

## Jacketing Pada Daerah Sendi Plastis Pilar atau Kolom Dengan Kombinasi Wire Mesh dan SCC

Hence Michael Wuaten

Prodi Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

---

### Artikel Informasi

#### Riwayat Artikel

Diterima, 5 April 2022

Direvisi, 21 April 2022

Disetujui, 2 Mei 2022

---

#### Kata Kunci:

Kekuatan

Kekakuan

Daktalitas

Siklik

---

#### Keywords:

strength

Stiffness

Daktalitas

Slide

---

### ABSTRAK

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kapasitas pilar atau kolom terhadap beban lateral adalah dengan metode jacketing, dimana dalam penelitian ini dilakukan pengujian terhadap 2 buah spesimen pilar atau kolom berbentuk bujur sangkar yang di jacketing dengan kombinasi material wire mesh dan SCC yang dipasang pada daerah sendi plastis pilar atau kolom. Spesimen kemudian diuji dengan beban siklik bolak balik untuk mengetahui kekuatan, kekakuan dan daktalitas dari spesimen. Pada spesimen So1 pengujian dilakukan hingga simpangan rasio 3,5% dan pada spesimen So2 pengujian dilakukan hingga simpangan rasio 5,73%. Dari hasil pengujian di dapat bahwa pemasangan jacketing di daerah sendi plastis kolom dengan kombinasi material wire mesh dan SCC dapat meningkatkan kapasitas spesimen terhadap beban lateral, kekakuan dan daktalitas.

---

### ABSTRACT

*One of the efforts that can be made to increase the capacity of pillars or columns against lateral loads is the jacketing method, where in this study 2 specimens of square-shaped pillars or columns are jacketed with a combination of wire mesh and SCC materials installed in the plastic joint area of the pillars or columns. The specimen is then tested with alternating cyclic loads to determine the strength, rigidity and ductility of the specimen. In the So1 specimen the test was carried out up to a deviation ratio of 3.5% and in the So2 specimen the test was carried out up to a deviation ratio of 5.73%. From the test results in it can be that the installation of jacketing in the area of the plastic joint of the column with a combination of wire mesh and SCC materials can increase the capacity of the specimen against lateral loads, stiffness and ductality.*



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

---

### Penulis Korespondensi:

Hence Michael Wuaten

Prodi Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

Email: [hmw.wuaten@gmail.com](mailto:hmw.wuaten@gmail.com)

---

## PENDAHULUAN

Aktivitas pergerakan lempeng tektonik merupakan salah satu sumber penyebab terjadinya gempa bumi yang berpotensi merusak dan menimbulkan korban jiwa yang hingga saat ini merupakan fenomena alam yang belum dapat diprediksi kapan terjadinya, dimana lokasinya dan berapa besar energi yang akan dilepaskan. Permasalahan utama yang muncul pada saat terjadinya gempa adalah terjadinya kerusakan dan kegagalan infrastruktur bangunan sipil dan salah satu kerusakan dominan akibat beban gempa, disebabkan oleh perencanaan dan daktilitas pada struktur yang kurang baik (Park dan Paulay, 1975).

Menurut Macdonald (2008), kerusakan yang terjadi pada struktur atau komponen struktur seperti pilar dapat diatasi atau dicegah dengan beberapa variasi metode seperti, membatasi penggunaan fungsi struktur, membongkar bagian struktur yang rusak, merekonstruksi sebagian atau keseluruhan dari struktur dengan menggunakan teknik perbaikan yang cepat.

Menurut Siddiq (1997), bahwa daktilitas kolom beton bertulang sangat ditentukan oleh cara dan mekanisme terbentuknya sendi plastis pada ujung-ujung kolom yang disebabkan oleh gaya luar yang bekerja khususnya gaya gempa. Sendi plastis dapat terjadi pada kolom beton bertulang, ketika kolom mengalami kelebihan beban, terutama pada saat terjadinya gempa bumi. Sebagai bagian dari struktur yang berfungsi untuk menerima dan menyalurkan gaya aksial, komponen pilar atau kolom harus didesain memiliki kekuatan, daktilitas dan kekakuan yang cukup, sehingga dapat meneruskan beban-beban dari struktur atas ke tanah melalui pondasi. Dalam penelitian ini dilakukan studi dengan menggunakan wire mesh dan self compacting concrete (SCC) sebagai bahan jacketing yang dipasang pada daerah perkiraan sendi plastis pilar atau kolom yang diharapkan dapat menambah kekuatan, kekakuan dan daktilitas.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Metode Kekangan

Menurut Bayrak dan Sheik (2002) bahwa untuk mendapatkan struktur pilar atau kolom yang berperilaku daktil, dapat diperoleh dengan cara pemasangan kekangan secara detail (*detailing confinement*), dimana kekangan yang ditimbulkan oleh tulangan lateral tersebut, akan sangat dipengaruhi oleh persentase tulangan lateral yang terpasang, kuat leleh tulangan lateral, kuat tekan beton, spasi tulangan lateral dan bentuk dari tulangan lateral.

