

PENAMBAHAN LIMBAH SERBUK GIPSUM DAN CANGKANG KELAPA SAWIT TERHADAP NILAI KUAT BETON NON STRUKTURAL

Aulia Rahman¹⁾, Indra Farni²⁾, Veronika³⁾

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Bung Hatta

Email: auliarahmann52@gmail.com, indrafarni@bunghatta.ac.id,
veronika@bunghatta.ac.id

ABSTRAK

Pada Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah serbuk gipsum dan substitusi cangkang kelapa sawit terhadap kuat beton non struktural. Dalam penelitian ini penambahan dilakukan terhadap limbah serbuk gipsum (semen) dan cangkang sawit substitusi terhadap agregat kasar. Metode pengujian yang dilakukan yaitu dengan pembuatan beton normal dan beton pencampuran serbuk gipsum dan cangkang kelapa sawit masing-masing 6 benda uji pada umur beton 14 dan 28 hari, dan pencampuran beton normal memakai limbah serbuk gipsum 14% + cangkang kelapa sawit 10%, limbah serbuk gipsum 17% + cangkang kelapa sawit 10%, dan 20% limbah serbuk gipsum + cangkang kelapa sawit 10% dengan total 24 benda uji. Selanjutnya dilakukan perendaman pada umur 14 hari dan 28 hari, setelah itu dilakukan uji kuat tekan. Hasil pengujian yang di dapat pada penelitian ini adalah dimana beton normal memiliki kuat tekan sebesar 20,92 MPa pada umur 14 hari dan 21,56 Mpa pada umur 28 hari. Pada beton variasi campuran dengan limbah serbuk gipsum 14% + cangkang kelapa sawit 10% memiliki kuat tekan 11 MPa pada umur 14 hari dan 13,41 Mpa pada umur 28 hari, dengan limbah serbuk gipsum 17% + cangkang kelapa sawit 10% sebesar 5,60 MPa pada umur 14 hari dan 7,25 MPa pada umur 28 hari, dan limbah serbuk gipsum 20% + cangkang kelapa sawit 10% didapat sebesar 8,21 MPa pada umur 14 hari dan 9,76 MPa pada umur 28 hari. Dari hasil kuat tekan yang didapat beton normal memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dari beton variasi, namun hasil kuat tekan beton variasi dapat diterapkan pada beton non struktural.

Kata kunci : Beton non struktural, limbah serbuk gipsum, cangkang kelapa sawit, kuat tekan beton non struktural.

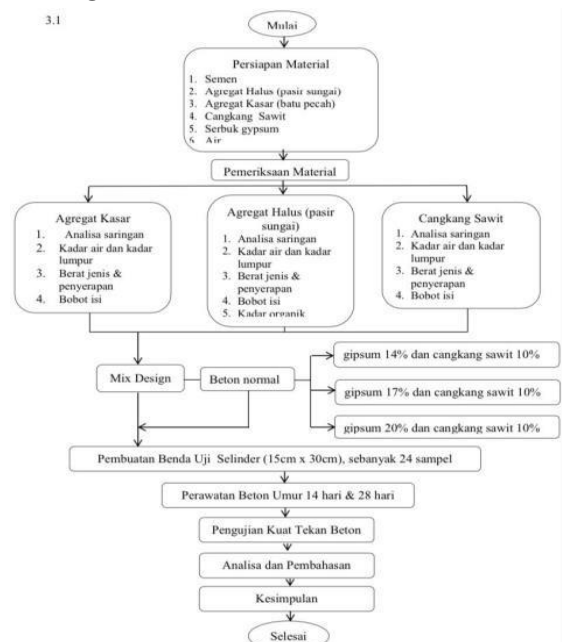
1. PENDAHULUAN

Beton non struktural merupakan jenis beton yang tidak menerima beban struktural. Fungsinya hanya sebagai penguat biasa, dan biasanya tidak menerima beban vertical yang terlalu berat. Beton ini biasa dipakai di kolom praktis, balok lintel, kanopy, plat lantai dan lain-lain. Mutu beton non struktural atau juga disebut beton kelas I antara lain K-B0 (Nol), K-100, K-125, K-150, K-175 dan K-200.

