

**EVALUASI RETAK PADA SLAB BETON LANTAI KENDARAAN GEDUNG PARKIR DAN
METODE PERBAIKANNYA**

Sulardi

Prodi Teknik Sipil Universitas Tridharma, Jln. A.W Syahrani No.7, Balikpapan 761

E-mail: Sulardikm61@yahoo.com

ABSTRAK

Tujuan yang hendak dicapai dari kegiatan penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran faktor dan penyebab retak, lebar dan kedalaman retak pada slab beton lantai kendaraan gedung parkir dan rekomendasi metode perbaikannya. Metode penelitian ini adalah metode penelitian terpakai dan merupakan success story evaluasi retak dan metode penanganan yang telah dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lebar retak yang terjadi adalah 0,624-1,022 mm vs 0,33 mm, out of tolerance. Hasil pengukuran defleksi juga menunjukkan defleksi rata-rata pada slab beton lantai kendaraan adalah 5,8-10,5 Cm dan menunjukkan bahwa retak telah mencapai tulangan beton, out of tolerance. Dengan hasil penelitian ini direkomendasikan perbaikannya dengan metode injeksi retak menggunakan alat low pressure injection dan spesifikasi material epoxy resin.

Kata kunci: retak beton, lebar dan kedalaman retak, *low pressure injection*

PENDAHULUAN

Slab beton lantai kendaraan gedung parkir dibangun dengan lantai beton bertulang yang ditumpu oleh *steel floor deck* dengan jarak antar bentang 4,0 x 8,0 meter dan didukung oleh struktur balok/ beam beton ukuran 35/60 Cm (arah x) dan struktur beam beton ukuran 25/60 Cm (arah y). Gedung parkir digunakan untuk melayani parkir kendaraan penumpang dan kendaraan ringan lainnya. Tebal pelat beton lantai kendaraan adalah 16 Cm, menggunakan mutu beton K 350 dengan penumpu *steel floor deck*.

Permasalahannya adalah telah terjadi retak (*crack*) pada slab lantai kendaraan gedung parkir pada lantai 2 sampai dengan lantai 5 sisi atas dengan pola retak garis lurus tunggal diatas dan dua retak garis disisi kanan dan disisi kiri struktur beam (sub standard). Retak pada slab lantai beton diprediksi dengan lebar retak 0,5-1.0 mm dan mengakibatkan struktur slab beton lantai kendaraan pada kondisi sub standard. Sebagian retak telah diperbaiki dengan cara menutup crack dengan material perbaikan (*diperkirakan menggunakan material epoxy resin*), namun hasil perbaikan tidak maksimal karena dari beberapa retak/ *crack* yang telah diperbaiki, terjadi *crack* kembali setelah slab lantai kendaraan dipergunakan.



Gambar.1 Retak permukaan slab beton lantai kendaraan

Dampak permasalahan terhadap aspek panca mutu (*quality, cost, delivery, safety, moral*) adalah secara *quality* struktur slab beton lantai kendaraan gedung parkir lantai 2-5 retak dan pengelupasan selimut beton (laminasi) pada roof top, sub standard. Secara *cost* potensi loss, timbul biaya perbaikan dan terhambatnya pembayaran proyek.

Secara *delivery* pelaksana pekerjaan mengalami kesulitan, perbaikan retak yang dilakukan tidak berhasil dengan baik, lantai beton retak kembali setelah digunakan. Secara *safety* metode perbaikan retak yang dilakukan tidak menyelesaikan permasalahan dan potensi hambatan penerbitan sertifikat layak fungsi bangunan gedung parkir, dan secara *moral* beban moral pekerja, tidak dapat menyelesaikan permasalahan di lingkungan kerjanya dengan baik.

Terhadap permasalahan tersebut telah dilakukan perbaikan retak slab beton lantai kendaraan gedung parkir dengan cara melakukan *chipping* dan menutup retakan dengan spesifikasi material *epoxy grout*, tetapi hasil perbaikan tidak maksimal karena setelah beberapa waktu kemudian retakan kembali terjadi dengan bentuk dan konfigurasi retak sama dan tipikal dengan retak sebelumnya.