Menurut Jiang et.al (2014), bahwa kegagalan yang terjadi pada daerah sendi plastis pilar atau kolom dapat dikurangi dengan cara menambahkan jaket pada pilar atau kolom, dimana untuk meminimalkan pekerjaan *jacketing*, maka panjang daerah sendi plastis yang terjadi pada pilar atau kolom harus diketahui berdasarkan pertimbangan desain kinerja pilar atau kolom dan pengaruh deformasi yang terjadi pada pilar atau kolom.

Menurut Ma, et.al (2017), bahwa penggunaan kekangan (*confinement*) pada pilar atau kolom, mampu mengembalikan kemampuan pilar atau kolom dalam menerima beban yang bekerja. Selain itu, penggunaan kekangan pada pilar atau kolom dapat diklasifikasikan berdasarkan material yang digunakan yaitu, jaket beton (*concrete jacketing*), jaket baja (*steel jacketing*), jaket lapisan ferrocement (*ferrocement laminate jacket*), kekangan *Fibre Reinforced Polymer (FRP confinement)* dan kekangan kombinasi.

### Wire Mesh dan Self Compacting Concrete

Wire mesh dalam hal ini besi anyam dapat dimanfaatkan sebagai tulangan pengekang dalam (sengkang) dan tulangan pengekang luar dengan tujuan sebagai material retrofit, perbaikan dan perkuatan pada komponen pilar atau kolom dengan potensi gagal geser akibat beban gempa. Wire mesh, merupakan material konstruksi dengan harga yang relatif lebih murah dan mudah didapatkan di pasaran apabila dibandingkan dengan bahan kekangan lainnya seperti FRP. Selain itu, wire mesh juga cukup fleksibel dalam membentuk pola kekangan seperti kekangan persegi, hexagonal, bulat dan pemasangan wire mesh dengan jumlah lapis tertentu dapat menghasilkan nilai daktilitas yang cukup signifikan pada pilar atau kolom yang dibebani dengan beban siklik, serta dapat meningkatkan kuat geser pilar atau kolom (Kadir, et.al, 2016).

Menurut Okamura dan Ouchi (2003), self compacting concrete adalah beton segar yang memiliki fluiditas tinggi sehingga dapat mengalir sendiri dan mengisi ruang-ruang dalam cetakan dengan sedikit atau tanpa proses penggetaran.

### Kekuatan, Kekakuan dan Daktilitas

Untuk spesimen yang dibebani dengan beban siklik, SNI 7834:2012 mensyaratkan bahwa spesimen tersebut tidak diperbolehkan untuk mengalami degradasi kekuatan (D), dimana kondisi ini dapat terjadi apabila gaya puncak ( $P_f$ ) yang bekerja kurang dari 75% beban lateral maksimum ( $E_{max}$ ) pada arah pembebanan yang sama.

Menurut Tsonos (1999) bahwa pada struktur yang mengalami beban siklik, kekakuan dapat ditetapkan sebagai kemiringan garis yang menghubungkan puncak-puncak beban maksimum arah positif dan negatif dari kurva beban dan defleksi dalam bentuk persamaan :

$$K = \frac{P_1 + P_2}{\Delta_1 + \Delta_2} \quad (1)$$

dengan :

P = beban yang bekerja arah lateral.

$\Delta$  = defleksi yang terjadi.

Menurut Williams et.al (1997), bahwa daktilitas adalah kemampuan struktur untuk tidak mengalami keruntuhan secara tiba-tiba yang bersifat getas, tetapi masih mampu mengalami deformasi yang cukup besar pada saat mencapai beban maksimum sebelum struktur tersebut mengalami keruntuhan. Pada struktur yang mengalami gaya gempa, nilai daktilitas perpindahan yang terjadi, dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara lendutan pada saat kondisi ultimit dan lendutan pada saat leleh pertama atau dapat ditulis dalam bentuk persamaan:

$$\mu = \frac{\Delta_u}{\Delta_y} \quad (2)$$

Dimana, nilai lendutan pada saat leleh pertama ( $\Delta_y$ ) dapat diperoleh berdasarkan aturan 3/4.

