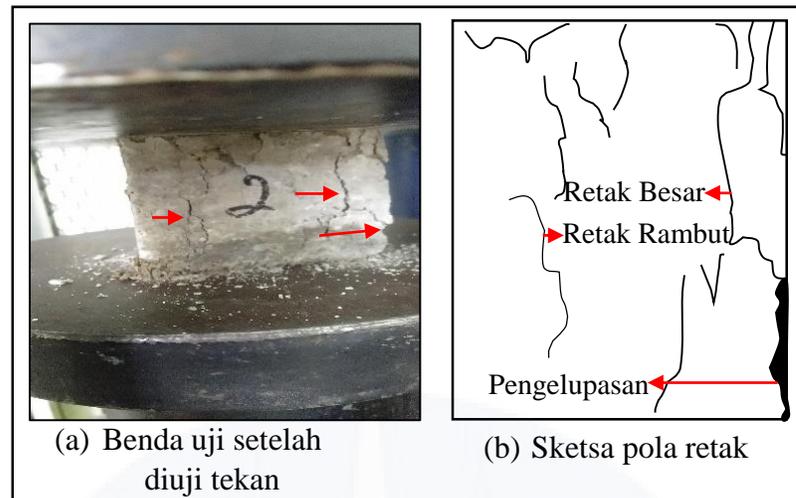
Pola retak yang terbentuk setelah benda uji dilakukan uji kuat tekan mengalami retak rambut (vertikal) lebih halus dibagian badan mortar dan kuat tekan yang dihasilkan sebesar 19,864 MPa, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.26. hal ini disebabkan permukaan mortar yang padat, pori-pori yang terbentuk diisi kembali oleh bahan tambah dan air saat proses perawatan mortar dalam bak perendaman.



Gambar 4.26 Pola retak mortar persentase 3% CBK + 1% SC umur 28 hari dengan perawatan direndam

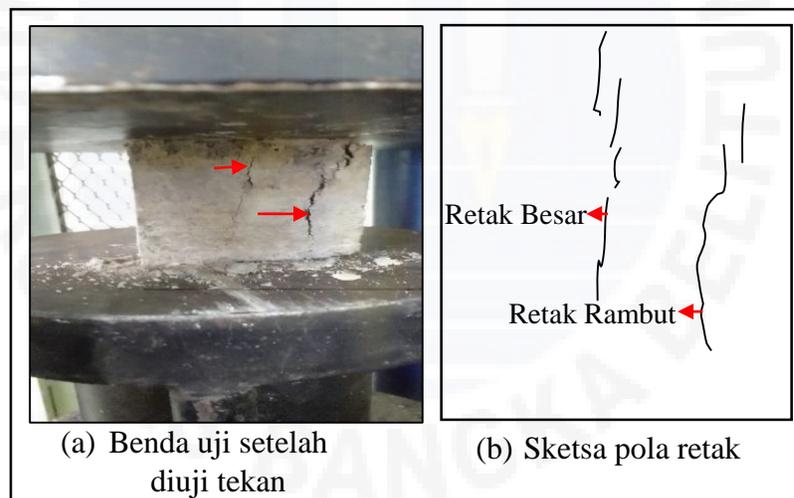
- h. Pola retak mortar dengan bahan tambah 3% CBK + 1% SC dengan perawatan disiram 3 (tiga) kali dalam sehari.

Pola retak yang terbentuk yaitu pola retak halus (geser) dan retak besar (vertikal) di hampir semua bagian badan mortar dengan kuat tekan yang dihasilkan sebesar 17,8 MPa, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.27.



Gambar 4.27 Pola retak mortar persentase 3% CBK + 1% SC umur 28 hari dengan perawatan penyiraman

- i. Pola retak mortar persentase 3% CBK + 1% SC dengan tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram).

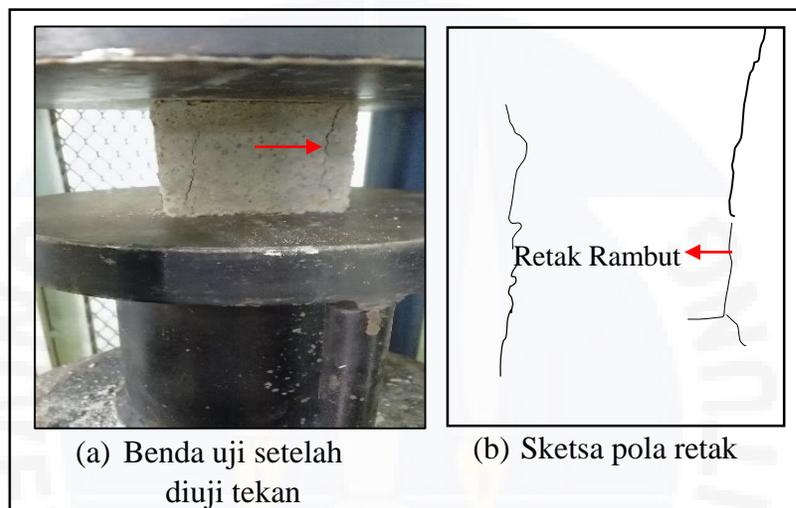


Gambar 4.28 Pola retak mortar persentase 3% CBK + 1% SC umur 28 hari dengan tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram)

Pola retak yang terbentuk setelah benda uji dilakukan uji kuat tekan mengalami retak besar dan rambut (vertikal) dibagian badan mortar dan retak halus dibagian atas dan badan mortar dengan kuat tekan yang dihasilkan sebesar 13,571 MPa, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.28. Hal ini

disebabkan benda uji yang tidak simetris dan permukaan mortar yang kering, sehingga mortar kekurangan air untuk proses hidrasi semen tidak berjalan dengan baik.

