



# CivETech

Civil Engineering and Technology Journal

P-ISSN 2798-4869  
E-ISSN 2798-4060



**CivETech**  
Civil Engineering and Technology Journal

Vol. VI

No. 2

Hal. 1 - 61

Yogyakarta  
Agustus 2024

P-ISSN 2798-4869  
E-ISSN 2798-4060

Fakultas Teknik- Universitas Cokroaminoto Yogyakarta



**DAFTAR ISI**

- Cahyaning Kilang Permatasari, Nasrul Arfianto, Muhammad Ryan Iskandar, Hery Kristiyanto <b>TRIPLE CONSTRAINT SEBAGAI KRITERIA PEMILIHAN MATERI PENUTUP ATAP PADA JASA PENGEMBANGAN PERUMAHAN</b>	1 – 9
- Iskandar Yasin, Widarto Sutrisno, Yosefina Yesinta Elantriani, Jekianus Pele, Thomas Elton, Dwi Haryanto Djara <b>ANALISIS PENGARUH SENGKANG MENERUS TERHADAP KEKUATAN BALOK BETON BERTULANG</b>	10 – 18
- Muchamad Arif Budiyanto, Fahrudin Hanafi <b>KAJIAN PENILAIAN KINERJA SUNGAI LUK ULO</b>	19 – 25
- Muhamad Arifin, Muchamad Arif Budiyanto, Ratih Nurmala Saridewi <b>ANALISIS BANJIR SUNGAI KEDUNG JAMBAL DALAM KONTEKS NORMALISASI SUNGAI</b>	26 – 34
- Singgih Subagyo, Suryanto, Muhammad Nefo Handriansyah <b>ANALISA KINERJA LALU LINTAS JALAN KALIURANG (STUDI KASUS : JALAN KALIURANG KM 5,8 – 9,3, KABUPATEN SLEMAN, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA)</b>	35 – 46
- Suryanto, Indra Suharyanto, Dandi Ibrahim <b>SISTEM PENGOLAHAN DATA KECELAKAAN LALU-LINTAS (SISTEM-3L) DI JALAN PARANGTRITIS KABUPATEN BANTUL DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA</b>	47 – 61



**Vol. VI No. 2, Agustus 2024**

**Pelindung:**

Dekan Fakultas Teknik UCY

**Pemimpin Redaksi:**

Ir. Muchamad Arif Budiyanto, S.T., M.Eng., IPM.

**Redaksi Pelaksana:**

Ratih Nurmala Saridewi, S.T., M.Eng  
Cahyaning Kilang Permatasari, S.Pd., M.T.  
Ir. Singgih Subagyo, M.T.  
Ir. Suryanto, M.T.  
Ir. Nasrul Arfianto, S.T., M.T., IPP  
Muhammad Ryan Iskandar, S.T., M.Eng.  
Fajar Purwoko, S.T., M.Eng.

**Mitra Bestari:**

Dr. Rossy Armyn Machfudiyanto, S.T., M.T.  
Dr.Ir. Herry Kristiyanto, S.T., M.T., IPM.  
Dr. Adhy Kurniawan, S.T.  
Dr. Devi Oktafiana Latif, S.T., M.Eng.  
Zainul Faizen Haza, M.T., Ph.D.  
Dr. Roby Hambali, S.T., M.Eng.  
Ir. Nurokhman, M.T.  
Dr. Ananto Nugroho, S.T., M.Eng.  
Ardian Alfianto, S.T., M.Eng.

**Penerbit:**

Fakultas Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

**Alamat Redaksi:**

Fakultas Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta  
Jl. Perintis Kemerdekaan, Gambiran, Yogyakarta 55161  
Telp. (0274) 372274  
e-mail: civetechjournal@gmail.com

Jurnal **CivETech** terbit perdana pada Februari 2019. Jurnal ini memuat tulisan ilmiah, hasil penelitian, atau ide/gagasan orisinal yang belum pernah dimuat pada media cetak lain. Redaksi menerima tulisan sesuai dengan ketentuan naskah. Jurnal **CivETech** diterbitkan 2 (dua) kali setahun pada bulan Februari dan Agustus, , diterbitkan secara online dan akses terbuka dengan Elektronik dengan P-ISSN 2798-4869 dan E-ISSN 2798-4060.