Indonesia merupakan salah satu Negara yang terbesar didunia yang memiliki kekayaan alami dari struktur perkebunan kelapa sawit. Hampir seluruh daerah indonesia memiliki lahan kelapa sawit yang luas. Sejauh ini sebagian limbah kelapa sawit telah dimanfaatkan semaksimal mungkin, tapi masih saja limbah hasil pengolahan minyak kelapa sawit tersebut meninggalkan residu yang cukup banyak, artinya limbah pengolahan pabrik sawit berupacangkang sawit belum termanfaatkan secara optimal. Limbah gipsum yang didapatkan dari proses produksi pembuatan list profit, papan berserat dan hiasan interior yang berbahan dasar gipsum. Limbah gipsum dapat berupa limbah produksi dan cacat produksi, yang kemudian dihaluskan menjadi serbuk.

Hingga saat ini, limbah gipsum belum dimanfaatkan secara optimal dan hanya sebagian kecil yang dimanfaatkan. Gipsum dalam keadaan murni, berbentuk kristal yang berwarna abu-abu, putih, kuning, jingga ataupun berwarna hitam jika tidak murni (Sianturi & Simanjuntak, 2023)

2. METODE



Dapat dilihat pada skema di atas, langkah pertama yang dilakukan yaitu perseiapan material untuk pembuatan campuran beton yaitu semen, air, agregat kasar, agregat halus, cangkang sawit dan serbuk gipsum sebagai variasi bahan campuran beton, selanjutnya dilakukan pemeriksaan material seperti pemeriksaan analisa saringan, kadar air dan kadar lumpur, berat jenis dan penyerapan, bobot isi, dan kadar organik, apabila material sudah memenuhi standar yang ditetapkan, selanjutnya membuat mix design dengan kuat tekan f_c 20 MPa, langkah berikutnya membuat benda uji sebanyak 6 sampel setiap variasi, setelah itu dilakukan perendaman sampel ke dalam kolam yang berisi air, lalu dilakukan uji kuat tekan pada umur 14 dan 28 hari, langkah terakhir yaitu menganalisa hasil uji kuat tekan yang didapat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data diperoleh melalui pengujian tekan di laboratorium dengan menggunakan mesin uji kuat tekan untuk semua benda uji. Hasilnya berupa gaya (P) yang terjadi pada saat benda uji hancur. Berdasarkan data gaya tekan dan luas penampang silinder, maka kuat tekan beton dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$f_c = P/A$$

dimana :

$$f_c = \text{Kuat Tekan (N/mm}^2\text{)}$$

$$P = \text{Gaya tekan (N)}$$

$$A = \text{Luas penampang (mm}^2\text{)}$$

Analisis data yang dilakukan adalah analisis statistik *student-t*, digunakan untuk mengetahui kuat tekan rata-rata beton normal dan beton campuran setelah dibakar. Uji statistik *student-t* dihitung menggunakan rumus :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$

Dimana : t = t hitung

X = Nilai sampel

X_i = Nilai x ke i

μ_0 = Rata-rata spesifik

S = Standar deviasi sampel

n = Jumlah sampel



Gambar 2. Daerah penerimaan dan penolakan uji statistik *student-t*

Data hasil penelitian yang dilakukan pada beton normal dan beton variasi yakni nilai P_{max} dibagi dengan luas permukaan benda uji yang tekan akan menghasilkan kuat tekan beton ($f_c = P/A$) yang disajikan pada tabel 1,

