

**TINJAUAN TEORITIS KAPASITAS LENTUR DAN GESER BALOK
BETON *SELF COMPACTING CONCRETE* DENGAN SUBSTITUSI
AGREGAT HALUS LIMBAH *TAILING* TAMBANG EMAS**

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

ALVIAN ANGGA PRIAMBODO

NPM. 160216432



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
OKTOBER 2020**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa

Tugas Akhir dengan judul :

**TINJAUAN TEORITIS KAPASITAS LENTUR DAN GESER BALOK
BETON *SELF COMPACTING CONCRETE* DENGAN SUBSTITUSI
AGREGAT HALUS LIMBAH *TAILING* TAMBANG EMAS**

Benar - benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan, baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka izajah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, ... Oktober 2020

Yang membuat pernyataan,



(Alvian Angga Priambodo)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

TINJAUAN TEORITIS KAPASITAS LENTUR DAN GESER BALOK BETON *SELF COMPACTING CONCRETE* DENGAN SUBSTITUSI AGREGAT HALUS LIMBAH *TAILING* TAMBANG EMAS

Oleh :

ALVIAN ANGGA PRIAMBODO

NPM : 160216432

Telah diperiksa dan disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, 11/11/2020

Pembimbing



(Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T.)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

TINJAUAN TEORITIS KAPASITAS LENTUR DAN GESER BALOK BETON *SELF COMPACTING CONCRETE* DENGAN SUBSTITUSI AGREGAT HALUS LIMBAH *TAILING* TAMBANG EMAS






Oleh :

ALVIAN ANGGA PRIAMBODO

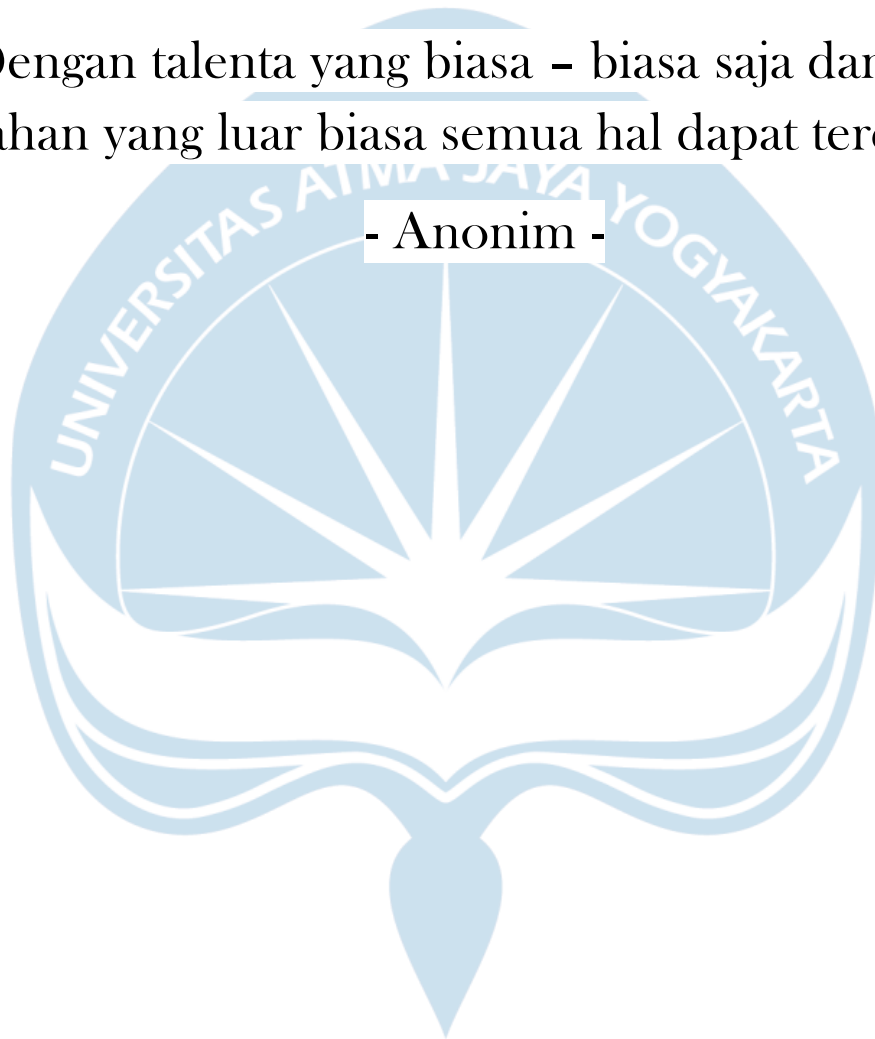
NPM : 160216432

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T.		11/11/2020
Sekretaris	: Ir. P. Wiryawan Sardjono, M.T.		11/11/2020
Anggota	: Ir. JF. Soandrijanie Linggo, M.T.		2-10-2020