# ANALISIS PENGARUH SENGGKANG MENERUS TERHADAP KEKUATAN BALOK BETON BERTULANG

Iskandar Yasin<sup>1</sup>, Widarto Sutrisno<sup>1</sup>, Yosefina Yesinta Elantriani<sup>1</sup>, Jekianus Pele<sup>1</sup>  
Thomas Elton<sup>1</sup>, Dwi Haryanto Djara<sup>1</sup>  
Email : [iskandaryasin@ustjogja.ac.id](mailto:iskandaryasin@ustjogja.ac.id)

**ABSTRAK:** Struktur balok beton sengkang menerus merupakan balok beton dengan tulangan yang dibengkokkan membentuk sudut 30 derajat atau lebih terhadap arah tulangan tarik longitudinal. Tulangan ini menerus sehingga memudahkan dalam pembuatan balok beton bertulang. Diperlukan penelitian untuk mengetahui reduksi kekuatan pada balok beton sengkang menerus dibandingkan dengan sengkang konvensional. Adapun penggunaan sengkang menerus tidak sesuai standar SNI:2013, tetapi penggunaan sengkang menerus sangat digemari oleh para pelaksana konstruksi karena pembuatan dan pemasangannya lebih mudah dan lebih cepat. Sehingga biaya yang dibutuhkan lebih murah dibandingkan dengan cara konvensional. Tahapan-tahapan yang meliputi pembuatan benda uji balok beton bertulang sengkang konvensional dan sengkang menerus dengan menggunakan besi tulangan berdiameter 8 mm, dan besi begel dengan diameter 6 mm dan diikat menggunakan kawat bendrat. Selanjutnya membuat bahan campuran yang terdiri dari 1 ember semen, 2 ember pasir, 3 ember kerikil untuk satu kali campuran. Kemudian mencampurkan semua bahannya ke dalam molen, dan di molen selama 3,5 menit dengan takaran 2 liter air. Balok beton bertulang tersebut didiamkan selama 28 hari sebagai standar kekuatan beton. Hasil pengujian pada balok beton bertulang dengan sengkang konvensional didapatkan kekuatan maksimum 0.5 MPa. Ketika pengujian berjalan pada 45,0 secon dengan kekuatan rata-rata maksimum sebesar 0.9 MPa. Sedangkan kekuatan maksimum pada balok beton sengkang menerus, 3.9 MPa. Ketika proses pengujian berjalan pada 57,0 secon dengan kekuatan rata-rata maksimum sebesar 3.6 MPa. Hasil pengujian balok beton dengan sengkang konvensional dan menerus menunjukkan bahwa sengkang menerus lebih berpengaruh besar pada kekuatan balok dibandingkan dengan sengkang konvensional.

**Kata kunci:** Beton Bertulang, Engkang Menerus, Kuat Lentur.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman penggunaan konstruksi beton banyak mengalami perubahan baik dari campurannya maupun dalam pelaksanaan konstruksinya. Pembuatan kombinasi struktur beton yakni material beton dan baja tulangan yang menjadi satu kesatuan konstruksi yang disebut beton bertulang. Beton bertulang ini merupakan sebagai elemen balok yang harus diberi penulangan yang salah satunya adalah dengan penulangan sengkang menerus.

Dalam penggunaan sengkang menerus pemasangannya yang lebih mudah serta pemasangannya yang lebih cepat. Selain itu biaya yang digunakan lebih murah dan biaya sewa tukang lebih hemat. Akan tetapi penggunaan sengkang menerus belum diketahui kelemahan dan kelebihanannya. Oleh karena itu, tujuan dilakukannya penelitian ini untuk mengetahui kekuatan lentur balok dengan sengkang menerus dibandingkan dengan tulangan Sengkang konvensional.