2, 3, 4 dan untuk tabel *student-t* dapat dilihat pada tabel 5, 6, 7, dan 8

Tabel 1. Hasil kuat tekan beton normal

| Kode Benda Uji | Tanggal | | Umur Rencana | Koef. Estimasi | P | Kuat Tekan (f) | Kuat Tekan rata-rata | Kuat Tekan Estimasi 28 Hari (f _c) | (f _c -f _{cr}) | (f _c -f _{cr}) ² | Konversi ke kubus 15x15x15 |
|----------------|------------|------------|--------------|----------------|-----|----------------|----------------------|---|------------------------------------|---|----------------------------|
| | Pembuatan | Pengujian | | | | | | | | | |
| BCA-14 | 03/11/2023 | 16/11/2023 | 14 | 0,88 | 401 | 22,68 | 20,92 | 25,77 | 3,11 | 9,67 | 31,04 |
| BCA-14 | 03/11/2023 | 16/11/2023 | 14 | 0,88 | 368 | 20,82 | | 23,66 | 1,00 | 1,00 | 28,50 |
| BCA-14 | 03/11/2023 | 16/11/2023 | 14 | 0,88 | 340 | 19,25 | 21,56 | 21,87 | -0,79 | 0,62 | 26,34 |
| BCA-28 | 03/11/2023 | 01/12/2023 | 28 | 1 | 421 | 23,85 | | 23,85 | 1,19 | 1,41 | 28,74 |
| BCA-28 | 03/11/2023 | 01/12/2023 | 28 | 1 | 307 | 17,40 | 21,56 | 17,40 | -5,26 | 27,67 | 20,97 |
| BCA-28 | 03/11/2023 | 01/12/2023 | 28 | 1 | 414 | 23,42 | | 23,42 | 0,75 | 0,57 | 28,21 |
| Jumlah | | | | | | | | 135,99 | | 40,94 | |

Tabel 2. Hasil kuat tekan beton variasi 14% + 10%

| Kode Benda Uji | Tanggal | | Umur Rencana | Koef. Estimasi | P | Kuat Tekan (f) | Kuat Tekan rata-rata | Kuat Tekan Estimasi 28 Hari (f _c) | (f _c -f _{cr}) | (f _c -f _{cr}) ² | Konversi ke kubus 15x15x15 |
|----------------|------------|------------|--------------|----------------|-----|----------------|----------------------|---|------------------------------------|---|----------------------------|
| | Pembuatan | Pengujian | | | | | | | | | |
| BCA-14 | 03/11/2023 | 16/11/2023 | 14 | 0,88 | 200 | 11,31 | 11,00 | 12,85 | -0,10 | 0,01 | 15,48 |
| BCA-14 | 03/11/2023 | 16/11/2023 | 14 | 0,88 | 200 | 11,35 | | 12,89 | -0,06 | 0,00 | 15,53 |
| BCA-14 | 03/11/2023 | 16/11/2023 | 14 | 0,88 | 183 | 10,35 | 13,41 | 11,76 | -1,20 | 1,43 | 14,16 |
| BCA-28 | 03/11/2023 | 01/12/2023 | 28 | 1 | 232 | 13,11 | | 13,11 | 0,15 | 0,02 | 15,79 |
| BCA-28 | 03/11/2023 | 01/12/2023 | 28 | 1 | 237 | 13,40 | 13,41 | 13,40 | 0,44 | 0,20 | 16,15 |
| BCA-28 | 03/11/2023 | 01/12/2023 | 28 | 1 | 242 | 13,72 | | 13,72 | 0,77 | 0,59 | 16,53 |
| Jumlah | | | | | | | | 77,75 | | 2,25 | |

Tabel 3. Hasil kuat tekan beton variasi 17% + 10%

| Kode Benda Uji | Tanggal | | Umur Rencana | Koef. Estimasi | P | Kuat Tekan (f) | Kuat Tekan rata-rata | Kuat Tekan Estimasi 28 Hari (f _c) | (f _c -f _{cr}) | (f _c -f _{cr}) ² | Konversi ke kubus 15x15x15 |
|----------------|------------|------------|--------------|----------------|-----|----------------|----------------------|---|------------------------------------|---|----------------------------|
| | Pembuatan | Pengujian | | | | | | | | | |
| BCA-14 | 04/11/2023 | 17/11/2023 | 14 | 0,88 | 95 | 5,36 | 5,60 | 6,09 | -0,72 | 0,52 | 7,33 |
| BCA-14 | 04/11/2023 | 17/11/2023 | 14 | 0,88 | 101 | 5,72 | | 6,50 | -0,30 | 0,09 | 7,83 |
| BCA-14 | 04/11/2023 | 17/11/2023 | 14 | 0,88 | 101 | 5,71 | 7,25 | 6,49 | -0,32 | 0,10 | 7,81 |
| BCA-28 | 04/11/2023 | 02/12/2023 | 28 | 1 | 131 | 7,39 | | 7,39 | 0,58 | 0,34 | 8,90 |
| BCA-28 | 04/11/2023 | 02/12/2023 | 28 | 1 | 128 | 7,23 | 7,25 | 7,23 | 0,42 | 0,18 | 8,71 |
| BCA-28 | 04/11/2023 | 02/12/2023 | 28 | 1 | 126 | 7,15 | | 7,15 | 0,34 | 0,11 | 8,61 |
| Jumlah | | | | | | | | 40,85 | | 1,34 | |