Dengan talenta yang biasa – biasa saja dan daya tahan yang luar biasa semua hal dapat tercapai.

- Anonim -



Tugas Akhir ini dipersembahkan kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa
2. Orang Tua
3. Kakak
4. Teman – teman Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta

KATA HANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas penyertaan, berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik sebagai syarat menyelesaikan pendidikan tinggi Program Strata-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak mungkin diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, antara lain :

1. Bapak Dr.Eng. Luky Handoko, S.T., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Ibu Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu dan sabar dalam membimbing penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng. selaku koordinator Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mengajarkan ilmu pengetahuan dalam bidang teknik sipil.
6. Kedua orang tua dan saudara yang selalu memberikan semangat dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini sehingga dapat berjalan dengan lancar.

7. Teman seperjuangan balok *self compacting concrete* yaitu : Kevin Chandra Setiawan, Ewaldo Alex Utomo, Stefanus Widyanto, Gilda Devina, dan Jason Connery yang telah memberikan bantuan dan semangat dalam proses mengerjakan Tugas Akhir sehingga dapat berjalan lancar.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, ... Oktober 2020

Penulis,

Alvian Angga Priambodo

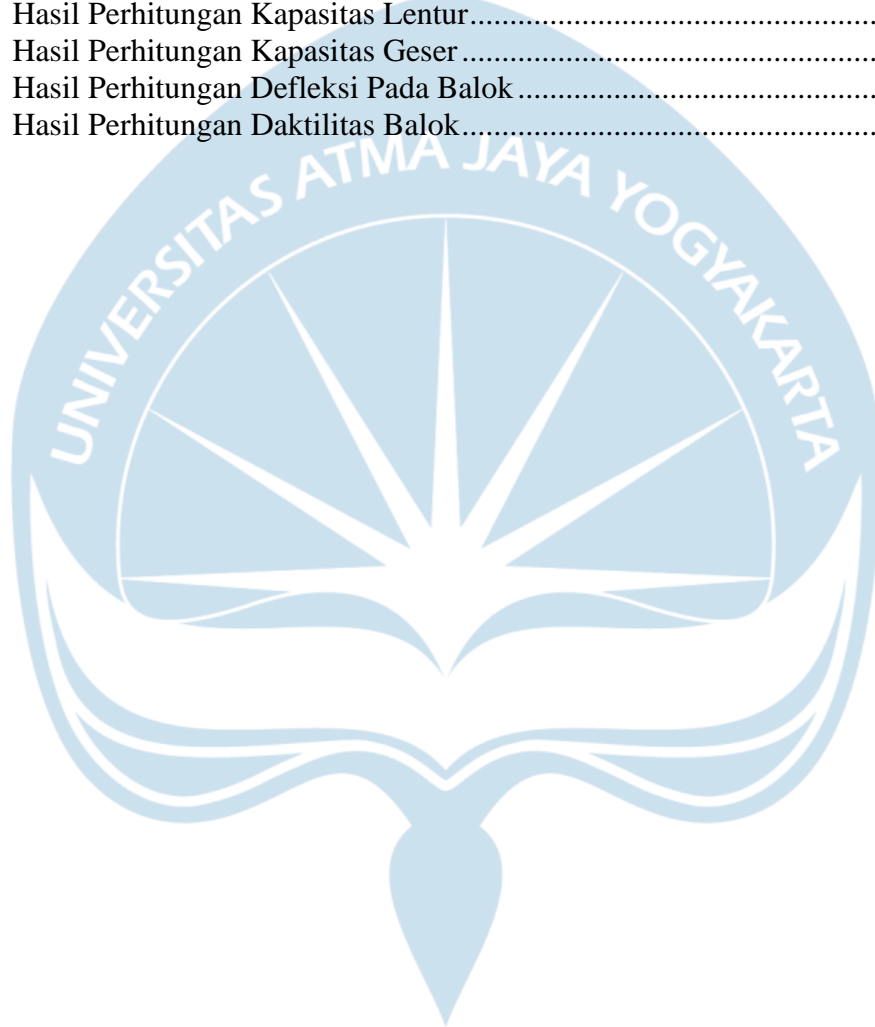
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
KATA HANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR GRAFIK	xi
DAFTAR PERSAMAAN.....	xii
INTISARI	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Tugas Akhir.....	3
1.4 Manfaat Tugas Akhir.....	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Keaslian Tugas Akhir	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Uraian Umum	6
2.2 Perilaku Beton Inovasi.....	7
2.3 Kapasitas Lentur dan Geser Balok Beton Bertulang	9
BAB III LANDASAN TEORI.....	12
3.1 Beton Bertulang	12
3.2 Kuat Tekan Beton.....	12
3.3 Modulus Elastisitas Beton	13
3.4 Daktilitas.....	14
3.5 Balok Beton Tulangan Tunggal.....	15
3.6 Balok Beton Tulangan Rangkap.....	17
3.7 Perancangan Kekuatan Geser Balok.....	19
3.8 Perancangan Kekuatan Lentur Balok	22
3.9 Lendutan Balok Beton Tulangan Rangkap.....	22
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	24
4.1 Umum	24
4.2 Kerangka Penelitian.....	25

