

**PERILAKU LENTUR PELAT BETON BERTULANG DUA  
ARAH YANG DITAMBAL DENGAN *UPR-BASED PATCH*  
*REPAIR MORTAR* DENGAN VARIASI LETAK  
PEMBEBANAN**

*“Flexural Behavior of Reinforced Concrete Two Way Slab Patched by  
UPR-Based Patch Repair Mortar with Loading Location Variation”*

**SKRIPSI**

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Sebelas Maret  
Surakarta



**Disusun Oleh :**

**AVIVATUN NISWAH**

**I 0113019**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

**SURAKARTA**

*commit to user*

**2017**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PERILAKU LENTUR PELAT BETON BERTULANG DUA  
ARAH YANG DITAMBAL DENGAN *UPR-BASED PATCH*  
*REPAIR MORTAR* DENGAN VARIASI LETAK  
PEMBEBANAN**

*“Flexural Behavior of Reinforced Concrete Two Way Slab Patched by  
UPR-Based Patch Repair Mortar with Loading Location Variation”*



Disusun oleh:

**AVIVATUN NISWAH**  
**NIM I 0113019**

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendadaran Program  
Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Persetujuan Dosen Pembimbing:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Agus Supriyadi, M.T.  
NIP. 19600322 198803 1 001

Prof. S.A. Kristiawan, S.T., M.Sc., Ph.D.  
NIP. 19690501 199512 1 001

PENGESAHAN SKRIPSI

PERILAKU LENTUR PELAT BETON BERTULANG DUA  
ARAH YANG DITAMBAL DENGAN *UPR-BASED PATCH*  
*REPAIR MORTAR* DENGAN VARIASI LETAK  
PEMBEBANAN

*"Flexural Behavior of Reinforced Concrete Two Way Slab Patched by  
UPR-Based Patch Repair Mortar with Loading Location Variation"*

Disusun oleh

**AVIVATUN NISWAH**  
NIM 1 0113019

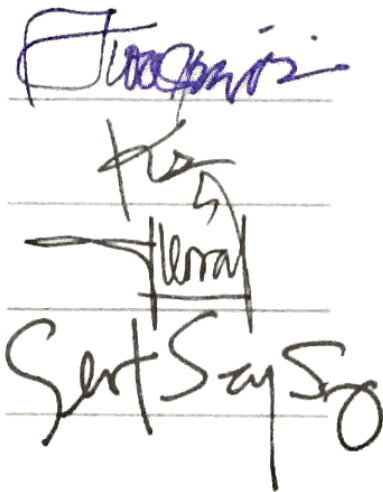
Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendadaran Program Studi Teknik  
Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 6 September 2017

Tim Penguji

1. Ir. Agus Supriyadi, M.T.  
NIP. 19600322 198803 1 001
2. Prof. S.A. Kristiawan S.T., M.Sc., Ph.D.  
NIP. 19690501 199512 1 001
3. Dr. Endah Safitri, S.T., M.T.  
NIP. 19701212 200003 2 001
4. Dr. Senot Sangadji, S.T., M.T.  
NIP. 19720807 200003 1 002



Disahkan,  
Tanggal : 25 SEP 2017

Ketua Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik UNS



Wibowo, S.T., D.E.A.  
NIP. 19681007 199502 1 001

## ABSTRAK

**Avivatun Niswah, 2017, Perilaku Lentur Pelat Beton Bertulang Dua Arah yang Ditambal Dengan UPR-Based Patch Repair Mortar dengan Variasi Letak Pembebanan, Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.**

Pelat beton bertulang merupakan elemen horizontal struktur yang dibuat dari beton bertulang dengan dimensi tebal yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan dimensi panjang dan lebarnya. Pelat beton bertulang yang direncanakan memiliki ketahanan sampai masa layan tertentu seringkali mengalami kerusakan sebelum masa layannya tercapai. Salah satu kerusakan yang sering terjadi adalah *spalling*, terjadi akibat korosi tulangan beton sehingga meningkatkan volume karat pada tulangan yang menyebabkan selimut beton mengelupas. Metode penambalan (*patching repair method*) adalah salah satu metode perbaikan yang direkomendasikan untuk perbaikan beton akibat laju korosi yang merusak selimut beton. Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk perbaikan beton adalah UPR-Mortar. Penelitian ini mengkaji lebih lanjut mengenai pengaruh dari variasi letak pembebanan terhadap kompatibilitas lentur pelat beton bertulang dua arah yang ditambal dengan *UPR-based patch repair mortar*.