---

<sup>1</sup> Dosen Fakultas Teknik Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa



**Gambar 1. Pembesian Kolom dan Balok dengan Sengkang Menerus**

Sengkang menerus adalah suatu tulangan yang dibengkokkan membentuk sudut  $30^\circ$  atau lebih terhadap arah tulangan tarik longitudinal. Ini dapat berupa tulangan longitudinal yang dibengkokkan atau tulangan yang dikaitkan pada sudut  $135^\circ$ . Penggunaan sengkang menerus ini sering digunakan dan dipercaya kuat dalam menahan gaya geser pada balok beton bertulang dengan jarak antar titik ujung sengkang yang terlalu pendek. Namun untuk jarak antar ujung sengkang menerus dengan jarak antar titik yang panjang maka akan lemah terhadap beban horisontal.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Pengaruh penggunaan sengkang menerus terhadap kekuatan balok beton dibandingkan dengan sengkang biasa perlu untuk diteliti. Sehingga dapat diketahui reduksi kekuatan pada balok beton dengan menggunakan sengkang menerus. Penggunaan sengkang menerus sangat berpengaruh besar pada dunia konstruksi, karena pembuatan dan pemasangannya lebih mudah serta pemasangannya pada tulangan utama lebih cepat.

Banyaknya jenis material penutup atap dari beragam bahan baku membuat para pelaku di industri pengembang perumahan harus pandai-pandai memilih jenis penutup atap mana yang sesuai kebutuhan, selain itu juga dilihat dari sisi kelebihan dan kekurangan. Ada berbagai kriteria yang dilihat saat akan memutuskan jenis material mana yang akan dijadikan penutup atap. Untuk menentukan kriteria tersebut pada penelitian ini menggunakan pedoman *triple constraint*. *Triple constraint* disini merupakan sistem pengendalian proyek yaitu waktu, biaya dan mutu. Dengan *triple constraint* sebagai kriteria yang akan digunakan untuk pemilihan penutup atap, sebuah proyek khususnya pada bagian penutup atap dapat memberikan hasil akhir yang sesuai harapan para pelaku jasa di industri pengembang perumahan maupun konsumennya.

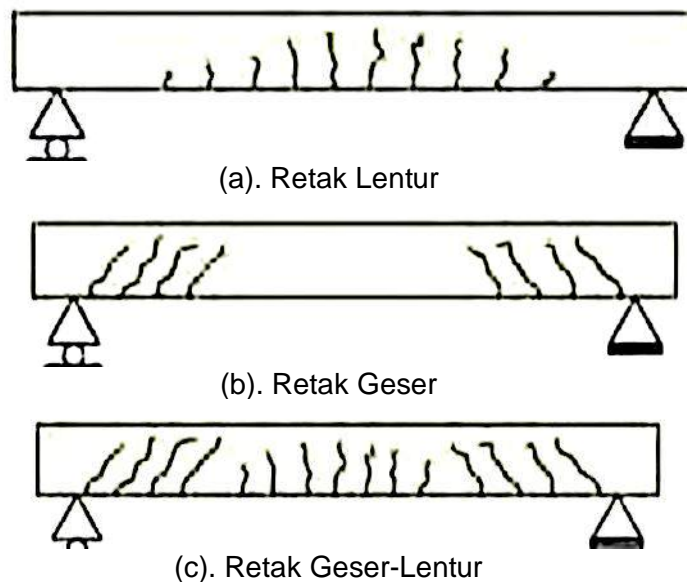
Baru – baru ini telah banyak penelitian yang dilakukan mengenai penentuan skala prioritas, sebagai sebuah metode yang diperlukan agar dapat menampung semua aspek tersebut. Selanjutnya diharapkan dapat mengurangi permasalahan dan dapat disusun urutan material penutup atap yang sesuai kebutuhan. Dengan menggunakan metode AHP diharapkan mampu menghasilkan urutan kriteria pemilihan material penutup atap. Oleh karena itu penelitian ini mengambil judul “*Triple Constraint* Sebagai Kriteria Pemilihan Material Penutup Atap Pada Jasa Pengembang Perumahan”.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui reduksi kekuatan balok beton bertulang dengan menggunakan sengkang menerus. Sehingga dengan mengaplikasikan metode penggunaan sengkang menerus ini apakah berpengaruh balok beton bertulang

