

Perbandingan Metode Half Slab Dan Konvensional Pada Pengecoran Metal Deck Jembatan Ciujung Km 56+700 S.D Km 57+150 Jalan Tol Tangerang-Merak

Cintri Anjani Rahmada Putri¹, Laila Nur Rohmah²

¹⁻² Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Politeknik Astra

Jl. Gaharu Blok F-3 Delta Silicon 2 Lippo Cikarang, Kel. Cibatu, Kec. Cikarang Selatan Bekasi, Jawa Barat 17530, Indonesia

E-mail Author: cintri.putri@polytechnic.astra.ac.id

E-mail Co-Author: lailanurrohmah016@gmail.com

Abstrak (Indonesia)

Pelat lantai merupakan salah satu komponen struktur pada konstruksi jembatan. Umumnya kekuatan pelat jembatan menggunakan tulangan transversal, namun dengan digunakannya material *metal deck* menjadi solusi untuk mengurangi kebutuhan tulangan dan sekaligus menghemat biaya penggunaan bekisting. Pada penelitian ini dibahas mengenai perbedaan tahap pengecoran pelat lantai jembatan menggunakan metode *half slab* dan konvensional dari segi biaya dan waktu pelaksanaan. Dengan diterapkannya metode *half slab*, maka proses pengecoran beton dibagi menjadi dua tahap tanpa menggunakan perancah. Pada metode konvensional tahap pengecoran pelat jembatan dilakukan dalam satu kali tahapan dengan menggunakan perancah. Biaya yang dikeluarkan untuk melakukan pekerjaan struktur atas jembatan dengan metode *half slab* adalah sebesar Rp 23.481.988.950,00, sedangkan metode konvensional menghabiskan biaya sebesar Rp 24.011.552.190,00. Dari kedua metode tersebut maka metode *half slab* lebih hemat Rp 529.563.240,00 atau jika dinyatakan dalam prosentase yaitu besarnya 2,26%. Dari segi durasi waktu pelaksanaan, penerapan metode *half slab* menghabiskan waktu 38 hari kerja, sedangkan pada metode konvensional menghabiskan waktu 45 hari kerja atau 7 hari lebih lama. Prosentase perbedaan durasi dari dua metode tersebut adalah 18,42%.

Sejarah Artikel

Submitted: 12 July 2024

Accepted: 21 July 2024

Published: 22 July 2024

Kata Kunci

Pelat lantai, *metal deck*, metode *half slab*, metode konvensional, analisa biaya, analisa durasi.

PENDAHULUAN

Proyek pekerjaan pelebaran jalan tol dilakukan PT MMS dengan melakukan penambahan lajur ke-3 segmen Cikande-Serang Timur KM 52+000 hingga KM 72+000 Jalan Tol Tangerang-Merak. Proyek tersebut melewati lokasi Jembatan Ciujung sehingga harus dilakukan rekonstruksi jembatan dengan melakukan pelebaran pada lajur ke-1 dan 2 KM 56+700 hingga 57+150 Jalan Tol Tangerang-Merak.

Penggunaan material komposit *metal deck* dipilih sebagai media pengganti material konvensional untuk mengurangi kebutuhan volume beton dan volume besi tulangan pelat jembatan. Pengecoran *metal deck* merupakan salah satu tahapan penting dalam proses pelaksanaan rekonstruksi Jembatan Ciujung dan merupakan salah satu pekerjaan dalam lintasan kritis, sehingga pekerjaannya harus direncanakan dengan baik agar tidak mengganggu waktu penyelesaian keseluruhan proyek. Dalam tahap pengecoran *metal deck* tentunya metode kerja, biaya, dan waktu pelaksanaan harus direncanakan dengan baik agar dalam tahap pengerjaannya tidak terjadi gangguan dan dapat dilakukan secara efisien.