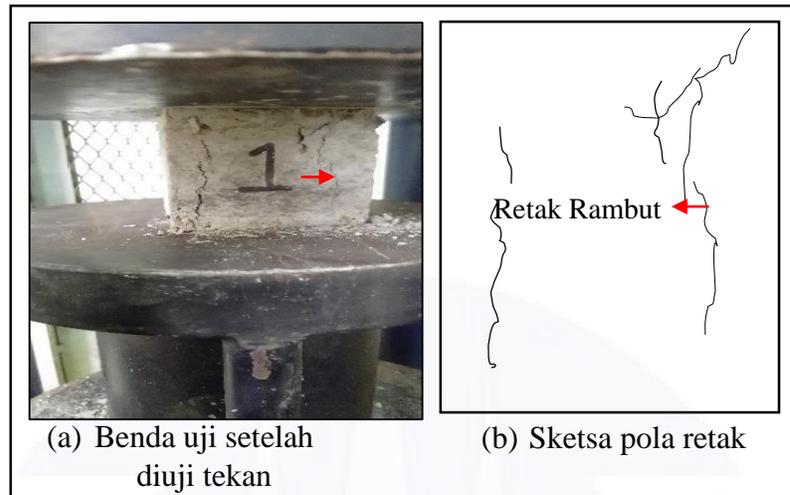
- j. Pola retak mortar persentase 5% CBK + 1% SC dengan perawatan direndam. Dari pengamatan setelah benda uji dilakukan uji kuat tekan mengalami bentuk pola retak halus (vertikal) dibagian badan mortar dengan kuat tekan yang dihasilkan sebesar 20,612 MPa, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.29.



Gambar 4.29 Pola retak mortar persentase 5% CBK + 1% SC umur 28 hari dengan perawatan direndam

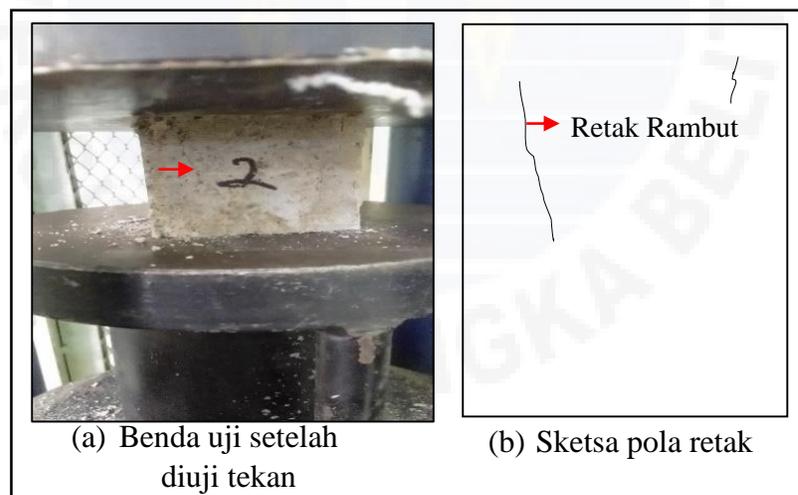
- k. Pola retak mortar persentase 5% CBK + 1% SC dengan perawatan disiram 3 (tiga) kali dalam sehari. Mortar dengan perawatan disiram menghasilkan permukaan mortar agak halus. Hal ini disebabkan penambahan bahan tambah pada mortar yang homogen. Kuat tekan yang dihasil cukup meningkat dari persentase 1% dan 3% pada campuran mortar, meskipun kuat tekan yang dihasilkan masih rendah dari metode perendaman. Kuat tekan yang dihasil sebesar 18,12 MPa. Pola retak yang terbentuk cukup halus setelah dilakukan uji kuat tekan pada

benda uji mengalami retak rambut (vertikal dan geser) dibagian badan mortar, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.30.



Gambar 4.30 Pola retak mortar persentase 5% CBK + 1% SC umur 28 hari dengan perawatan penyiraman

1. Pola retak mortar persentase 5% CBK + 1% SC dengan tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram).



Gambar 4.31 Pola retak mortar persentase 5% CBK + 1% SC umur 28 hari dengan tanpa perawatan (tanpa direndam dan disiram)

Dari pengamatan benda uji setelah dilakukan uji kuat tekan menampilkan bentuk pola retak berupa retak halus (vertikal) dibagian badan mortar dengan kuat tekan yang dihasilkan sebesar 14,082 MPa, seperti yang disajikan pada

Gambar 4.31. Hal ini terjadi permukaan mortar terdapat pori-pori yang terbentuk pada saat berlangsungnya penguapan air yang berada didalam mortar. Kuat tekan yang dihasilkan lebih rendah dari perawatan disiram dan perendaman.