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Nasution, (2019), meneliti tentang perbandingan kuat geser antara sengkang konvensional dan sengkang "U" pada balok beton bertulang. Penelitian ini juga membahas tentang perhitungan penulangan, perhitungan kuat geser antara tulangan sengkang konvensional dan sengkang "U". Penelitian juga untuk mengetahui perbedaan kuat geser antara tulangan sengkang konvensional dan tulangan sengkang "U" dengan selisih kuat geser maksimal adalah sebesar 16,78%. Perbedaan nilai juga terjadi pada beban geser maksimal sebesar 9,34%. Dalam penggunaannya, sengkang "U" dapat meminimalisir nilai ekonomi namun tidak terlampaui jauh dibanding dengan sengkang konvensional karena terdapat perbedaan selisih kuat geser yang sedikit lebih besar dibanding nilai ekonomisnya yang tidak terlampaui jauh.



**Gambar. 2. Jenis Keretakan pada Balok Beton Bertulang**

David, dkk, (2013), meneliti tentang pengaruh sudut sengkang menerus pada balok pendek terhadap pola runtuh. Penelitian ini membahas tentang pengaruh sudut sengkang menerus pada balok pendek terhadap kuat geser, lendutan, momen retak awal dan pola runtuh. Sudut sengkang menerus pada balok berpengaruh pada pola runtuh. Hasil dari penelitian ini adalah, semakin menerus sudut yang digunakan semakin menambah kuat lentur, sehingga lentur menjadi geser. Selain itu, sudut sengkang menerus pada balok pendek berpengaruh pada peningkatan kuat geser actual ( $V_u$ ) pada balok sudut sengkang  $50^\circ$  sebesar 34,85% terhadap sengkang vertical. Sudut sengkang menerus juga berpengaruh pada peningkatan kuat geser tulangan ( $V_s$ ) pada balok sudut sengkang  $50^\circ$  sebesar 40,88% terhadap sengkang vertical. Semakin menerus sudut yang digunakan maka semakin besar kuat geser yang dihasilkan balok.

Buarlele, dkk, (2020), melakukan penelitian tentang prediksi kekuatan geser beton pada balok beton bertulang tanpa tulangan geser. Hasil dari penelitian ini adalah, diusulkan dua persamaan kekuatan geser beton balok bentang pendek dan panjang tanpa tulangan geser yang dibatasi dengan rasio kelangsingan balok,  $a/d \geq 2,5$  dan  $1,5 \leq a/d < 2,5$ . Model usulan yang cukup akurat memperkirakan gaya geser beton  $V_c$  balok beton bertulang bentang pendek maupun panjang tanpa tulangan geser pada retang variable yang dipertimbangkan dalam penelitian ini.