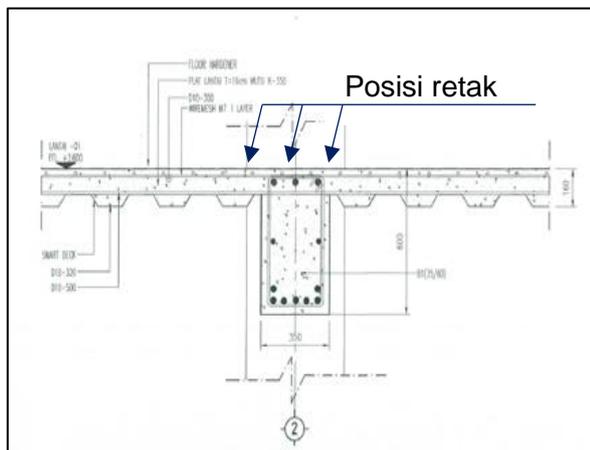


Gambar 2. Retak slab beton lantai kendaraan pasca perbaikan

Untuk itu penelitian ini diperlukan guna melakukan kegiatan pengamatan, pengukuran dan pengujian lebih lanjut dengan mengukur lebar retak, mengukur kedalaman retak dan mengukur kelurusan, horizontality slab beton lantai kendaraan untuk menentukan penyebab retak slab beton lantai kendaraan dan metode perbaikannya sehingga permasalahan dapat diselesaikan dengan tuntas.

Tindak lanjut terhadap laporan telah terjadinya retak pada slab beton lantai kendaraan gedung parkir Apartemen Amarilis, telah dilakukan pemeriksaan visual dan ditemukan beberapa kondisi crack (sub standard) pada slab beton lantai kendaraan sisi atas sebagai berikut (1) retak/ crack diatas kedua sisi beam dengan bentuk retak garis,

garis lurus, sejajar beam dan diagonal beam (2) retak pada slab beton lantai kendaraan yang telah dilakukan perbaikan, dan (3) jenis retak diprediksi adalah struktural akibat mekanikal (defleksi pada slab lantai beton). Terhadap permasalahan telah pula dilakukan penelusuran drawing penulangan slab beton lantai kendaraan dengan data drawing penulangan slab beton lantai kendaraan, pasangan penulangan slab beton dan kondisi steel floor deck setelah pekerjaan pembetonan selesai dikerjakan sebagai gambar 3.



Gambar. 3 Drawing penulangan slab beton lantai kendaraan terpasang



Gambar. 4 Tulangan beton slab beton lantai kendaraan terpasang

Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dari kegiatan penelitian ini adalah untuk:

1. Memberikan gambaran faktor dan penyebab retak pada slab beton lantai kendaraan gedung parkir

2. Memberikan gambaran hasil pengukuran lebar dan kedalaman retak pada slab beton lantai kendaraan gedung parkir
3. Memberikan gambaran rekomendasi dan metode perbaikan retak pada slab lantai kendaraan gedung parkir

Pertanyaan Penelitian

Sejumlah pertanyaan yang hendak ditemukan jawabannya melalui kegiatan penelitian ini adalah:

1. Bagaimana gambaran faktor dan penyebab retak pada slab beton lantai kendaraan gedung parkir
2. Bagaimana gambaran hasil pengukuran lebar dan kedalaman retak pada slab beton lantai kendaraan gedung parkir
3. Bagaimana gambaran rekomendasi dan metode perbaikan retak pada slab lantai kendaraan gedung parkir.

TINJAUAN PUSTAKA

Retak pada struktur beton adalah terpisahnya permukaan beton akibat adanya celah pada permukaan beton tersebut. Retak permukaan beton dapat dikenali dengan beberapa parameter yaitu lebar retak, panjang retak kedalaman retak dan pola retaknya. Lebar retak yang bersifat mikro sulit dilakukan pengukuran karena bentuknya yang tidak teratur (irregular shape) sulit dideteksi karena terlalu kecil. Penyebab terjadinya keretakan pada beton terpasang disebabkan oleh (1) retak susut plastis (plastic shrinkage crack), retak susut plastis terjadi pada saat beton masih dalam keadaan plastis sampai waktu final setting terjadi, dan mempunyai ciri berpola sejajar dengan jarak yang hampir sama atau tidak beraturan umumnya hanya terdapat pada bagian tengah modul plat beton dan tidak mencapai tepi plat, adapaun ukuran atau panjang retakan dapat bervariasi panjang dan lebar celahnya (2) retak susut penguangan (drying shrinkage crack) merupakan salah satu jenis retak susut, yang dapat dikenali dengan ciri pada ujung retakan yang muncul dari satu sisi permukaan, menjalar tidak teratur di permukaan lalu menghilang dan muncul retakan yang berdampingan di ujung retakan awal ujung retakan, umumnya sejajar dengan retakan yang berdampingan (overlapping) walaupun kadang hanya pendek, baru kemudian berbelok dan menjalar tidak teratur di permukaan beton lebar pada dua jalur retakan yang berdampingan