Tabel 4. Hasil kuat tekan beton variasi 20% + 10%

| Kode Benda Uji | Tanggal | | Umur Rencana | Koef. Estimasi | P | Kuat Tekan (f) | Kuat Tekan rata-rata | Kuat Tekan Estimasi 28 Hari (f _c) | (f _c -f _{cr}) | (f _c -f _{cr}) ² | Konversi ke kubus 15x15x15 |
|----------------|------------|------------|--------------|----------------|-----|----------------|----------------------|---|------------------------------------|---|----------------------------|
| | Pembuatan | Pengujian | | | | | | | | | |
| BCA-14 | 04/11/2023 | 17/11/2023 | 14 | 0,88 | 148 | 8,39 | 8,21 | 9,53 | -0,01 | 0,00 | 11,48 |
| BCA-14 | 04/11/2023 | 17/11/2023 | 14 | 0,88 | 145 | 8,23 | | 9,35 | -0,19 | 0,04 | 11,26 |
| BCA-14 | 04/11/2023 | 17/11/2023 | 14 | 0,88 | 141 | 8,01 | 9,76 | 9,10 | -0,44 | 0,20 | 10,96 |
| BCA-28 | 04/11/2023 | 02/12/2023 | 28 | 1 | 173 | 9,77 | | 9,77 | 0,22 | 0,05 | 11,77 |
| BCA-28 | 04/11/2023 | 02/12/2023 | 28 | 1 | 169 | 9,59 | 9,76 | 9,59 | 0,04 | 0,00 | 11,55 |
| BCA-28 | 04/11/2023 | 02/12/2023 | 28 | 1 | 175 | 9,92 | | 9,92 | 0,38 | 0,14 | 11,95 |
| Jumlah | | | | | | | | 57,25 | | 0,43 | |

Tabel 5. Tabel nilai *student-t* beton normal

| No | Nilai Kuat Tekan (X) | | X-(μ ₀) | s | v _n | t hitung | t tabel | | Keterangan |
|--------------------------------------|----------------------|-------------|---------------------|------|----------------|-----------|---------|-------|------------|
| | Batas kiri | Batas Kanan | | | | | | | |
| 1 | 25,77 | Mpa | 3,11 | 2,86 | 2,449 | 2,86 | -4,032 | 4,032 | diterima |
| 2 | 23,66 | Mpa | 1,00 | | | | | | diterima |
| 3 | 21,87 | Mpa | -0,79 | | | | | | diterima |
| 4 | 23,85 | Mpa | 1,19 | | | | | | diterima |
| 5 | 17,4 | Mpa | -5,26 | | | | | | ditolak |
| 6 | 23,42 | Mpa | 0,76 | | | | | | diterima |
| Rata Rata(μ ₀) | | | 22,66 | | | | | | |
| Rata-rata hasil yang diterima adalah | | | | | | 23,71 Mpa | | | |

Kuat tekan maksimum = 25,77 Mpa
 Kuat tekan minimum = 17,4 Mpa
 Kuat tekan rata-rata = 23,71 Mpa
 Standar deviasi = 2,86
 Konvert ke kubus = 23,71/0,83 = 28,56 Mpa
 $K = 28,56 \times 12,048$
 $K = 344,10 \text{ kg/cm}^2$

Tabel 6. Tabel nilai *student-t* beton variasi 14% + 10%

| No | Nilai Kuat Tekan (X) | | X-(μ0) | s | vn | t hitung | t tabel | | Keterangan |
|---------------|----------------------|-------|--------|--------------------------------------|-------|-----------|------------|-------------|------------|
| | | | | | | | Batas kiri | Batas Kanan | |
| 1 | 12,85 | Mpa | -0,11 | 0,67 | 2,449 | 2,65 | -4,032 | 4,032 | diterima |
| 2 | 12,89 | Mpa | -0,06 | | | -0,21 | | | diterima |
| 3 | 11,76 | Mpa | -1,20 | | | -4,38 | | | ditolak |
| 4 | 13,11 | Mpa | 0,15 | | | 0,54 | | | diterima |
| 5 | 13,4 | Mpa | 0,45 | | | 1,64 | | | diterima |
| 6 | 13,72 | Mpa | 0,77 | | | 3 | | | diterima |
| Rata Rata(μ0) | | 12,96 | | Rata-rata hasil yang diterima adalah | | 13,19 Mpa | | | |