**Table 1: Detail Balok Bertulang Untuk Parameter Desain**

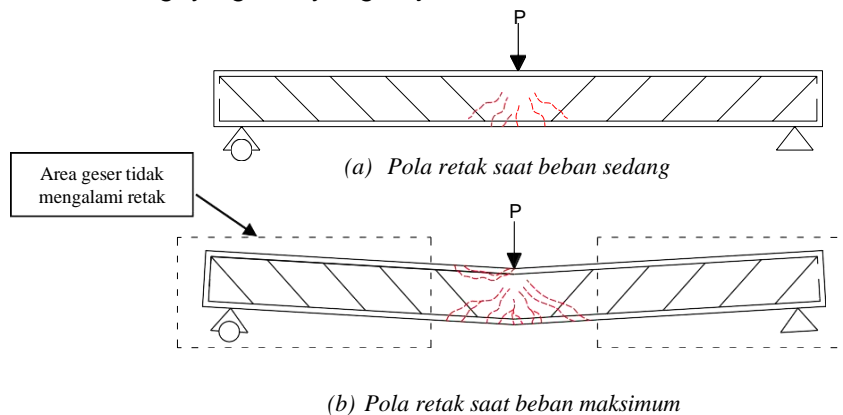
No.	Nomenklatur spesimen	$b_w$ (mm)	$d$ (mm)	$f'_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$a/d$	$F_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\rho$ (%)	$V_c$ (kN)	$V_c/bwd$ (N/mm <sup>2</sup> )
Mhonde & Frantz, (1984) – Pengaruh $f'_c$									
1	AO-3-2	152	298	20,6	2,5	414	3,36	61,9	1,37
2	AO-7-2	152	298	45,2	2,5	414	3,36	79,7	1,76
3	AO-15-2b	152	298	69,4	2,5	414	3,36	79,7	1,76
4	AO-11-2	152	298	79,3	2,5	414	3,36	88,7	1,96
Kani dkk, (1979) – Pengaruh $\rho$									
5	179	153,2	264,2	30,73	2,57	400	0,526	33,6	0,83
6	163	156,0	272,5	33,61	2,49	378	0,756	40,5	0,95
7	197	1504	273,6	34,20	2,48	376	1,836	53,4	1,30
8	214	1534	271,8	34,20	2,50	412	2,708	81,8	1,96
Tang dkk, (2009) – Pengaruh $a/d$									
9	NN4	120	170	23,1	3,0	283	1,33	19,4	0,95
10	NN3	120	170	23,1	2,5	283	1,33	20,1	0,99
11	NN2	120	170	23,1	2,0	283	1,33	30,1	1,48
12	NN1	120	170	23,1	1,5	283	1,33	42,1	2,06
13	L-25-3*	150	250	36,9	3,0	388	1,531	51,6	1,38
14	L-50-3*	150	500	36,7	3,0	388	1,531	94,0	1,25
15	L-100-3*	350	1000	34,7	3,0	388	1,378	316,2	0,90

Sumber: Perbandingan kuat geser beton yang diprediksi berdasarkan standar beton dan model usulan dengan hasil tes Mhonde dan Frantz (1984), Kani dkk. (1979), Tang dkk. (2009), dan Fujita dkk. (2002).

Igbal, dkk, (2013), meneliti tentang pengujian geser balok beton bertulang dengan menggunakan sengkang konvensional. Penelitian ini membahas tentang beban geser maximum balok beton bertulang, struktur balok beton bertulang dengan pembebanannya yang beranggapan beton menahan sebagian gaya geser, sementara tulangan baja geser menahan kekuatan geser diatas kemampuan beton. Membahas tentang sifat beton yang mampu menahan beban tekan, tetapi lemah menahan beban tarik. Hasil dari penelitian ini, yaitu untuk mempelajari perilaku geser sengkang vertical segi empat dengan sudut bengkokan kait 135°, 90° dan sengkang vertical model "U", beban geser maksimal yang dapat ditahan balok menggunakan sengkang vertical segi empat dengan sudut bengkokan kait sengkang 135°, 90° dan sengkang vertical model "U", besarnya perbedaan beban yang ditahan balok menggunakan sengkang vertical segi empat dengan sudut bengkokan kait 135°, 90° dan sengkang vertical model "U".