(overlapping), jika dijumlahkan kira-kira sama dengan lebar retakan tunggal di belakang atau di depannya. Retak susut pengeringan ini terjadi setelah beton mengeras dengan sempurna dan dalam proses mencapai kekuatan karakteristiknya mengalami susut sehingga dapat timbul retakan jika tidak dilakukan curing dengan baik atau tidak terdapat contaction maupun expansion joint yang baik (3) retak penurunan plastis (plastic settlement crack) adalah retak jenis termasuk jenis retak susut plastis yang mempunyai pola mengikuti lapis tulangan atas yang salah satu penyebabnya adalah selimut beton yang terlalu kecil sehingga ketika susut plastis terjadi, retakan mengikuti pola penempatan tulangan (4) retak kulit telur/kulit buaya (crazing) adalah merupakan salah satu jenis retak permukaan dengan ciri retakan umumnya halus/retak rambut dan berpola seperti retakan pada permukaan keramik.

Penyebab retak beton terpasang adalah (1) susut beton (shrinkage) yaitu akibat beton terpasang mengalami penyusutan merupakan kendala utama pada proses pengecoran, hal ini di sebabkan perubahan kondisi adukan beton yang berubah menjadi lebih kering terpengaruh oleh waktu yang mempengaruhi volume beton tanpa terpengaruh oleh faktor eksternal beton (2) perubahan temperatur yaitu perubahan temperatur yang tinggi dalam proses pengecoran, yang di akibatkan dari cuaca dan perubahan volume pada saat proses pengecoran akan menimbulkan tegangan tarik dalam beton. Apabila tegangan tarik tersebut melebihi tegangan tarik yang diijinkan, maka akan terjadi retak pada beton. suhu beton yang tinggi pada awal umur beton ini dapat mempengaruhi kualitas dari beton yang telah dicor (3) reaksi kimia beton yakni sifat alkali pada beton dapat bereaksi terhadap karbon dioksida (CO₂) yang ada di atmosfer sehingga menghasilkan peningkatan volume bahan yang cukup besar yang akhirnya menyebabkan retak (4) pelaksanaan yang kurang baik, yakni praktek konstruksi yang buruk seperti penambahan air yang berlebihan ke dalam campuran, pemadatan yang buruk, penggunaan bahan kelas rendah, penempatan bahan material konstruksi konstruksi yang tidak masuk akal sering menjadi sumber masalah pada keretakan pada beton (5) kesalahan detail desain, yakni kesalahan dalam perancangan dan detail yang tidak memadai pada proses pembangunan dapat menjadi sumber masalah keretakan pada beton. biasanya terjadi pada proses perancangan struktur konstruksi beton dan detail pengerjaan seperti pemasangan bekisting dan