## METODE PENELITIAN

### Persyaratan Material

Material yang digunakan, harus memenuhi persyaratan dan melalui pengujian *properties material* untuk mengetahui apakah material tersebut memenuhi standar dan layak digunakan sebagai material dalam pembuatan spesimen uji.

Tabel 1 Material penelitian

Material	Standar
Semen Portland Tipe I	SNI 2049-2004
Agregat	SNI 03-1968-1990
Air	SNI 7974-2013
Baja Tulangan	SNI 2052-2014
Wire Mesh	SNI 07-0663-1995
Sika Viscocrete 10	ASTM C494-86 TG

### Spesimen Uji

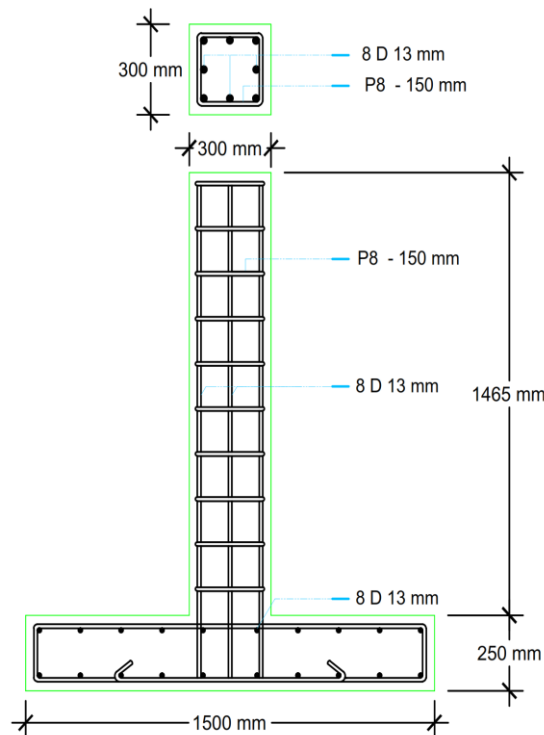
Dalam penelitian ini digunakan 2 buah spesimen pilar atau kolom yang berbentuk bujur sangkar, dimana spesimen So1 merupakan spesimen kontrol dan spesimen So2 adalah spesimen yang di *jacketing* dengan *wire mesh* berukuran M6 dan *self compacting concrete* (SCC) sebagai material *jacketing*. Tebal *jacketing* adalah 50 mm yang dipasang pada ke empat sisi pilar atau kolom dengan tinggi 700 mm dari kaki kolom. Adapun dimensi spesimen dan persyaratan tulangan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 2, Tabel 3 dan Gambar 1.

Tabel 2 Dimensi spesimen

Spesimen Uji	Dimensi (mm)			$A_g$ (mm <sup>2</sup> )
	B	H	L	
So1	300	300	1465	90000
So2	300	300	1465	90000

Tabel 3 Persyaratan tulangan

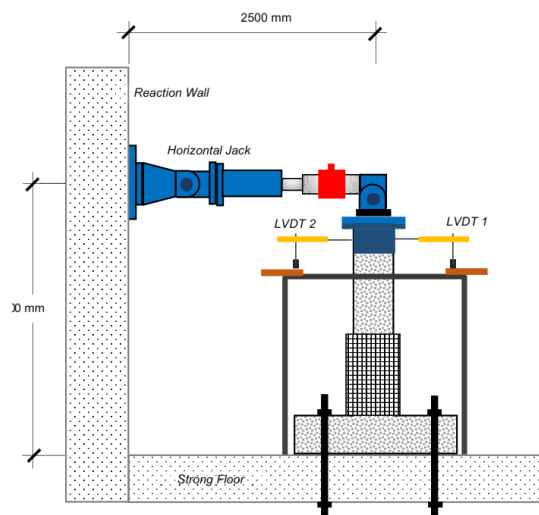
Spesimen Uji	$A_{st}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{st}/A_g$	$0,01.A_g$ (mm <sup>2</sup> )	$0,08.A_g$ (mm <sup>2</sup> )
So1	1061,320	0,0118	900	7200
So2	1061,320	0,0118	900	7200