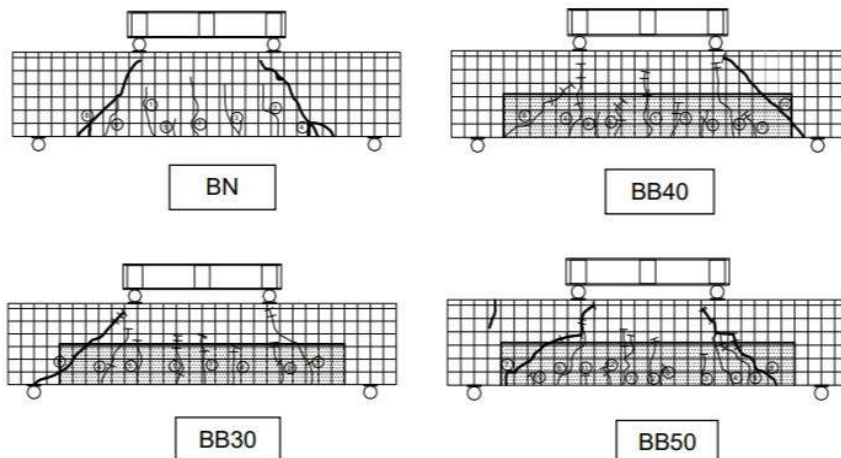
Rachman, dkk, (2013), meneliti tentang studi eksperimental perbandingan variasi sengkang menerus terhadap kuat geser balok beton bertulang. Penelitian ini membahas tentang keruntuhan geser akibat pembebanan pada balok dan faktor-faktor penyebab balok menjadi *over reinforced*. Sehingga, hasil dari penelitian dapat disimpulkan bahwa penyebab balok menjadi *over reinforced* adalah tidak adanya kontribusi dari tulangan sengkang pada bagian tengah balok, dengan pembebanan satu titik yang mengakibatkan gaya geser maximum dan momen maximum terpusat pada bagian tengah bentang. Sementara untuk

keruntuhan geser akibat pembebanan pada balok, diketahui transfer beban ketumpuan melampaui mekanisme momen lentur dan gaya geser yang terjadi secara bersamaan.



**Gambar 3. Pola Retak pada Balok dengan Beban Maksimum Satu Titik**

Kusnadi, dkk, (2022), meneliti tentang analisis kuat geser balok beton bertulang berlapis beton normal-beton styrofoam. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kuat geser balok beton bertulang berlapis sebagai sebuah komposit. Balok beton terdiri dari beton normal  $f'c$  25 MPa pada sisi tekan dan beton ringan 2.55 MPa, 1.32 MPa dan 0.31 MPa pada sisi tarik sebagai konsekuensi penggunaan styrofoam sebanyak 30%, 40% dan 50% terhadap volume beton. Balok beton berlapis ini diperuntukkan untuk mengurangi bobot struktur. Balok uji didesain tanpa penulangan geser dengan dimensi panjang 150 cm, lebar 15 cm dan tinggi 32 cm diberi tulangan lentur  $3\phi 12$ .



**Gambar 4. Pola Retak Balok Bertulang Komposit (Imran dan Muhammad, 2022)**

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam pembuatan balok beton bertulang diperlukan alat dan bahan atau material. Alat dan bahan yang digunakan sebagai bahan penyusun balok beton bertulang meliputi pasir, *portland cement*, kerikil, air, gergaji, bekisting, besi tulangan utama, besi begel, palu karet, tang, sekop, kunci besi begel, kaliper/jangka sorong, meteran, kawat ikat dan pengaduk portabel.





**Gambar 5. Tulangan Baja dengan Sengkang Persegi Biasa dan Sengkang Menerus**

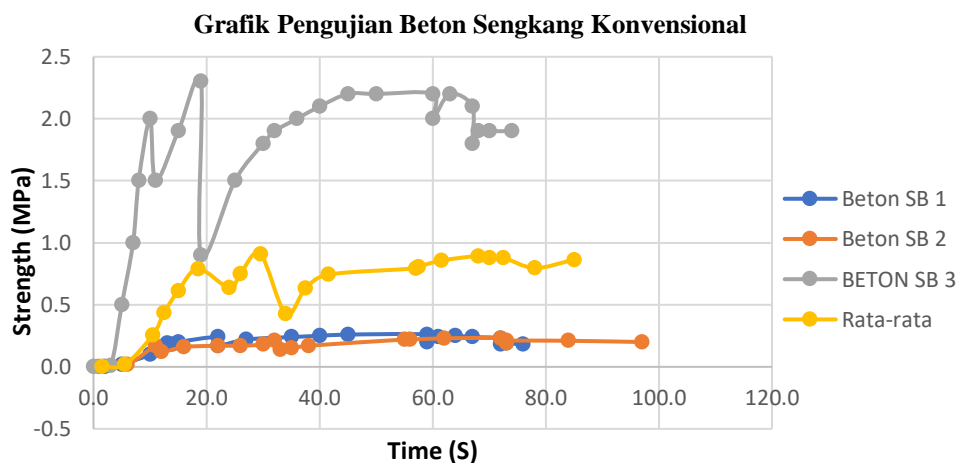
Tulangan utama  $\varnothing 8$  mm besi polos untuk tulangan utama dan  $\varnothing 6$  mm untuk begel/cincin tulangan. Balok, dan tulangan utama memiliki Panjang 50 cm dengan dimensi Sengkang konvensional  $8 \times 12$  cm. Balok beton bertulang adalah benda uji yang digunakan untuk mendapatkan data kekuatan balok dengan pengujian eksperimental.