tulangan (6) kelebihan beban dan pelepasan bekisting terlalu dini akan mengakibatkan beban yang diinduksi dalam struktur selama konstruksi dan pelepasan bekisting pada umur beton yang masih muda dapat menjadi salah satu penyebab keretakan pada beton (7) deformasi struktur, yakni berbagai komponen bangunan seperti dinding, kolom, balok. slab dll mengalami deformasi elastis saat pengerjaan proses konstruksi. Deformasi beton tergantung pada jenis bahan bangunan yang digunakan dalam konstruksi seperti batu bata, balok beton semen, dll. Deformasi yang tidak biasa ini menghasilkan beton keretakan pada beton, dan (8) terjadinya korosi pada tulangan beton, yakni korosi baja tulangan yang menyebabkan berkurang dan bertambah besarnya diameter tulangan, juga menimbulkan volume senyawa hasil reaksi korosi yang lebih besar dari pada volume baja yang bereaksi dan menyebabkan tekanan baja tulangan terhadap beton di sekeliling baja tulangan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kota Balikpapan, tepatnya pada struktur bangunan gedung parkir bertingkat banyak dan dilakukan selama 3 (tiga) bulan. Bangunan gedung parkir ini adalah struktur bangunan beton bertulang berlantai 6 (enam) yang secara desain setiap lantainya dapat menampung 100 kendaraan ringan, 100 sepeda motor dan kendaraan ringan lainnya. Secara keseluruhannya gedung parkir ini dapat menampung 600 kendaraan, 600 sepeda motor dan kendaraan ringan lainnya.

Metode Penelitian

Metode pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah metode pendekatan studi kasus, yakni kasus keretakan pada slab beton lantai kendaraan di gedung parkir dan merupakan success story dalam mengatasi masalah keretakan pada slab beton lantai kendaraan di gedung parkir.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian terapan yakni penelitian terapan tata cara melakukan pengamatan, pengukuran, analisis, penyusunan rekomendasi perbaikan yang harus dilakukan. Pada penelitian ini tidak membahas pada metode

pelaksanaan pekerjaan perbaikan karena fokus permasalahan adalah menemukan *bad actor* penyebab permasalahan dan menentukan spesifikasi material untuk pelaksanaan perbaikan. Sedangkan metode pelaksanaannya sendiri tidak menjadi fokus penelitian dan pembahasan karena telah tersedia metode kerja baku pelaksanaan perbaikan metode inspeksi teknik perbaikan retak beton dengan metode injeksi.

Metode Pendekatan Masalah

Metode pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah metode pendekatan studi kasus, yakni kasus keretakan pada slab beton lantai kendaraan di gedung parkir dan merupakan success story dalam mengatasi masalah keretakan pada slab beton lantai kendaraan di gedung parkir.

Metode Pengukuran

Pengukuran lebar retak pada slab beton lantai kendaraan dilakukan dengan alat Field Microscope crack pada lokasi retak yang belum dilakukan perbaikan dan retak slab beton lantai kendaraan yang telah dilakukan perbaikan namun terjadi retak kembali.



Gambar. 5 Alat ukur field microscope crack

Referensi standar lebar retak ijin pada slab lantai beton mengacu pada *Standard ACI 224.1R-93 Causes, Evaluation and Repair of Re-approved 1998, Cracks in Concrete Structures (ACI 224.1R-8)* adalah (1) lebar retak didalam ruang terekspos adalah 0,016 Inch (0,41mm), sedangkan (2) lebar retak eksterior yang terekspos adalah 0,013 Inch (0,33 mm) (*ACI 224.1R-8*). Dalam hal ini slab beton lantai kendaraan gedung parkir Apartemen Amarilis tergolong sebagai struktur bangunan eksterior yang terekspos dengan Lebar retak ijin: 0,013 Inch atau 0,33 mm.

Pengukuran kedalaman retak beton slab beton lantai kendaraan dilakukan dengan alat ukur *Ultra Pulse Velocity Test (UPVT)* Proceq Pundit Lab. Pengukuran kedalaman retak slab beton lantai kendaraan dilakukan pada retak slab beton lantai kendaraan gedung parkir Apartemen Amarilis yang belum dilakukan perbaikan dan retak slab beton lantai kendaraan yang telah dilakukan perbaikan namun terjadi retak kembali pada Lantai parkir kendaraan No. 5,3 dan 2 (P5, P3, P2). Tolok ukur kedalaman retak adalah tebal selimut beton penutup tulangan beton: 4,0 Cm.



Gambar. 6 Alat ukur UVPT

Pengukuran defleksi *steel floor deck* visual dan dengan alat ukur waterpass. Pengukuran defleksi dimaksudkan untuk mengukur terjadinya lendutan (defleksi) pada beam dan *steel floor deck* diketahui besarnya defleksi pada sisi bawah *steel floor deck*. Dari kedua data ukur tersebut diantara kedua beam beton selanjutnya dibandingkan dengan lendutan/ defleksi ijin: 11,11 mm (SNI-03-2847-2002, Hal.65: Lantai tidak menahan/ tidak disatukan dengan komponen non structural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar dengan perhitungan lendutan seketika akibat beban hidup dengan batas ijin lendutan $1/360 L$).