Kuat tekan maksimum = 13,72 Mpa
 Kuat tekan minimum = 11,76 Mpa
 Kuat tekan rata-rata = 13,19 Mpa
 Standar deviasi = 0,67
 Konvert ke kubus = 13,19/0,83 = 15,89 Mpa
 $K = 15,89 \times 12,048$
 $K = 191,44 \text{ kg/cm}^2$

Tabel 7. Tabel nilai *student-t* beton variasi 17% + 10%

| No | Nilai Kuat Tekan (X) | | X-(μ0) | s | vn | t hitung | t tabel | | Keterangan |
|---------------|----------------------|------|--------|--------------------------------------|-------|----------|------------|-------------|------------|
| | | | | | | | Batas kiri | Batas Kanan | |
| 1 | 6,09 | Mpa | -0,72 | 0,51 | 2,449 | -3,45 | -4,032 | 4,032 | diterima |
| 2 | 6,5 | Mpa | -0,31 | | | -1,48 | | | diterima |
| 3 | 6,49 | Mpa | -0,32 | | | -1,53 | | | diterima |
| 4 | 7,39 | Mpa | 0,58 | | | 2,78 | | | diterima |
| 5 | 7,23 | Mpa | 0,42 | | | 2,01 | | | diterima |
| 6 | 7,15 | Mpa | 0,34 | | | 2 | | | diterima |
| Rata Rata(μ0) | | 6,81 | | Rata-rata hasil yang diterima adalah | | 6,81 Mpa | | | |

Kuat tekan maksimum = 7,39 Mpa
 Kuat tekan minimum = 6,09 Mpa
 Kuat tekan rata-rata = 6,81 Mpa
 Standar deviasi = 0,51
 Konvert ke kubus = 6,81/0,83 = 8,20 Mpa
 $K = 8,20 \times 12,048$
 $K = 98,80 \text{ kg/cm}^2$

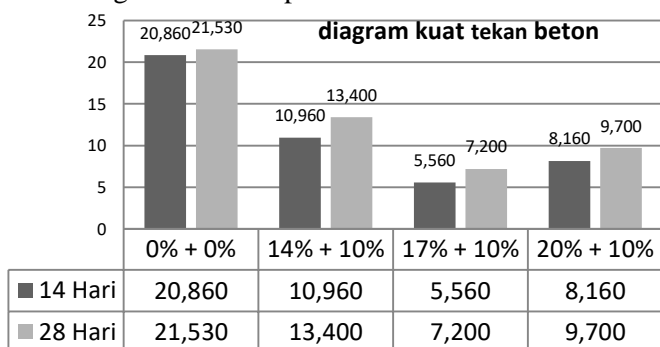
Tabel 8. Tabel nilai *Student-t* variasi 20% + 10%

| No | Nilai Kuat Tekan (X) | | X-(μ0) | s | vn | t hitung | t tabel | | Keterangan |
|---------------|----------------------|------|--------|--------------------------------------|------|----------|------------|-------------|------------|
| | | | | | | | Batas kiri | Batas Kanan | |
| 1 | 9,53 | Mpa | -0,01 | 0,29 | 2,45 | -0,08 | -4,032 | 4,032 | diterima |
| 2 | 9,35 | Mpa | -0,19 | | | -1,6 | | | diterima |
| 3 | 9,1 | Mpa | -0,44 | | | -3,71 | | | diterima |
| 4 | 9,77 | Mpa | 0,23 | | | 1,94 | | | diterima |
| 5 | 9,59 | Mpa | 0,05 | | | 0,42 | | | diterima |
| 6 | 9,92 | Mpa | 0,38 | | | 3,21 | | | diterima |
| Rata Rata(μ0) | | 9,54 | | Rata-rata hasil yang diterima adalah | | 9,54 Mpa | | | |

Kuat tekan maksimum = 9,92 Mpa
 Kuat tekan minimum = 9,1 Mpa
 Kuat tekan rata-rata = 9,54 Mpa
 Standar deviasi = 0,29
 Konvert ke kubus = 9,54/0,83 = 11,5 Mpa
 $K = 11,5 \times 12,048$
 $K = 138,55 \text{ kg/cm}^2$

Berdasarkan analisis yang dilakukan, setelah melewati uji *student-t*, hasil kuat tekan beton normal mendapatkan hasil rata-rata sebesar 23,71 Mpa, pada beton campuran 14% + 10% didapat hasil kuat tekan rata-rata sebesar 13,19 Mpa, untuk beton campuran 17% + 10% didapat hasil kuat tekan rata-rata sebesar 6,81 Mpa dan untuk beton campuran 20% + 10% didapat hasil kuat tekan rata-rata sebesar 9,54 Mpa.