**Gambar 6. Balok Beton Bertulang Sengkang Menerus dan Sengkang Konvensional.**

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Hasil Pengujian Beton Sengkang



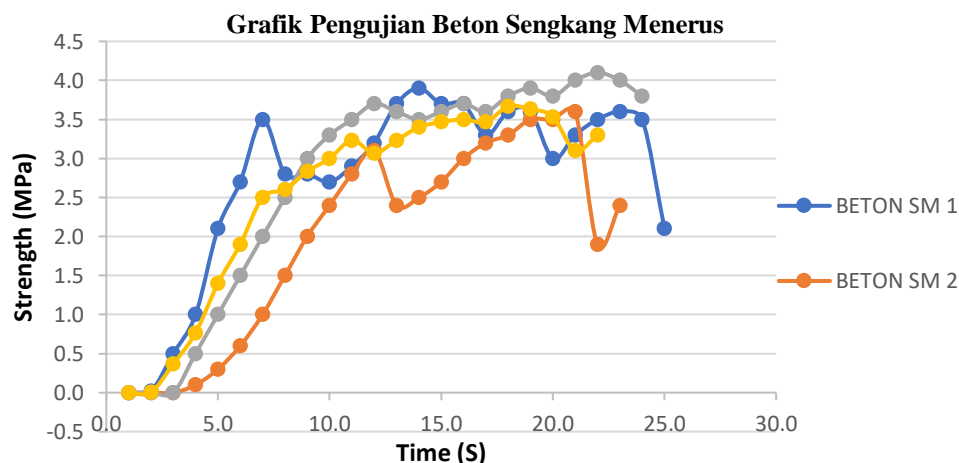
**Gambar 7. Grafik Pengujian Balok Beton Sengkang Konvensional**



**Gambar 8. Proses Retakan Pada Balok Beton Senggang konvensional**

Dari grafik rata-rata hasil pengujian ketiga balok beton senggang konvensional diatas menunjukkan kekuatan rata-rata pengujian lentur. Pada titik pertama didetik ke 1,5 *secon* balok tersebut belum menunjukkan reaksi hingga sampai dengan detik ke 10,5 *secon* balok tersebut baru menunjukkan 0,2 MPa dan pada detik ke 12,5 *secon* mulai mengalami peningkatan sebesar 0,4 MPa sampai dengan 0,7 MPa didetik ke 18,5 *secon*. Pada detik ke 24,0 *secon* balok tersebut mengalami penurunan kekuatan di 0,6 MPa dan mulai meningkat lagi menjadi 0,7 MPa didetik ke 26,0 *secon* dan terus meningkat dan menunjukkan titik puncak kekuatannya menjadi 0,9 MPa didetik ke 29,5 *secon*. Mengalami penurunan kekuatan menjadi 0,4 MPa didetik yang ke 34,0 *secon* tetapi pada detik yang ke 37,5 *secon* balok tersebut mengalami peningkatan kekuatan sebesar 0,6 MPa sampai dengan 0,8 MPa didetik yang ke 72,5 *secon*. Mulai mengalami penurunan kembali didetik ke 78,0 *secon* pada kekuatan 0,7 MPa dan pada detik yang ke 85,0 *secon* balok tersebut mengalami kenaikan kekuatan menjadi 0,8 MPa kemudian balok tersebut mengalami keruntuhan.