Pada proyek rekonstruksi Jembatan Ciujung saat ini menggunakan metode *half slab* dalam tahap pengecorannya. Metode tersebut diterapkan atas usulan dari pihak kontraktor setelah material *metal deck* yang diproduksi diketahui tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan oleh konsultan perencanaan. Jumlah *web* pada *metal deck* dan tegangan leleh baja (fy)

yang dihasilkan tidak sesuai dengan rencana. Untuk menghindari klaim dari PT Bukaka Teknik Utama selaku produsen *metal deck* apabila material tersebut dikembalikan, maka PT Jaya Konstruksi mengusulkan metode half slab agar proses pengecoran dilakukan dalam dua tahapan, sehingga mencegah kegagalan apabila pengecoran dilakukan secara langsung dalam satu tahap, dan material *metal deck* dapat tetap diaplikasikan untuk pekerjaan jembatan baja pada Jembatan Ciujung Jalur B (arah Jakarta).

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui metode pengecoran slab jembatan *metal deck* menggunakan metode *half slab* dan konvensional.
2. Mengetahui manajemen risiko pekerjaan pengecoran metode *half slab* dan metode konvensional.
3. Mengetahui perbandingan anggaran biaya dan waktu pelaksanaan metode *half slab* dan metode konvensional dalam tahap pengecoran slab jembatan *metal deck* Jembatan Ciujung Jalan Tol Tangerang-Merak.

METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tahap observasi. Kegiatan observasi dilakukan dengan melakukan *opname* ke *workshop* PT Bukaka Teknik Utama untuk melihat hasil produksi *metal deck* dan melakukan kunjungan ke lokasi proyek rekonstruksi Jembatan Ciujung untuk mengetahui permasalahan dan kendala yang dihadapi oleh PT Marga Mandalasakti selaku pemilik proyek dan PT Jaya Konstruksi selaku kontraktor pelaksana. Berdasarkan hasil observasi dapat diketahui bahwa pekerjaan pengecoran di Jembatan Ciujung sempat mengalami kegagalan dengan kondisi *metal deck* jebol.
2. Setelah permasalahan pada pelaksanaan proyek telah diketahui, kemudian dilakukan analisis dengan membuat analisa sebab-akibat dan melakukan wawancara singkat dengan pihak analis PT Marga Mandalasakti. Berdasarkan informasi yang didapat, penulis selanjutnya menentukan tujuan penelitian yaitu membuat perbandingan penerapan metode dalam tahap pengecoran *metal deck* proyek Jembatan Ciujung.
3. Pendekatan penelitian selanjutnya dilakukan dengan mencari referensi atas landasan teori yang relevan dengan permasalahan yang ditemukan dalam proyek Jembatan Ciujung. Kegiatan dilakukan dengan mengumpulkan data pustaka, membaca dan mencari bahan penelitian yang referensinya mengacu pada buku, jurnal, artikel laporan penelitian, dan situs-situs online dari internet. Penulis juga mengumpulkan data-data proyek seperti data administrasi, data teknis, laporan bulanan, dan dokumentasi proyek.

Diagram alir penelitian ini digambarkan pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Objek kajian yang digunakan dalam penelitian ini adalah proyek rekonstruksi jembatan. Proyek tersebut berada di KM 56+700 hingga 57+150 Jalan Tol Tangerang-Merak. Dalam pembangunan tersebut digunakan material *metal deck* sebagai tulangan positif, bekisting dan lantai kerja. Dalam tahap pengecoran slab jembatan, bagian atas *metal deck* dicor dengan metode *half slab*.

A. Metode Kerja Pekerjaan Struktur Atas dengan Penerapan Metode Half Slab Pada Pengecoran Slab Jembatan

Langkah-langkah kerja dalam pengerjaan struktur atas dan penerapan metode *half slab* pada tahap pengecoran *metal deck* Jembatan Ciujung adalah sebagai berikut:

1. Pemasangan Girder Baja
2. Pemasangan Metal Deck
3. Pembesian
4. Pembersihan kembali lokasi pekerjaan sebelum dicor
5. Pengadukan, pengangkutan, dan penuangan beton
6. Pemadatan dan perataan adukan beton
7. Penuangan adukan beton lapisan ke-2
8. Perawatan beton