Gambar 1 Dimensi spesimen

### Setting Up Pengujian

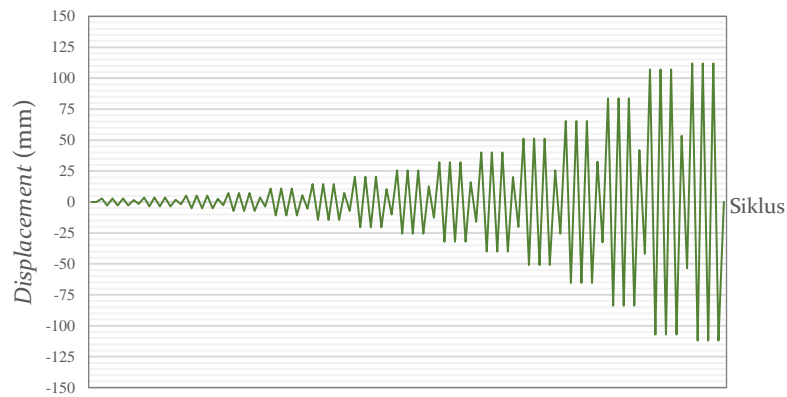
Adapun setting up pengujian dalam penelitian ini disajikan dalam Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2 Setting up pengujian

### Metode Pengujian

Pengujian spesimen dilakukan setelah spesimen berumur 28 hari dan proses *setting up* pengujian sudah siap. Spesimen selanjutnya diuji dengan beban siklik bolak-balik, dengan menggunakan metode *displacement controlled*, dimana besarnya deformasi yang diberikan serta jumlah siklus disesuaikan dengan pola pembebanan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Pola pembebanan

Selama pengujian, tiga siklus penuh harus diaplikasikan pada setiap rasio simpangan, yang terdiri dari fase 1 yang merupakan siklus primer dan fase 2 dan 3 yang merupakan siklus stabilisasi. Rasio simpangan awal harus berada dalam rentang perilaku elastik linear benda uji dan rasio simpangan berikutnya harus bernilai tidak kurang daripada 1,25 kali dan tidak lebih dari 1,5 rasio simpangan sebelumnya. Pengujian harus dilanjutkan dengan meningkatkan rasio simpangan secara bertahap hingga tercapai nilai rasio simpangan minimum 0,035 seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.



Gambar 4 Pengujian spesimen

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Material

Adapun hasil pengujian karakteristik material disajikan pada Tabel 4 hingga Tabel 9 di bawah ini.

Tabel 4 Hasil uji kuat tarik baja tulangan

Diameter	Tegangan	
	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
D13	473,744	643,150
Ø8	377,868	420,964

**Tabel 5** Hasil uji kuat tarik *wire mesh*

Ukuran	Tegangan	
	$f_y$ (MPa)	$f_{y\text{ minimal}}$ (MPa)
M6	642,920	539,550

**Tabel 6** Proporsi campuran beton normal

Bahan	Jumlah
Faktor air semen (w/c)	0,456
Slump (cm)	$10 \pm 2$
Semen (kg)	286
<i>Fly ash</i> (kg)	122
Agregat kasar (kg)	930
Agregat halus (kg)	810
Air (liter)	185
Retarder (liter)	1,2
Superplasticizer (liter)	1,0

**Tabel 7** Proporsi campuran SCC

Bahan	Jumlah
Semen (kg)	450
Agregat kasar (kg)	852
Agregat halus (kg)	829
Air (liter)	210
Retarder (liter)	1,80
Superplasticizer (liter)	6,75

**Tabel 8** Hasil uji kuat tekan beton normal

Sampel	Kuat Tekan (MPa)	
	Umur 7 Hari	Umur 28 Hari
1	21,07	27,13
2	20,20	27,71
Rata-rata	20,64	27,42