Dengan asumsi bahwa defleksi slab beton dari sisi bawah dapat mengakibatkan bias hasil pengukuran karena bentuk *steel floor deck* bergelombang sehingga deformasi yang terjadi tidak dapat terbaca langsung. Oleh karena itu diperlukan pengukuran defleksi slab beton lantai kendaraan secara langsung dengan mengukur elevasi horizontal slab beton dengan benang ukur. Pengukuran defleksi (penurunan) slab beton lantai kendaraan dari sisi atas dengan cara mengukur lendutan/ defleksi slab beton lantai kendaraan dengan menarik benang secara diagonal pada sudut tiang/ kolom beton. Posisi pengukuran lendutan/ defleksi slab beton lantai kendaraan dilakukan pada lokasi retak slab

beton lantai kendaraan yang diukur kedalamannya dengan alat micro crack, dan telah diukur kedalaman retaknya dengan alat *UVPT* dan diukur defleksi steel floor deck dibawahnya. Dan sebagai defleksi pembanding adalah defleksi standar SNI-03-2847-2002 dengan defleksi ijin: 11,11mm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengukuran lebar retak dengan alat microscope crack yang dibesarkan 20 kali menunjukkan lebar retak dilantai parkir P5 dengan lebar retak: 0,371 mm; 0,231 mm; 0,561 mm; 0,471 mm, 75% lebar retak > 0,33 mm, Out of tolerance. Lebar retak dilantai parkir P3, Lebar retak : 1,022 mm; 0,624 mm; 1,228 mm, 100% lebar retak > 0,33 mm, Out of tolerance, Sedangkan hasil pengukuran lebar retak di lantai parkir P2 dengan lebar retak : 1,002 mm; 0,431 mm; 0,606 mm, 100% lebar retak > 0,33 mm, Out of tolerance. Data ukur pertumbuhan retak menunjukkan pertumbuhan lebar retak dalam 4 bulan adalah: 0,009 mm atau 0,0025mm/ bulan.



Gambar. 7 Hasil ukur dengan alat *field microscope crack*

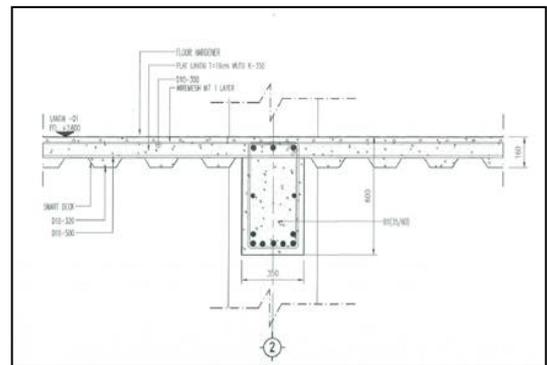
Data hasil pengukuran kedalaman retak dengan alat *ultra pulse velocity test (UPVT/PUNDIT)* sebagaimana tersaji pada tabel. 1

Tabel 1. Data ukur kedalaman retak slab beton lantai kendaraan

Titik Ukur	Kedalaman retak (Cm)	Keterangan
1	1,4 – 1,8	Tidak mencapai tulangan beton, Aman
2	3,0 – 3,4	Tidak mencapai tulangan beton, Aman

Titik Ukur	Kedalaman retak (Cm)	Keterangan
3	3,4 – 3,5	Tidak mencapai tulangan beton, Aman
4	5,2 – 5,8	Tulangan terekspos, Tidak Aman
5	3,3 – 3,4	Tidak mencapai tulangan beton, Aman
6	4,2 – 4,7	Tulangan terekspos, Tidak Aman
7	4,5 – 4,8	Tulangan terekspos, Tidak Aman
8	2,8 – 3,5	Tidak mencapai tulangan beton, Aman
9	2,2 – 2,4	Tidak mencapai tulangan beton, Aman
10	10,4 – 12,0	Tulangan terekspos, Tidak Aman