4.3	Estimasi Dimensi dan Penentuan Tulangan Utama Balok	28
4.4	Pembebanan Balok Teoritis	29
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		30
5.1	Estimasi Dimensi Penampang Pada Balok	30
5.2	Pengaruh Variasi Substitusi <i>Tailing</i> pada Analisis Kapasitas Lentur	31
5.2.1	Tulangan balok	31
5.2.2	Kapasitas lentur	36
5.3	Pengaruh Variasi Substitusi <i>Tailing</i> pada Analisis Kapasitas Geser	39
5.4	Pengaruh Variasi Substitusi <i>Tailing</i> pada Analisis Kapasitas Defleksi dan Daktilitas	44
5.4.1	Penentuan defleksi	44
5.4.2	Penentuan lendutan ultimit	47
5.4.3	Penentuan lendutan pada awal titik leleh	48
5.4.4	Penentuan daktilitas	50
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		53
6.1	Kesimpulan	53
6.2	Saran	54
DAFTAR PUSTAKA		55
LAMPIRAN		57

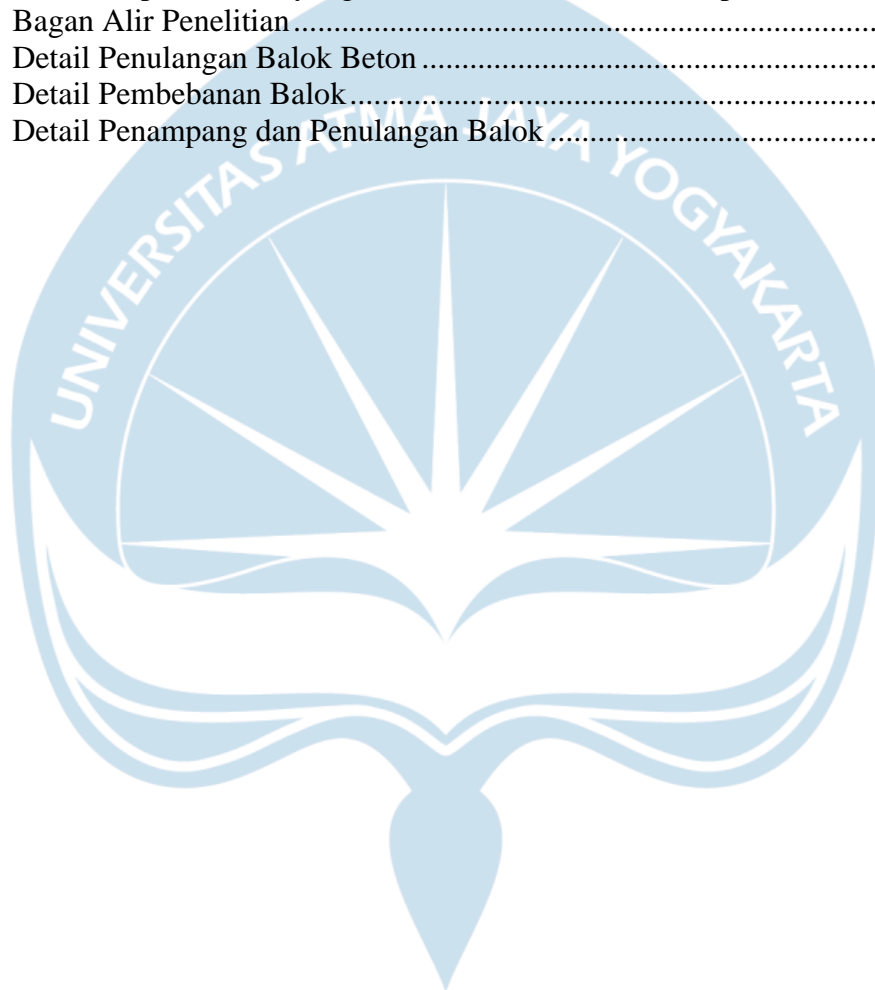
DAFTAR TABEL

2.1 Sifat – Sifat Agregat Halus dan <i>Tailing</i>	9
5.1 Hasil Perhitungan Kapasitas Lentur	38
5.2 Hasil Perhitungan Kapasitas Geser	43
5.3 Hasil Perhitungan Defleksi Pada Balok	46
5.4 Hasil Perhitungan Daktilitas Balok	50



DAFTAR GAMBAR

3.1 Perilaku Duktail dan Getas Pada Beton	14
3.2 Distribusi Tegangan dan Regangan Balok Tulangan Tunggal	15
3.3 Distribusi Tegangan dan Regangan Balok Tulangan Rangkap	17
3.4 Diagram Gaya dan Momen Akibat Pembebanan pada Balok	21
3.5 Lendutan pada Balok yang Disebabkan oleh Beban Terpusat.....	23
4.1 Bagan Alir Penelitian	27
4.2 Detail Penulangan Balok Beton	28
4.3 Detail Pembebanan Balok.....	29
5.1 Detail Penampang dan Penulangan Balok	42



DAFTAR GRAFIK

5.1 Peningkatan Kapasitas Momen Lentur	39
5.2 Peningkatan Kapasitas Kuat Geser	43
5.3 Lendutan Pada Balok	46
5.4 Daktilitas Pada Balok.....	51
5.5 Grafik Hubungan Beban Beban dan Daktilitas Pada Balok BT0%	51



DAFTAR PERSAMAAN

3.1	Kuat Tekan Beton	13
3.2	Modulus Elastisitas Beton	13