#### 4.2 Hasil Pengujian Beton Senggang Menerus



**Gambar 9. Grafik Pengujian Beton Senggang Menerus**



**Gambar 10. Proses Retakan Pada Balok Beton Senggang Menerus**

Pada titik pertama didetik ke 16 *secon* balok tersebut belum menunjukkan perubahan kekuatan sehingga sampai dengan detik ke 20,7 *secon* masih 0,0 MPa. Pada detik 23,2 *secon* balok tersebut mulai menunjukkan perubahan 0,4 MPa. Pada detik 24,7 *secon* kekuatan balok tersebut semakin meningkat di 0,8 MPa dan terus meningkat sampai detik 35,3 *secon* dengan kekuatan yang dihasilkan 3,2 MPa. Tetapi pada detik 38,0 *secon* balok tersebut mengalami penurunan yakni 3,1 MPa dan mulai meningkat menjadi 3,2 MPa pada detik 43,0 *secon*. Balok beton pada kekuatan 3,4 MPa dengan waktu 46,0 *secon* dan semakin meningkat menjadi 3,5 MPa pada detik 48,8 *secon* sampai dengan detik 52,0 *secon*. Pada detik 54,0 *secon* balok beton menunjukkan titik puncak sebesar 3,7 MPa. Beton mengalami penurunan kekuatan 3,6 MPa pada detik 56,3 *secon*. Kekuatan 3,1 MPa pada detik 59,5 *secon* selanjutnya balok mengalami keruntuhan pada 61,2 *secon* dengan kekuatan sebesar 3,3 MPa.

## 5. KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Hasil pengujian pada balok beton bertulang dengan sengkang konvensional didapatkan maksimum 0,5 MPa pada detik 45,0 *secon* pada pengujian pertama, kekuatan mencapai 0,23 MPa pada detik 62,0 *secon* pada pengujian kedua dan kekuatan maksimum terbesar 2,3 MPa pada pengujian yang ketiga pada 39,0 *secon*. Sedangkan kekuatan maksimum pada balok beton sengkang menerus, 3,9 MPa pada detik 57,0 *secon* pada pengujian pertama, kekuatan mencapai 3,6 MPa pada detik 45,0 *secon* dan kekuatan maksimum terbesar 4,1 MPa pada detik ke 65,0 *secon* pada pengujian ketiga.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Buarlele, Luciana, Benny Kusuma, and Jonie Tanijaya. "Prediksi Kekuatan Geser Beton Pada Balok Beton Bertulang Tanpa Tulangan Geser." *Jurnal Teknik Sipil* 16.1 (2020): 1-13.
- David, A. (2013). Pengaruh Sudut Sengkang Menerus Pada Balok Pendek Terhadap Pola Runtuh. *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan*, 2(1/JKPTB/13).
- Igbal, M., Sumajouw, M. D., Windah, R. S., & Imbar, S. E. (2013). Pengujian Geser Balok Beton Bertulang Dengan Menggunakan Sengkang Konvensional. *Jurnal Sipil Statik*, 1(2).

- Kusnadi, K., Imran, I., & Rizal, M. (2022). Analisa Kuat Geser Balok Beton Bertulang Berlapis Beton Normal-Beton styrofoam. *Journal Of Science and Engineering*, 5(1), 73-79.
- Lisantono, Ade, Baskoro Abdi Praja, and H. K. Prasetio. "Studi Perilaku Kuat Geser Balok Beton Bertulang Memadat Sendiri Dengan Serat "polypropylene". " *" Cantilever" Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil 7.2* (2018): 1-5.
- Nasution, Y. A. (2019). Perbandingan Kuat Geser antara Sengkang Konvensional dan Sengkang" U" pada Balok Beton Bertulang.
- Pranata, A. (2020). *Analisa Pengaruh Jarak Sengkang Konvensional terhadap Kuat Geser pada Balok Beton Bertulang* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Subiantoro, A. R., Bakri, R. A., Tadjono, S., & Lie, H. A. (2013). Studi Eksperimental Perbandingan Variasi Sengkang Menerus Terhadap Kuat Geser Balok Beton Bertulang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 2(3), 205-217.

