

BETON NON-PASIR DENGAN AGREGAT CANGKANG KELAPA SAWIT

Yulius Rief Alkhaly
M. Nazar

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
email: yr.alkhaly@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dimaksudkan untuk memanfaatkan cangkang kelapa sawit sebagai alternatif agregat kasar pada beton non-pasir. Cangkang kelapa sawit mempunyai bobot yang ringan dan kulit yang keras sehingga berpotensi sebagai agregat beton ringan. Beton non-pasir adalah beton ringan yang didapat dengan menghilangkan agregat halus campuran beton normal. Cangkang kelapa sawit yang digunakan berasal dari pabrik kelapa sawit Lhoksukon, Aceh Utara. Cangkang kelapa sawit diayak menggunakan saringan 19 – 9,5 mm. Benda uji dipersiapkan sebanyak 30 buah berbentuk silinder (15 x 30) cm. Faktor air semen yang digunakan adalah 0,45 dengan perbandingan volume untuk 5 variasi benda uji masing-masing 1 : 3; 1 : 6; 1 : 8; 1 : 10 dan 1 : 12. Dari hasil pengujian pada umur 28 hari untuk beton non-pasir dengan perbandingan volume semen dan kerikil 1 : 3 didapat kuat tekan sebesar 8,71 MPa, sedangkan untuk beton non-pasir dengan perbandingan volume semen dan cangkang sawit masing-masing 1 : 3; 1 : 6; dan 1 : 8 didapat kuat tekan 4,64 MPa, 3,62 MPa, dan 3,06 MPa. Selanjutnya, untuk perbandingan volume semen dan cangkang sawit masing-masing 1 : 10 dan 1 : 12 didapat kuat tekan di bawah 3 MPa. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa beton non-pasir dengan agregat cangkang sawit pada perbandingan 1 : 3, 1 : 6; dan 1 : 8; memenuhi kriteria kuat tekan beton non-pasir yaitu antara 2,8 MPa sampai 10 MPa. Dengan demikian, beton non-pasir dari agregat cangkang kelapa sawit dapat diaplikasikan sebagai beton ringan non struktural yang ramah lingkungan karena sifatnya yang tembus air

Kata kunci: *cangkang kelapa sawit, beton non-pasir, kuat tekan*

1. Pendahuluan

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditi utama hasil perkebunan di kabupaten Aceh Utara. Berdasarkan data Biro Pusat Statistik diketahui bahwa jumlah produksi buah kelapa sawit mencapai 165.139 ton pada tahun 2010 (Aceh Utara Dalam Angka 2011). Keseluruhan produksi tersebut diolah menjadi *Crued Palm Oil* (CPO) sebagai bahan mentah pembuatan minyak goreng dan mentega. Selain CPO, pengolahan buah kelapa sawit juga menghasilkan produk limbah yang berupa tandan kosong dan cangkang kelapa sawit. Dari 1 ton kelapa sawit akan menghasilkan produk limbah cangkang sebanyak 60 - 80 kg.

Melihat jumlah produksi sampingan dari pengolahan CPO yang cukup besar, maka limbah tersebut berpotensi digunakan untuk memproduksi material lain yang lebih bermanfaat. Selain itu, penggunaan kembali bahan sisa olahan akan mengurangi dampak buruk limbah padat terhadap lingkungan. Selama ini, limbah kelapa sawit hanya dimanfaatkan untuk bahan bakar ketel uap pengolah CPO atau sebagai bahan baku untuk pembuatan obat nyamuk bakar. Penelitian

Mannan, M. A., Ganapathy, C., 2001 dan Teo, et. al., 2002, memperlihatkan bahwa cangkang kelapa sawit mempunyai suatu potensi yang baik untuk digunakan pada beton ringan. Cangkang kelapa sawit juga sudah terbukti dapat digunakan sebagai agregat kasar pada beton ringan struktural.



Gambar 1 Limbah cangkang kelapa sawit

SNI 3402-2008 mendefinisikan beton ringan struktural adalah beton yang memakai agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alam sebagai pengganti agregat ringan halus dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat maksimum beton 1840 kg/m³. Salah satu jenis beton ringan adalah beton non-pasir. Beton ini merupakan beton ringanyang didapat dengan menghilangkan fraksi agregat halus dalam adukan/campuran beton normal.