Berikut diagram perbandingan hasil kuat tekan beton normal dengan beton campuran



Berdasarkan diagram kuat tekan beton yang direncanakan 20 MPa, dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan beton paling tinggi pada umur 28 hari di dapatkan pada beton normal atau beton dengan penambahan serbuk gipsum dan substitusi cangkang sawit sebesar 0%. Selain itu, pada diagram tersebut juga di tunjukan semakin banyak digunakan penambahan penambahan serbuk gypsum dan substitusi cangkang sawit terhadap campuran beton hal tersebut mengakibatkan kuat tekan beton semakin berkurang.

Beton normal untuk pengujian kuat tekan memiliki hasil umur 14 hari 20,86 Mpa, dan untuk umur 28 hari 21,35 Mpa, beton dengan penambahan limbah serbuk gipsum dan substitusi cangkang kelapa sawit sebanyak 14% + 10% memiliki hasil kuat tekan pada umur 14 hari 10,96 Mpa dan umur 28 hari 13,4 Mpa, untuk campuran beton 17% + 10% cangkang kelapa sawit memiliki hasil kuat tekan pada umur 14 hari 5,56 Mpa dan umur 28 hari 7,2 Mpa, dan campuran beton dengan limbah serbuk gipsum 20% + 10% cangkang kelapa sawit memiliki hasil kuat tekan pada umur 14 hari 8,16 Mpa dan pada umur 28 hari 9,7 Mpa.

Nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari paling rendah di tunjukan pada penambahan serbuk gypsum dan substitusi cangkang sawit sebesar 17% + 10%, hal tersebut dikarenakan proses vibrator yang kurang baik karena terlalu lama, waktu vibrator yang terlalu lama terhadap campuran beton mengakibatkan agregat kasar dari campuran beton menumpuk di bawah, sehingga ketika pengujian kuat tekan beton bagian atas permukaan beton akan cepat pecah dan kuat tekan menjadi rendah.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat beberapa kesimpulan antara lain:

- Berdasarkan data dari kuat tekan yang dihasilkan bahwa beton dengan *filler* limbah serbuk gipsum 14% ditambah cangkang kelapa sawit 10% didapat kuat tekan rata-rata untuk 14 hari sebesar 10,96 MPa dan 13,40 MPa pada 28 hari. Kuat tekan yang dihasilkan dengan bahan tambah limbah serbuk gipsum 17% ditambah cangkang kelapa sawit 10% didapat kuat tekan rata-rata untuk 14 hari sebesar 5,56 MPa dan 7,20 MPa pada 28 hari. Dan kuat tekan yang dihasilkan dengan bahan tambah limbah serbuk gipsum 20% ditambah cangkang sawit 10% didapat kuat tekan rata-rata untuk 14 hari sebesar 8,16 Mpa dan untuk 28 hari 9,70 Mpa.

2. Berdasarkan data dari kuat tekan beton yang di dapat, bahwa beton diberi bahan tambah (*filler*) dengan limbah serbuk gipsum dan cangkang kelapa sawit mempunyai kuat tekan yang dapat digunakan pada beton non struktural, karena hasil kuat tekannya <20 Mpa.
3. Dari hasil kuat tekan yang didapat beton normal memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dari beton campuran, namun hasil dari kuat tekan beton campuran dapat diterapkan pada beton nonstruktural.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hasmudi, A. (2017) *Pemeriksaan Kuat Tekan Beton dengan Bahan Tambah Limbah Gypsum*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- [2] Serwindah. (2013). *Pengaruh Penambahan Cangkang Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton f_c 25MPa*. Universitas Pasir Pangaraian.
- [3] SNI 03-2834-2000. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. *Sni 03-2834-2000*, 1–34