B. Metode Pekerjaan Struktur Atas dengan Penerapan Metode Konvensional Pada Pengecoran Slab Jembatan

Langkah-langkah kerja dalam pengerjaan struktur atas dan penerapan metode konvensional pada tahap pengecoran *metal deck* Jembatan Ciujung adalah sebagai berikut:

1. Pemasangan Girder Baja

2. **Pemasangan *metal deck***
3. pembesian tulangan transversal
4. **Pemasangan perancah**
5. **Pembesian**
6. **Pengadukan, pengangkutan, dan penuangan beton**
7. **Pemadatan, perataan, dan perawatan beton**
8. **Pembongkaran perancah**

Berbeda dengan metode pengecoran *half slab*, pada metode konvensional pengecoran tidak dibagi menjadi dua tahapan melainkan sekaligus. Perancah dipasang untuk membantu menahan berat beton basah saat penuangan adukan beton agar tidak terjadi kegagalan seperti *metal deck* yang jebol.

Pengecoran *metal deck* dengan metode *half slab* tidak memerlukan perancah sebagai alat bantu, tetapi pengecorannya dilakukan dalam dua tahapan. Pengecoran tahap pertama dilakukan dengan tinggi adukan beton 100 mm yang dihitung dari puncak *metal deck*. Pengecoran tahap ke-2 dilakukan setelah kuat tekan beton sekurang-kurangnya mempunyai nilai 15 Mpa dengan tinggi adukan beton 225 mm, sehingga tinggi total pengecoran adalah 325 mm.

Penerapan metode *half slab* dalam proyek harus dilakukan dengan cermat dan berada di bawah pengawasan pihak-pihak yang mengerti betul penerapan metode tersebut di lapangan supaya tidak terjadi kesalahan dalam pengerjaannya yang memungkinkan terjadinya kegagalan dalam pengecoran seperti material *metal deck* yang bisa saja jebol saat dituang beton basah di atasnya.

Pada metode konvensional, pengecoran dilakukan dalam satu kali tahapan yaitu setinggi 325 mm dari puncak *metal deck*. Untuk mencegah kegagalan saat penuangan beton basah, maka perlu menggunakan perancah sebagai alat bantu. Selain itu perancah dipasang sebagai pengaman bagi para pekerja proyek karena pelaksanaannya di atas ketinggian. Dengan pertimbangan proses pelaksanaannya, penulis lebih menyarankan penerapan metode konvensional dalam proyek Jembatan BR-8 Jalur B.

C. Analisa Biaya Pekerjaan Rekonstruksi Jembatan BR-8 Jalur B

Perhitungan harga pekerjaan pengecoran metode *half slab* dan konvensional dianalisa berdasarkan data yang diperoleh dari dokumen Adendum II Rekonstruksi Jembatan Ciujung Lajur 1 dan Lajur 2 Pada Jalan Tol Tangerang-Merak Tahun 2020 (Nomor: 105/PJ/M-1/XII/2020) antara PT Marga Mandalasakti dengan PT Jaya Konstruksi. Analisa harga satuan material, upah, dan sewa alat didapatkan berdasarkan panduan Jurnal Harga Bahan Bangunan Konstruksi dan Interior Tahun 2022 untuk provinsi Banten.

Berdasarkan data yang didapat dari dokumen adendum ke-2 pekerjaan Proyek Jembatan Utama BR-8 (KM 56+912), anggaran biaya yang dikeluarkan untuk melakukan pekerjaan rekonstruksi Jembatan Ciujung Jalur B (arah Jakarta) tertera pada Tabel 1.