2. Dasar Teori

Beton non-pasir adalah bentuk simpel beton ringan yang didapat dengan menghilangkan fraksi agregat halus dalam adukan/campuran beton normal. Ketiadaan agregat halus di dalam campuran akan dihasilkan suatu sistem distribusi udara yang sama, yang memasuki masa beton. Keuntungan utama dalam penggunaan beton tanpa agregat halus adalah tingginya kemampuan dalam menahan panas, kemampuan dalam menyerap air, kepadatan dan penyusutan rendah (Ferguson, B. K, 2005).

Menurut Neville, A. M., 1995, penggolongan kelas beton ringan berdasarkan berat volume dan kuat tekan dapat dibagi tiga kelompok yaitu:

1. Beton ringan dengan berat volume rendah (*Low Density Concretes*) untuk non struktur dengan berat jenis antara 300 kg/m³ sampai 800 kg/m³ dan kuat tekan antara 0,35 MPa sampai 7 MPa yang umumnya digunakan untuk dinding pemisah atau dinding isolasi.
2. Beton ringan dengan berat volume menengah (*Moderate Strength Concretes*) untuk struktur ringan dengan berat jenis kg/m³ sampai 1350 kg/m³ dan kuat tekan antara 7 MPa sampai 17 MPa yang umumnya digunakan untuk dinding yang memikul beban.
3. Beton ringan struktur (*Struktur Lightweight Concretes*) untuk struktur dengan berat volume 1350 kg/m³ sampai 1900 kg/m³ dan kuat tekan lebih dari 17 MPa yang dapat digunakan sebagai beton normal.

2.1 Campuran beton non-pasir

Secara tipikal, beton non-pasir dibuat dengan menggunakan faktor air semen (fas) antara 0,35 – 0,45; dengan kandungan rongga antara agregat sebesar 15% sampai 25%. Proporsi semen berbanding agregat berkisar antara 1:6 sampai 1:8 dalam perbandingan volume. Beton non-pasir tidak dikategorikan berdasarkan pada kuat tekannya, tetapi lebih ditekankan pada nilai kerapatan (unit weight). Toleransi berat volume beton non-pasir antara hasil rancangan dan keadannya aktualnya adalah ± 80 kg/m³. Pengujian slump dan kadar udara untuk beton non-pasir tidaklah berlaku (Anonim, 2004).

2.2 Sifat beton non-pasir

2.2.1 Berat Volume Beton

Agregat yang digunakan dalam beton non-pasir merupakan agregat dengan ukuran seragam (tunggal). Ukuran agregat tunggal tersebut membentuk kekosongan besar yang saling terkoneksi satu sama lainnya dalam massa beton non-pasir. Struktur porous dari jenis beton non-pasir membentuk berat volume lebih rendah jika dibandingkan dengan beton normal. Berat volume beton non-pasir bervariasi antara 1780 dan 1890 kg/m³, yaitu 22% lebih rendah dari berat volume beton normal (Abadjieva, T., Sefhiri, P., 2000).

2.2.2 Kuat Tekan

Kekuatan tekan dari beton non-pasir dapat ditentukan setelah umur beton mencapai 7, 28 dan 90 hari dari masa perawatan. Kuat tekan beton non-pasir pada umur 28 hari bervariasi antara 1,1 sampai 10 MPa, tergantung pada besar proporsi semen berbanding agregat. Campuran menggunakan proporsi semen berbanding agregat 1 : 6 memberikan kekuatan paling tinggi. Kuat tekan dari beton non-pasir lebih rendah dari kuat tekan beton normal, hal ini dikarenakan adanya penambahan porositas pada beton non-pasir (Abadjieva, T., Sefhiri, P., 2000).

3. Metodologi Penelitian

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh.

3.2 Material

Agregat kerikil yang digunakan berasal kecamatan Krueng Mane, kabupaten Aceh Utara dengan ukuran maksimum lolos saringan 19 mm. Cangkang kelapa sawit berasal dari pabrik kelapa sawit Lhoksukon, Kabupaten Aceh Utara. Sebelum digunakan cangkang kelapa sawit terlebih dahulu dilakukan pencucian agar minyak dan debu hilang. Selanjutnya cangkang dijemur hingga kering selama 3 hari. Untuk keperluan campuran beton non-pasir, cangkang kelapa sawit yang digunakan adalah berdiameter antara 19 - 9,5 mm. Sifat fisis lainnya dari agregat diperlihatkan dalam Tabel 1

Semen yang digunakan adalah produksi PT. Semen Andalas, *Portland Cement* tipe I, dan air yang digunakan berupa air yang dapat diminum. Air ini diperoleh dari air isi ulang produksi depot Aqua Mon Pasee, Lhokseumawe. Untuk semen dan air tidak dilakukan pemeriksaan lagi, karena telah memenuhi persyaratan.