Data hasil pengukuran defleksi Slab beton floor lantai beton dengan alat ukur waterpass menunjukkan indikasi penurunan pada lantai sebelum dibebani sesaat adalah 8 mm, 16 mm, 11 mm, 17 mm, 13 mm, 23 mm, 17 mm Vs 11,11 mm : 82% defleksi steel floor deck out of tolerance. Data hasil pengukuran defleksi Slab beton floor dengan alat benang ukur adalah 28 mm, 11.5 mm, 23 mm, 27 mm, 27 mm, 23 mm, 25 mm, 8.5 mm, 29 mm, 15,5 mm Vs 11,11 mm, 100% data ukur defleksi slab beton lantai kendaraan *out of tolerance*



Gambar 8. Potongan komposit slab beton lantai

Analisis struktur composite slab smart deck based on smartdeck manual book slab based on smartdeck manual book slab 200 mm thick based on design for strength (smartdeck design) interior span 3700 mm, Applied Load 1.000 kg/m², so use Load 9,8 kPa = 1.000 kg/m², Smartdeck with one row props and single span condition with negative reinforcement so be obtained plate thickness 200 mm. Total reinforcement strength = 3.90 x 5500 = 21450 kg/cm².

Tabel 2. Tebal slab beton requirement. 20 Cm

Interior Spans 200 mm slab		Characteristic Imposed Load Qk (kPa)					
Span (mm)	2	3	4	5	6	7.5	10
3200	30	30	30	30	60	110	190
3400	30	30	30	70	100	160	250
3600	30	30	70	110	150	210	320
3800	30	60	110	150	200	270	390
4000	50	100	150	200	250	330	470
4200	80	130	190	250	300	400	560
4400	110	170	230	290	360	460	650
4600	140	210	280	350	430	540	760
4800	180	250	330	410	500	630	
5000	220	300	390	480	570	730	
5200	260	350	450	550	660	830	
5400	310	410	510	630	750		
5600	350	470	580	710	850		
5800	400	530	660	810			
6000	460	590	740				

Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan hasil pemeriksaan visual, pengukuran horizontality (*flateness*) steel floor deck sisi bawah, uji lebar retak, kedalaman retak dan hasil analisis struktur, terhadap terjadinya defleksi pada steel floor deck lantai kendaraan gedung parkir dapat disampaikan rekomendasi perbaikannya sebagai berikut.

Metode perbaikan defleksi *steel floor deck*

1. Memasang *steel beam* WF 200x200 mm penopang floor deck tambahan ditengah bentang 4 meter dengan arah crossing terhadap arah memanjang floor sehingga bentang floor membagi panjang bentang 4 meter, pertemuan kedua balok anak dilakukan menyilang/ tidak boleh disatu titik kumpul
2. Memasang *steel beam* pengaku WF 200x200 mm dengan ikatan las dan dipasang presisi menumpu *steel floor deck*
3. Pengikatan *embaded plate steel beam* 200x200 mm ke concrete beam dilakukan dengan *chemical anchor* M 16 mm
4. Memasang perkuatan beam memanjang penopang steel floor deck lantai kendaraan

dengan spesifikasi material carbon fibre, ceramic fiber, fiber reinforced polimer atau aramyd fiber

5. Perubahan perubahan perilaku struktur akibat pemasangan material perkuatan akan dilakukan evaluasi teknis lebih lanjut.

Metode perbaikan retak slab beton lantai kendaraan

1. Siapkan spesifikasi material *epoxy resin*, alat *packer port set*, alat *low pressure*
2. *injection pump* (LPI), air compressor, alat bantu kerja lain dan alat keselamatan kerja
3. Preparasi permukaan (ratakan dan bersihkan) slab beton yang akan diinjeksi retak dan bersihkan debu, kotoran dan mikroorganisma dengan angin bertekanan
4. Pasang *packer port set* pada alur retak dengan jarak 20 Cm, tutup retakan diantara *packer set* dengan *material epoxy*
5. Lakukan injeksi retak dengan memompakan *epoxy resin* melalui tubing *packer port* dan pastikan *epoxy resin* telah mengisi alur retakan dan telah mencapai *packer port* terjauh
6. Pastikan *epoxy resin* mengeras dengan baik, lepas dan rapikan *packer port* dengan cara menggerinda

7. Untuk mencegah kebocoran pada rooftop gedung apartemen, diperlukan coating dengan water proof sealing
8. Untuk mencegah gerusan dan pengausan permukaan lantai parkir kendaraan, diperlukan surface protection dengan metode flooring surface treatment.