3.3	Modulus Elastisitas Beton Hukum Hooke.....	13
3.4	Daktilitas.....	14
3.5	Balok Tulangan Tunggal Menghitung β_1	15
3.6	Balok Tulangan Tunggal Menghitung ρ	15
3.7	Balok Tulangan Tunggal Menghitung ρ_{min}	15
3.8	Balok Tulangan Tunggal Menghitung ρ_{maks}	16
3.9	Balok Tulangan Tunggal Menghitung ρ_b	16
3.10	Balok Tulangan Tunggal Menghitung A_s	16
3.11	Balok Tulangan Tunggal Menghitung $A_{s\ min}$	16
3.12	Balok Tulangan Tunggal Menghitung n	16
3.13	Balok Tulangan Tunggal Menghitung C_c	16
3.14	Balok Tulangan Tunggal Menghitung M_n	16
3.15	Balok Tulangan Tunggal Menghitung $M_n = M_u$	16
3.16	Tulangan Tekan Sudah Luluh Menghitung T_I	18
3.17	Tulangan Tekan Sudah Luluh Menghitung M_{n1}	18
3.18	Tulangan Tekan Sudah Luluh Menghitung C_s	18
3.19	Tulangan Tekan Sudah Luluh Menghitung M_{n2}	18
3.20	Tulangan Tekan Sudah Luluh Menghitung M_n	18
3.21	Tulangan Tekan Sudah Luluh Menghitung M_u	18
3.22	Tulangan Tekan Sudah Luluh Menghitung ϵ_s'	18
3.23	Tulangan Tekan Sudah Luluh Menghitung ϵ_y	18
3.24	Tulangan Tekan Belum Luluh $f'_s \neq f_y$	18
3.25	Tulangan Tekan Belum Luluh $f'_s = E_s \times \epsilon_s'$	18
3.26	Tulangan Tekan Belum Luluh Menghitung M_n	18
3.27	Tulangan Tekan Belum Luluh Menghitung M_u	19
3.28	Kuat Geser Balok Menghitung V_u	19
3.29	Kuat Geser Balok Menghitung V_u	19
3.30	Kuat Geser Sengkang	20
3.31	Kebutuhan Spasi Sengkang	20
3.32	Kuat Geser Nominal	20
3.33	Kuat Lentur Beton Bertulang Menghitung M_{n1}	22
3.34	Kuat Lentur Beton Bertulang Menghitung M_{n2}	22
3.35	Kuat Lentur Beton Bertulang Menghitung M_n	22
3.36	Kuat Lentur Beton Bertulang Menghitung Tinggi Blok Tegangan.....	22
3.37	Kuat Lentur Beton Bertulang Menghitung Letak Garis Netral	22
3.38	Lendutan Menghitung $EI\Delta$	23
3.39	Lendutan Menghitung $I\Delta$	23
3.40	Lendutan Menghitung Δ	23