Tabel 1 Sifat fisis agregat

| No | Uraian | | Kerikil | Cangkang kelapa sawit |
|----|-----------------------------------|------------------------|---------|-----------------------|
| 1 | Berat Volume Padat Agregat (Kg/l) | | 1,656 | 0,584 |
| 2 | Berat jenis | Kering Jenuh Permukaan | 2,63 | 1,31 |
| | | Kering Tungku/oven | 2,59 | 1,13 |
| 3 | Absorpsi (%) | | 1,68 | 15,62 |
| 4 | kadar air (%) | | 1,50 | 12,87 |

3.3 Benda Uji

Dalam penelitian ini digunakan benda uji silinder (150 x 300) mm sebanyak 5 buah untuk masing-masing sampel dengan proporsi semen berbanding agregat adalah 1 : 3; 1 : 4; 1 : 6; 1 : 8; 1 : 10; dan 1 : 12 berdasarkan perbandingan volume. Tabel berikut memperlihatkan proporsi campuran untuk masing-masing benda uji.

Tabel 2 Proporsi campuran beton

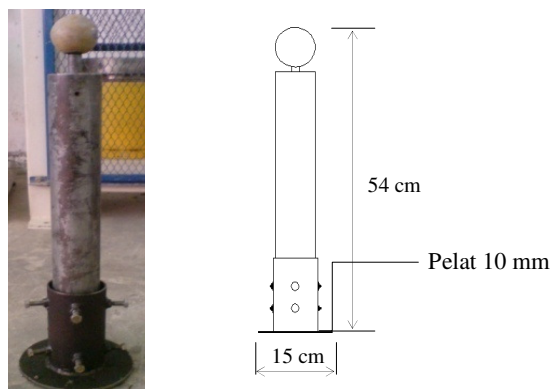
| No | Benda Uji | Perbandingan volume | benda uji (bh) | proporsi per m^3 beton (kg) | | |
|----|-----------|---------------------|----------------|-------------------------------|--------|----------------------------|
| | | | | air | semen | kerikil/ cangkang sawit |
| 1 | BN | 1 : 3 | 5 | 8,779 | 19,509 | 65,844 |
| 2 | Bcs-01 | 1 : 3 | 5 | 8,779 | 19,509 | 23,618 |
| 3 | Bcs-02 | 1 : 6 | 5 | 5,017 | 11,148 | 26,992 |
| 4 | Bcs-03 | 1 : 8 | 5 | 3,902 | 8,671 | 27,992 |
| 5 | Bcs-04 | 1 : 10 | 5 | 3,192 | 7,094 | 28,628 |
| 6 | Bcs-05 | 1 : 12 | 5 | 2,701 | 6,003 | 29,068 |

Keterangan: BN = beton non-pasir agregat kerikil, Bcs = beton non-pasir agregat cangkang sawit

3.4 Pengujian Beton

3.4.1 Pematatan beton segar

Pematatan beton non-pasir segar dilakukan dengan alat proktor modifikasi seperti diperlihatkan pada Gambar 2. Pematatan dilakukan bertahap pada 3 (tiga) lapis dengan tumbukan pada masing-masing lapis sebanyak 25 kali.

**Gambar 2:** Alat pematat beton non-pasir, modifikasi alat proctor

3.4.2 Perawatan Benda Uji

Metode perendaman dalam bak air merupakan perawatan benda uji yang digunakan dalam penelitian ini. Pada umur 21 hari benda uji diberi *capping* yang terbuat dari mortar semen dengan perbandingan 1 bagian semen dan 1 bagian pasir dengan ketebalan ±10 mm. Pemberian *capping* dimaksudkan agar permukaan benda uji cukup rata sehingga kekasaran permukaan tidak berpengaruh terhadap pengujian kuat tekan. Sehari setelah pemberian *capping*, benda uji kembali direndam sampai umur 28 hari.