Tabel 1 Rekapitulasi RAB Proyek Jembatan Ciujung Jalur B

NO	URAIAN	JUMLAH HARGA	
BAB 1	UMUM	Rp	2,886,410,485.14
BAB 2	PEMBERSIHAN TEMPAT KERJA	Rp	40,487,549.61
BAB 3	PEMBONGKARAN	Rp	567,675,037.00
BAB 4	PEKERJAAN TANAH	Rp	2,022,680,672.32
BAB 5	GALIAN STRUKTUR	Rp	37,049,248.75
BAB 6	DRAINASE	Rp	16,558,241.70
BAB 7	SUBGRADE	Rp	6,978,904.39
BAB 8	LAPIS PONDASI AGREGAT	Rp	454,846,359.81
NO	URAIAN	JUMLAH HARGA	
BAB 9	PERKERASAN	Rp	2,350,904,705.61
BAB 10	STRUKTUR BETON	Rp	32,792,461,288.04
BAB 11	PEKERJAAN BAJA STRUKTURAL	Rp	18,919,980,480.74
BAB 12	PEKERJAAN LAIN-LAIN	Rp	8,722,268,403.44
BAB 13	PENCAHAYAAN LAMPU LALU LINTAS DAN PEKERJAAN LISTRIK	Rp	424,463,658.40
JUMLAH		Rp	69,242,765,034.96
PPN (11%)		Rp	7,616,704,153.85
JUMLAH TOTAL		Rp	76,859,469,188.81
PEMBULATAN		Rp	76,859,469,000.00

Pada pekerjaan struktur atas dibagi menjadi beberapa sub pekerjaan seperti pekerjaan beton, pekerjaan baja struktural, dan pekerjaan lain-lain. Pekerjaan slab beton jembatan menerapkan metode *half slab* sehingga dalam uraian pekerjaan tidak terdapat pekerjaan perancah. Biaya pekerjaan struktur atas dengan metode *half slab* dalam pengecoran slab jembatan dirangkum dalam Tabel 2.

Tabel 2 RAB Pekerjaan Struktur Atas Dengan Pengecoran Slab Jembatan Metode Half Slab

NO	ITEM PEKERJAAN	SAT	VOL	NILAI PEKERJAAN	
				HARGA SATUAN	TOTAL HARGA
A	STRUKTUR BETON				
1	Beton struktur kelas B-1-1a (slab)	M3	1092.00	Rp 1,776,721.25	Rp 1,940,179,605.00
2	Beton struktur kelas B-1-6 (barrier)	M3	370.00	Rp 1,616,917.25	Rp 598,255,218.94
3	Metal deck 1 mm	M2	480.00	Rp 173,909.33	Rp 83,476,476.00
4	Batang baja tulangan ulir BJTD-40	Kg	7912.85	Rp 10,500.00	Rp 83,084,925.00
	JUMLAH				Rp 2,704,996,224.94
B	PEKERJAAN BAJA STRUKTURAL				
1	Pemasangan Gelagar Baja Persegi Menerus	Ton	1144.86	Rp 10,626,008.00	Rp 12,165,289,282.19
2	Pengecatan ulang permukaan luar Girder Baja	M2	2883.91	Rp 150,022.91	Rp 432,651,917.46
3	Pemasangan Shear Connector	Kg	4249.48	Rp 1,334,897.46	Rp 5,672,624,515.01
	JUMLAH				Rp 18,270,565,714.66
C	PEKERJAAN LAIN-LAIN				
1	Ashpalt concrete wearing course	Ton	430.39	Rp 1,087,494.97	Rp 468,046,961.10
2	Marka Jalan, Tipe A	M2	283.50	Rp 347,376.10	Rp 98,481,124.31
	JUMLAH				Rp 566,528,085.41
JUMLAH HARGA TOTAL					Rp 21,542,090,025.01

Dari perhitungan pekerjaan struktur atas yang mengacu pada volume pekerjaan dan AHSP yang didapatkan dari data proyek milik PT Jaya Konstruksi selaku kontraktor pelaksana, total harga didapatkan sebesar Rp 21.542.090.025,01. Dalam penelitian ini juga ditinjau manajemen risiko, sehingga RAB pekerjaan pelat beton jembatan jika mengalami kegagalan juga dihitung. Perhitungan AHSP mengacu pada pedoman perhitungan AHSP Bidang Umum 2022 dan AHSP Bidang Bina Marga 2022 yang di dalamnya memuat koefisien pekerja masing-masing item pekerjaan.