Metode penelitian ini adalah metode eksperimental dengan benda uji pelat beton bertulang berukuran panjang 1350 mm, lebar 950 mm dan tinggi 80 mm, dengan tulangan baja ulir D 10 mm. Pengujian dilakukan pada umur beton 90 hari. Total benda uji sebanyak 6 buah dengan spesifikasi berupa pelat beton bertulang normal (P<sub>1</sub>) dengan pembebanan sentris, pelat yang diberi coakan tanpa *repair* (P<sub>2</sub>) dengan pembebanan sentris, pelat *repair* dengan pembebanan *sentris* (P<sub>3</sub>), pelat *repair* dengan pembebanan *eksentris* pada satu sumbu (P<sub>4</sub>), pelat *repair* dengan pembebanan *eksentris* pada dua sumbu (P<sub>5</sub>), dan pelat *repair* dengan pembebanan di antar *repair* dan beton (P<sub>6</sub>).

Hasil penelitian menunjukkan perbaikan menggunakan UPR-Mortar dengan variasi letak pembebanan mempengaruhi kemampuan pelat dalam menahan beban. Retak terjadi pada daerah pelat beton tanpa perbaikan UPR-Mortar. Perbaikan dengan UPR-Mortar meningkatkan kapasitas lentur ditunjukkan dengan peningkatan beban maksimum P<sub>3</sub> sebesar 5,40% dibandingkan dengan P<sub>2</sub> dan mampu mencapai 79,59% dari beban maksimum P<sub>1</sub>, meningkatkan daktilitas dibandingkan dengan pelat yang rusak meskipun belum mencapai daktilitas pelat normal yang ditunjukkan dengan peningkatan nilai daktilitas P<sub>3</sub> sebesar 108% dibandingkan dengan P<sub>2</sub> dan mampu mencapai 98,42% dari daktilitas P<sub>1</sub>, serta meningkatkan indeks kekakuan pelat dibandingkan dengan pelat normal yaitu P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, dan P<sub>5</sub> berturut-turut sebesar 166%, 4%, dan 126%.

Kata kunci : Pelat beton bertulang dua arah, UPR-Mortar, perilaku lentur, *spalling*, *patch repair method*, pengaruh letak pembebanan.



## ABSTRACT

**Avivatun Niswah, 2017, Flexural Behavior of Reinforced Concrete Two Way Slab Patched by UPR-Based Patch Repair Mortar with Loading Location Variation**, Final Project, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sebelas Maret University.

Reinforced concrete slab is a horizontal structure element that is made from reinforced concrete with the thickness is relatively smaller than the length and the width. Reinforced concrete slab which is planned to have resistance to certain service period, often experiences deterioration. One of the types of concrete deterioration is spalling, which occurred because of the steel reinforcement corrosion which increases the rust volume of the reinforcement and causes the concrete cover spalling. Patching repair method is one of the recommended repair methods for concrete repairing because of the corrosion. One of the materials which can be used for concrete repairing is UPR-Mortar. This research observes more about the effects of loading location variation for the flexural Compatibility of two way slab patched by UPR-Based patch repair mortar.

The method used in this research is an experimental method with reinforced concrete slabs which have 1350 mm length, 950 mm width and 80 mm high, with reinforcement steel D 10 mm as the test objects. The test were performed at 90 days of concrete. The total test specimens are 6 pieces with the specification of normal reinforced concrete slab with centric loading (P1), slab without repair with centric loading (P2), repair slab with centric loading (P3), repair slab with eccentric loading on one axis (P4), repair slab with Eccentric loading on two axes (P5), and repair slab with loading between the repair and concrete (P6).