3.4.3 Pengukuran kadar air beton

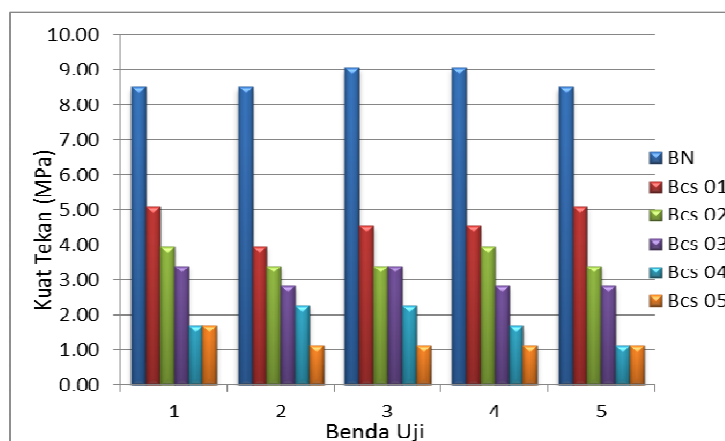
Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui banyaknya air yang terdapat dalam rongga beton non-pasir setelah perendaman sampai umur beton 21 hari. Tabel 3 memperlihatkan persentase kandungan air dan bobot masing-masing benda uji.

Tabel 3: Berat sampel dan kadar air beton

| No | Benda Uji | Perbandingan Volume | Bobot Benda Uji rata-rata (kg/m ³) | | Penurunan bobot terhadap sample kontrol (%) | Kadar Air Beton (%) |
|----|-----------|---------------------|--|--------|---|---------------------|
| | | | Basah | Kering | | |
| 1 | BN | 1 : 3 | 1981 | 1876 | 0 | 5,29 |
| 2 | Bcs-01 | 1 : 3 | 1247 | 1173 | 33 | 5,90 |
| 3 | Bcs-02 | 1 : 6 | 877 | 744 | 53 | 15,23 |
| 4 | Bcs-03 | 1 : 8 | 807 | 651 | 57 | 19,36 |
| 5 | Bcs-04 | 1 : 10 | 707 | 511 | 62 | 27,69 |
| 6 | Bcs-05 | 1 : 12 | 673 | 440 | 64 | 34,61 |

3.4.4 Pengujian Kuat Tekan

Seperti halnya pengujian terhadap beton normal, pengujian kuat tekan beton non-pasir pada penelitian ini juga dilakukan pada umur 28 hari. Kuat tekan beton non-pasir yang terbuat dari kerikil (BN) digunakan sebagai sampel kontrol (pembanding). Besarnya kuat tekan beton non-pasir untuk masing-masing benda uji diperlihatkan dalam Gambar 3 dan secara rinci besarnya kuat tekan masing-masing benda uji diperlihatkan dalam Tabel 4.



Gambar 3 Kuat tekan masing-masing benda uji

Tabel 4 Kuat tekan masing-masing benda uji

| No | Benda Uji | Perbandi- ngan volume | Kuat Tekan (MPa) | Kuat Tekan rata-rata (MPa) | Standar Deviasi (s) (MPa) | Kuat tekan terhadap sampel kontrol (%) |
|----|-----------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--|
| 1 | BN (kontrol) | 1:3 | 8.49 | 8.71 | 0.31 | 100 |
| | | | 8.49 | | | |
| | | | 9.05 | | | |
| | | | 9.05 | | | |
| | | | 8.49 | | | |
| 2 | Bcs-01 | 1:3 | 5.09 | 4.64 | 0.47 | 53 |
| | | | 3.96 | | | |
| | | | 4.53 | | | |
| | | | 4.53 | | | |
| | | | 5.09 | | | |
| 3 | Bcs-02 | 1:6 | 3.96 | 3.62 | 0.31 | 41.6 |
| | | | 3.40 | | | |
| | | | 3.40 | | | |
| | | | 3.96 | | | |
| | | | 3.40 | | | |
| 4 | Bcs-03 | 1:8 | 3.40 | 3.06 | 0.31 | 35.1 |
| | | | 2.83 | | | |
| | | | 3.40 | | | |
| | | | 2.83 | | | |
| | | | 2.83 | | | |
| 5 | Bcs-04 | 1:10 | 1.70 | 1.81 | 0.47 | 20.8 |
| | | | 2.26 | | | |
| | | | 2.26 | | | |
| | | | 1.70 | | | |
| | | | 1.13 | | | |
| 6 | Bcs-05 | 1:12 | 1.70 | 1.24 | 0.25 | 14.3 |
| | | | 1.13 | | | |
| | | | 1.13 | | | |
| | | | 1.13 | | | |
| | | | 1.13 | | | |