Hasil perbaikan dalam rangka mengatasi permasalahan dari aspek panca mutu (*quality, cost, delivery, safety, moral*) adalah, dari aspek *quality* telah dilakukan inspeksi teknis untuk memastikan condition grade slab beton lantai kendaraan apartemen. Dari aspek *cost* menunjukkan bahwa hasil penelitian ini dapat mencegah potensi loss untuk perbaikan lebih lanjut. Dari aspek *delivery* menunjukkan bahwa metode perbaikan defleksi steel floor deck dan slab beton lantai kendaraan. Dari aspek *safety* menunjukkan monitoring defleksi steel floor deck dan retak slab beton lantai kendaraan secara periodik dan secara noral menunjukkan adanya rasa konfiden pada para pekerja karena telah dapat mengatasi permasalahan dilingkungan kerjanya dilingkungan kerjanya dengan baik.

KESIMPULAN

1. Bad actor faktor penyebab retak slab beton lantai kendaraan slab beton lantai kendaraan apartemen adalah Faktor metode, yakni metode pelaksanaan penulangan beton yang tidak sesuai dan faktor material, yakni dimensi tebal pelat beton yang tidak sesuai
2. Data hasil pengukuran lebar retak menunjukkan lebar retak 0,624-1,022 mm vs 0,33 mm. Demikian pula hasil pengukuran lendutan menunjukkan pelat lantai beton telah mengalami penurunan sebesar 15,5 mm Vs 11,11 mm, out of tolerance
3. Rekomendasi perbaikan terhadap permasalahan tersebut adalah dengan injeksi retak dengan metode low pressure injection dengan spesifikasi material epoxy resin.

DAFTAR PUSTAKA

American Concrete Institue, (2007), ACI224.1R-07 *Causes, Evaluation, and Repair of Cracks in Concrete Structures*,

Badan Standar Nasional Indonesia, (2002), SNI-03-2847-2002 *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Jakarta

Dansk Standard, (2010), EN 1504 *Repair of Concrete Structures*, MAPEIS, Milan, Italia

Lysaght Smartdek, (2006), *Lysaght Smartdek Design and Construction Manual*, BlueScope Lysaght Technology

Sulardi, (2011), *Analisis Panca Mutu Perbaikan Beton Dermaga Pertamina*, Thesis Magister Teknik Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

Sulardi., Sugianto, A., Akbar, F., (2018), *Evaluasi Retak Slab Beton Lantai Parkir Kendaraan Gedung Parkir Apartemen Amarilis*, RDMP PT. Pertamina RU V, Balikpapan

Sulardi., Sugianto, A., (2018), *Evaluasi Retak Pada Composite Slab Concrete Dengan sdi SNI C-2011 di Pertamina RU V Balikpapan*, RDMP PT. Pertamina RU V, Balikpapan

Sulardi, (2018), *Penilaian Crack Struktur Beton Dengan Causes, Evaluation, Repair of Cracks ACI 224.1R-07 di RU V Balikpapan*, Portal Komet Pertamina, http://ptmkpwab81.pertamina.com/komet/Dokumen_Detail.aspx?ptm=9/+bG3sa03S0hPEpIIwC+a26A5/Xs9ZybzYFDpgsJc, Kodefikasi No. 180702001

Sulardi, (2018), *Perbaikan Retak Beton Type Hair Crack Dengan Metode Injeksi TKI No.C-021/E15142/2011 Rev.0 di RU V Balikpapan*, Portal Komet Pertamina, http://ptmkpwab81.pertamina.com/komet/Dokumen_Detail.aspx?ptm=9/+bG3sa03S0hPEpIIwC+a26A5/Xs9ZybzYFDpgsJc, Kodefikasi No. 180702003

TKI No.C-021/E15143/2011-S0, *Prosedur Pemeriksaan Pelaksanaan Pekerjaan Perbaikan Retak Beton*, PT. Pertamina RU V, Balikpapan.