The results showed that using UPR-Mortar with variation of loading location affected the ability of the object in holding the load. Cracks occurred in concrete slab without UPR-Mortar repair area only. The repairing with UPR-Mortar increased bending capacity which is indicated by P3's maximum load increasing 5.40% compared with P2 and reaching 79.59% of the P1's maximum load, increased ductility compared to damaged plates even though they had not reached the normal slab ductility indicated by increasing P3's ductility value of 108% compared with P2 and reaching 98.42% of P1's ductility, and increased the stiffness index compared with the normal slab that are P3, P4, and P5 respectively 166%, 4%, and 126% .

**Keywords** : two way slab, UPR-Mortar, flexural compatibility, *spalling*, *patch repair method*, *loading location effects*.

*commit to user*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “Perilaku Lentur Pelat Beton Bertulang Dua Arah yang Ditambal dengan UPR-Based Patch Repair Mortar dengan Variasi Letak Pembebanan” guna memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik dari Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak maka banyak kendala yang sulit untuk penulis pecahkan hingga terselesaikannya penyusunan skripsi ini. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Pimpinan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Pimpinan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Bapak Ir. Agus Supriyadi, M.T. selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Prof. S.A. Kristiawan, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II.
5. Tim Penguji Pendaran.
6. Bapak Setiono, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Tim Laboratorium Struktur yang telah membantu selama penyelesaian skripsi.
8. Teman-teman Mahasiswa Teknik Sipil 2013 UNS.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak pada umumnya dan mahasiswa pada khususnya.

Surakarta, September 2017

*commit to user*

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
ABSTRAK .....	vi
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....</b>	<b>6</b>
2.1. Tinjauan Pustaka .....	6
2.2 Landasan Teori .....	7
2.2.1 Beton Bertulang .....	7
2.2.2 Baja Tulangan .....	10
2.2.3 Kerusakan pada Beton .....	11
2.2.4 Metode <i>Patch Repair</i> .....	13
2.2.5 <i>Unsaturated Polyester Resin (UPR)</i> .....	15
2.2.6 Pelat Beton Bertulang .....	16

2.2.7	<i>Punching Shear</i> .....	23
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>		<b>24</b>
3.1	Tinjauan Umum.....	24
3.2	Tahap dan Prosedur Penelitian.....	25
3.3	Benda Uji.....	28
3.3.1	Spesifikasi Benda Uji.....	28
3.3.2	Bahan Penyusun Benda Uji.....	37
3.4	Peralatan Penelitian.....	40
3.5	Pengujian Bahan Dasar.....	52
3.5.1	Standar Pengujian Bahan Dasar Beton.....	52
3.5.2	Pengujian Bahan Penyusun Beton.....	53
3.5.3	Pengujian Kuat Tarik Baja.....	57
3.6	Perencanaan Rancang Campur Beton ( <i>Mix Design</i> ).....	58
3.7	Pembuatan Benda Uji.....	58
3.8	Perawatan Benda Uji.....	60
3.9	Modifikasi Perbaikan Beton.....	60
3.10	Pengujian Benda Uji.....	61
<b>BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>63</b>
4.1	Hasil Pengujian Material.....	63
4.1.1	Hasil Pengujian Agregat.....	63
4.1.2	Hasil Pengujian Benda Uji Silinder.....	63
4.1.3	Hasil Pengujian UPR-Mortar.....	67
4.1.4	Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan.....	69
4.2	Hasil Pengujian Lentur Pelat Beton Bertulang.....	70
4.2.1	Pola Retak.....	70
4.2.2	Data Hubungan antara Beban dan Lentutan.....	80



4.2.3	Kapasitas Lentur .....	82
4.2.4	Daktalitas .....	84
4.2.5	Kekakuan .....	86
4.2.6	Keruntuhan.....	87
4.3	Perhitungan Secara Teori .....	88
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>93</b>
5.1	Kesimpulan.....	93
5.2	Saran .....	94
DAFTAR PUSTAKA .....		95
LAMPIRAN		