4. Pembahasan

Dari Tabel 3 diketahui bahwa seluruh benda uji, baik untuk beton non-pasir agregat kerikil (BN) maupun beton non-pasir agregat cangkang sawit (Bcs) memenuhi kriteria sebagai beton agregat ringan, yaitu masih dalam batasan berat volume 300 kg/m^3 sampai 1900 kg/m^3 . Selanjutnya, Tabel 3 juga memperlihatkan bahwa semakin besarnya perbandingan volume cangkang sawit terhadap semen, maka semakin bertambah jumlah air yang dikandung dalam massa beton. Kadar

air beton non-pasir agregat cangkang sawit (Bcs) berkisar antara 5,9 - 34,61% dari bobot beton. Besarnya kadar air dalam Bcs merupakan indikator besarnya daya serap air, sehingga Bcs berpotensi sebagai beton yang ramah lingkungan apabila digunakan pada area yang diharapkan dapat menjadi daerah serapan air hujan.

Kuat tekan seluruh benda uji Bcs seperti diperlihatkan dalam Gambar 3 dan Tabel 4 menunjukkan penurunan yang signifikan dibanding BN yaitu berkisar 47% sampai 86%. Penurunan kuat tekan sangat dipengaruhi oleh perbandingan volume cangkang terhadap semen. Semakin tinggi volume cangkang terhadap semen, maka semakin berkurang massa pasta semen yang dapat menyelimuti cangkang. Hal ini berakibat berkurangnya daya rekat antar cangkang. Penurunan kuat tekan juga disebabkan oleh bentuk cangkang sawit yang cekung, sehingga mempengaruhi daya rekat dan *interlocking* antar cangkang. Sejalan dengan kuat tekan, dari Tabel 3 diketahui bahwa berat volume Bcs juga mengalami penurunan yang drastis dibanding BN, yaitu antara 33 – 64%.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kuat tekan dan berat volume beton non-pasir agregat cangkang kelapa sawit menunjukkan penurunan yang sangat signifikan dibandingkan kuat tekan beton non-pasir agregat kerikil;
2. Makin besar perbandingan volume agregat cangkang kelapa sawit terhadap semen, maka semakin besar rendah kuat tekan dan berat volume beton agregat non-pasir cangkang kelapa sawit;
3. Berlawanan dengan kuat tekan dan berat volume, makin besar perbandingan volume agregat cangkang kelapa sawit terhadap semen, maka semakin besar daya serap air beton agregat non-pasir cangkang kelapa sawit;
4. Beton non-pasir agregat cangkang kelapa sawit memenuhi kriteria sebagai beton ringan non struktural;
5. Sesuai dengan kuat tekan dan daya serap airnya, beton non-pasir agregat cangkang kelapa sawit dapat dimanfaatkan untuk beton non struktural yang ramah lingkungan, semisal pada trotoar pejalan kaki, jalan lintas dalam taman dan *paving block* penutup pekarangan.

Daftar Kepustakaan

1. Abadjieva, T., Sefhiri, P., 2000, *Investigations on Some Properties of Non-Fine Concrete*, Department of Civil Engineering, University of Botswana; Gaborone, Botswana,
2. <http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB8837.pdf>, diunduh 17 Pebruari 2013.
3. Anonim, 2002, *SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Bandung;
4. Anonim, 2004, *What, How and Why: Pervious Concrete*, National Ready Mixed Concrete Association, USA;
5. Anonim, 2011, *Aceh Utara Dalam Angka 2011*, Badan Pusat Statistik Kabupaten Aceh Utara;

6. Ferguson, B. K., 2005, *Porous Pavements*, CRC Press, Boca Raton, Florida;
7. Mannan, M. A., Ganapathy, C., 2001, *Long-Term Strengths of Concrete with Oil Palm Shell as Coarse Aggregates*, Cement and Concrete research, Volume 31, Issue 9, pp. 1319-1321;
8. Mulyono, T., 2004, *Teknologi Beton*, edisi ke-1, Penerbit Andi, Yogyakarta.
9. Neville, A. M., 1995, *Properties of Concrete*, 4th Edition, Prentice Hall, Harlow, England;
10. Teo, et. al., 2006, *Structural Concrete Using oil Palm Shell (OPS) as Lightweight Aggregates*, Turkish Journal Engineering, Environment and Science, Volume 30, pp. 251-257;