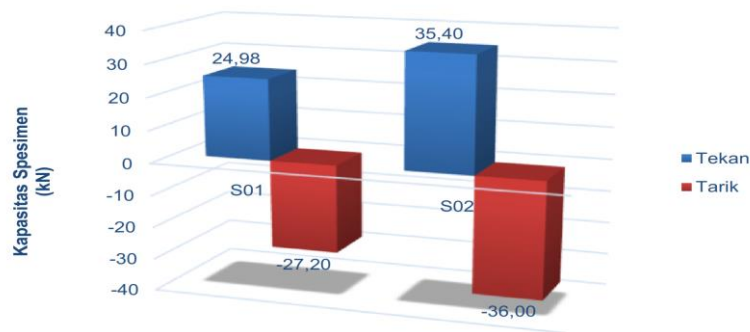
**Tabel 9** Hasil uji kuat tekan SCC

Sampel	Kuat Tekan Umur 28 Hari (MPa)
1	34,33
2	33,41
Rata-rata	33,87

### Kekuatan Spesimen

Dari hasil pengujian terhadap spesimen didapat bahwa spesimen So2 yang di *jacketing* dengan *wire mesh* dan SCC pada daerah sendi plastis mengalami peningkatan kekuatan sebesar 41,713% akibat beban tekan dan peningkatan kekuatan sebesar 32,353% akibat beban tarik seperti yang disajikan dalam Gambar 4.

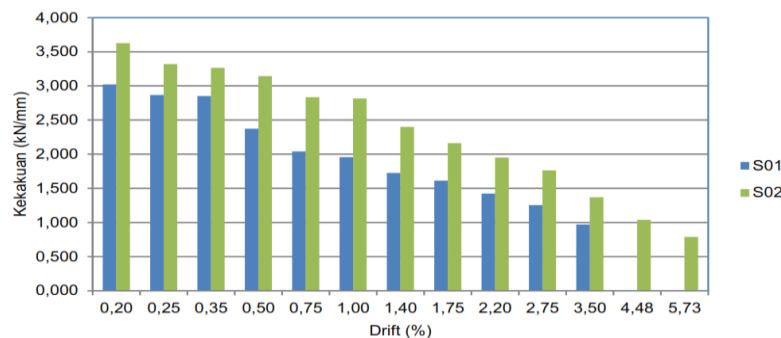
Pada akhir pengujian, spesimen S01 mengalami degradasi kekuatan sebesar 0,721% akibat beban tekan dan 1,178% akibat beban tarik. Sedangkan pada spesimen S02 mengalami degradasi kekuatan sebesar 6,780% akibat beban tekan dan 2,778% akibat beban tarik, sehingga kedua spesimen memenuhi persyaratan degradasi kekuatan karena nilai degradasi kekuatan lebih kecil dari 25%.



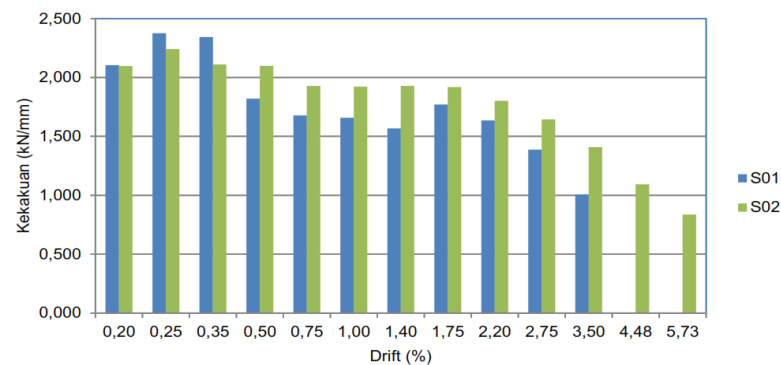
Gambar 4 Grafik kapasitas spesimen

### Kekakuan

Pada akhir pengujian, spesimen S01 mengalami penurunan kekakuan sebesar 32,150% akibat beban tekan dan 47,850% akibat beban tarik. Sedangkan pada spesimen S02 mengalami penurunan kekakuan sebesar 22,540% akibat beban tekan dan 35,950% akibat beban tarik.



Gambar 5 Penurunan kekakuan S01



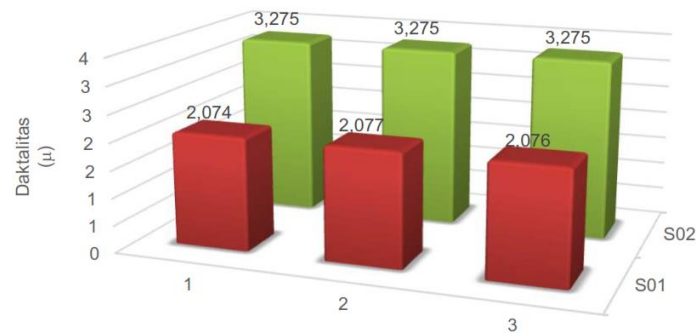
Gambar 6 Penurunan kekakuan S02

Selain itu, kedua spesimen memenuhi persyaratan untuk degradasi kekakuan dimana nilai rasio kekakuan awal dengan kekakuan secan lebih besar dari 0,05.