INTISARI

TINJAUAN TEORITIS KAPASITAS LENTUR DAN GESER BALOK BETON *SELF COMPACTING CONCRETE* DENGAN SUBSTITUSI AGREGAT HALUS LIMBAH *TAILING* TAMBANG EMAS, Alvian Angga Priambodo, NPM 160216432, Tahun 2020, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Seiring berkembangnya zaman banyak ide konstruksi unik yang diaplikasikan pada desain konstruksi, khususnya pada beton bertulang. Bentuk konstruksi yang kompleks dapat menimbulkan masalah pada penuangan ataupun pengecoran beton pada bekisting. Sehingga akan menghasilkan beton yang porous dan mengalami pemisahan material. Dengan adanya hal tersebut ditemukanlah beton *Self Compacting Concrete* (SCC) yang dapat memadat sendiri dan mengisi sela – sela bekisting dengan baik tanpa diperlukan bantuan vibrator. Beton *Self Compacting Concrete* (SCC) adalah salah satu impian mendapatkan beton yang mempunyai kuat tekan tinggi tetapi tetap mudah dikerjakan bahkan proses pemadatan hanya dengan menggunakan berat sendirinya. Untuk mendapatkan beton SCC perlu adanya penambahan zat aditif *superplasticizer*.

Penelitian dari Amalia & Riyadi (2019 berjudul Kualitas Beton SCC dengan Agregat Halus *Tailing* Tambang Emas Daerah Pongkor, menggunakan variasi *tailing* 0%, 5%, 10%, dan 15%, dimana data sekunder yang digunakan adalah kuat tekan dan modulus elastisitas beton. Studi eksperimen yang dilakukan terkait penggunaan limbah *tailing* tambang emas daerah Pongkor pada beton SCC belum diaplikasikan pada balok. Peneliti akan melakukan perhitungan analisis teoritis dari data sekunder yaitu kuat tekan dan modulus elastisitas untuk menentukan kapasitas lentur, geser, defleksi, dan daktilitas pada balok *tailing*.

Hasil perhitungan teoritis berdasarkan data sekunder dari penelitian Amalia & Riyadi menggunakan dimensi penampang balok 250 x 300 mm dan bentang balok 3000 mm dengan tulangan tarik 4D22 dan tulangan tekan 2D13. Kapasitas momen lentur secara berturut – turut didapatkan hasil perhitungan 109,522 KNm, 113,435 KNm, 115,063 KNm, dan 111,180 KNm. Kapasitas kuat geser nominal didapatkan hasil perhitungan 169,2734 KN, 176,4961 KN, 180,1514 KN, dan 172,1265 KN. Defleksi didapatkan hasil perhitungan 6,91518 mm, 5,26143 mm, 3,81409 mm, dan 6,22768 mm. Daktilitas didapatkan hasil perhitungan 1,15513, 1,15587, 1,15616, dan 1,15545. Dari hasil tersebut kapasitas lentur, geser, daktilitas akan meningkat sampai dengan kadar *tailing* 10% setelah itu akan mengalami penurunan. Sedangkan lendutan akan menurun sampai dengan kadar *tailing* 10% setelah itu akan mengalami peningkatan.

Kata kunci: *self compacting concrete*, *tailing*, kapasitas lentur, kapasitas geser