## Daktalitas

Dari hasil pengujian dan analisa data didapat, bahwa nilai daktalitas pada spesimen So2 mengalami peningkatan sebesar 57,913% akibat beban tekan dan 57,706% akibat beban tarik terhadap nilai daktalitas spesimen So1.



Gambar 7 Daktalitas pada spesimen

Peningkatan nilai daktalitas pada spesimen So2 disebabkan oleh pemasangan *jacketing* pada daerah sendi plastis dengan *wire mesh* dan SCC. Selain itu, penggunaan *wire mesh* sebagai bahan *jacketing* yang berupa rangkaian tulangan longitudinal dan transversal menjadikan spesimen So2 mendapatkan tambahan penulangan geser yang lebih rapat, dengan cara memasang *wire mesh* yang memiliki jarak grid 150 mm di antara tulangan transversal yang dipasang dengan jarak 150 mm.

## KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisa data dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan *wire mesh* dan SCC sebagai bahan *jacketing* yang dipasang pada daerah sendi plastis pilar atau kolom dapat meningkatkan kekuatan spesimen dalam menerima beban lateral hingga 41%, meningkatkan kekakuan hingga 47% dan meningkatkan daktalitas hingga 57%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Jiang C., Wu Y.F., Wu G., 2014, *Plastic Hinge Length of FRP-Confined Square RC Columns*, *Journal Composite Construction*, Journal Composite Structure ASCE, pp. 1 – 12.
- Kadir A, Satyarno I, Suhendro B, Triwiyono A, 2016, *Perilaku Kolom Yang Diperkuat Kombinasi Wire Rope dan Wire Mesh*, Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2016, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Karimah R., Wahyudi Y., 2010, *Daktalitas Kolom Beton Bertulang Dengan Pengekangan Di Daerah Sendi Plastis*, *Jurnal Jurusan Teknik Sipil*, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Ma C.K., Apandi N.M., Yung S.C.S., Hau N.J., Haur L.W., Awang A.Z., Omar W., 2016, *Repair and Rehabilitation of Concrete Structures Using Confinement A Review*, *Elsevier Journal of Construction and Building Materials*, 133 (2017), pp. 502 – 515.
- Macdonald S., 2008, *Concrete: Building Pathology*, John Wiley & Sons, New York, USA.
- Okamura H., Ouchi M., 2003, *Self Compacting Concrete*, *Journal of Advanced Concrete Technology* Vol. 1 No.1, pp. 5 – 15.
- Park R, Paulay T, 1975, *Reinforced Concrete Structures*, Jhon Wiley, New York.

- Tsonos A.G., 1999, *Lateral Load Response of Strengthened Reinforced Concrete Beam-Column Joints*. ACI Structural Journal 1999 : 96(1), pp.46-56.
- Williams M.S., Villemure I., Sixsmith R.G., (1997), *Evaluation Of Seismic Damage Indices for Concrete Elements Loaded in Combined Shear and Flexure*, ACI Structural Journal, May - June, pp. 315 - 322.
- Wuaten H.M, Parung H., Amiruddin A.A., Irmawaty R., (2021), *Performance of Retrofitted Square Reinforced Concrete Column using Wire Mesh and SCC Subjected to Cyclic Load*, Civil Engineering Journal Vol. 7 No. 4, pp. 720 - 729.
- Wuaten H.M, Parung H., Amiruddin A.A., Irmawaty R., (2021), *Kekakuan Kolom Persegi Beton Bertulang Diretrofit Dengan Wire Mesh Akibat Beban Siklik*, Prosiding Simposium Nasional Teknologi Infrastruktur Abad 21, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, hal. 150 - 155.
- Wuaten H.M, Parung H., Amiruddin A.A., Irmawaty R., (2020), *Daktalitas Kolom Diretrofit Dengan Wire Mesh Akibat Beban Siklik*, Prosiding Seminar Nasional Ketekniksipilan VIII Bidang Vokasional, Politeknik Negeri Bali, hal. 1 - 6.
- Wuaten H.M, Parung H., Amiruddin A.A., Irmawaty R., (2020), *Studi Eksperimental Retrofit Wire Mesh dan SCC Pada Kolom Persegi Beton Bertulang Akibat Beban Siklik*, Publikasi Ilmiah S3 Teknik Sipil Unhas Vol. LIV, November 2020, hal. 72 - 81.