Dari tinjauan aspek manajemen risiko, diasumsikan *metal deck* jebol di bagian *main span* saat proses pengecoran sehingga pekerjaan pelat jembatan mengalami pengulangan pekerjaan dari pemasangan *metal deck*, pembesian, dan pengecoran beton. Rancangan Anggaran Biaya (RAB) setelah manajemen risiko mengalami penambahan volume pada jumlah material *metal deck*, volume pembesian, dan beton struktur *ready mix* kelas B-1-1a untuk pelat jembatan. Nilai proyek dengan metode *half slab* mengalami penambahan nilai sehingga menjadi Rp 23.551.637.584,51. RAB setelah manajemen risiko dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3 RAB Pekerjaan Struktur Atas Dengan Pengecoran Slab Jembatan Metode Half Slab Setelah Manajemen Risiko

NO	ITEM PEKERJAAN	SAT	VOL	NILAI PEKERJAAN	
				HARGA SATUAN	TOTAL HARGA
A	STRUKTUR BETON				
1	Beton struktur kelas B-1-1a (slab)	M3	2184.00	Rp 1,776,721.25	Rp 3,880,359,210.00
2	Beton struktur kelas B-1-6 (barrier)	M3	370.00	Rp 1,616,917.25	Rp 598,255,218.94
3	Metal deck 1 mm	M2	640.00	Rp 173,909.33	Rp 111,301,968.00
4	Batang baja tulangan ulir BJTD-40	Kg	11869.28	Rp 10,500.00	Rp 124,627,387.50
	JUMLAH				Rp 4,714,543,784.44
B	PEKERJAAN BAJA STRUKTURAL				
1	Pemasangan Gelagar Baja Persegi Menerus	Ton	1144.86	Rp 10,626,008.00	Rp 12,165,289,282.19
2	Pengecatan ulang permukaan luar Girder Baja	M2	2883.91	Rp 150,022.91	Rp 432,651,917.46
3	Pemasangan Shear Connector	Kg	4249.48	Rp 1,334,897.46	Rp 5,672,624,515.01
	JUMLAH				Rp 18,270,565,714.66
C	PEKERJAAN LAIN-LAIN				
1	Ashpalt concrete wearing course	Ton	430.39	Rp 1,087,494.97	Rp 468,046,961.10
2	Marka Jalan, Tipe A	M2	283.50	Rp 347,376.10	Rp 98,481,124.31
	JUMLAH				Rp 566,528,085.41
JUMLAH HARGA TOTAL					Rp 23,551,637,584.51

Material yang digunakan dalam pekerjaan beton pelat jembatan dengan metode konvensional sama dengan spesifikasi material pekerjaan metode *half slab*. Item pekerjaan yang ditambah adalah pemasangan perancah sehingga biaya yang dikeluarkan dengan penerapan dua metode tersebut berbeda.

Biaya pekerjaan struktur atas dengan penerapan metode konvensional dalam pengecoran slab jembatan dihitung berdasarkan Jurnal Harga Bahan Bangunan Konstruksi dan Interior Tahun 2022 untuk provinsi Banten dan situs *online* sebagai pelengkap.

Beberapa item pekerjaan dihitung AHSP-nya untuk mengetahui koefisien pekerja untuk kemudian digunakan dalam perhitungan durasi pekerjaan. Berdasarkan perhitungan AHSP dari tabel-tabel di atas, maka RAB pekerjaan struktur atas dengan penerapan metode konvensional dalam pengecoran slab jembatan dirangkum dalam Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4 RAB Pekerjaan Struktur Atas Dengan Pengecoran Slab Jembatan Metode Konvensional

NO	ITEM PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	NILAI PEKERJAAN	
				HARGA SATUAN (Rp)	TOTAL HARGA (Rp)
A	STRUKTUR BETON				
1	Beton struktur kelas B-1-1a (slab)	M3	1092.00	Rp 1,776,721.25	Rp 1,940,179,605.00
2	Beton struktur kelas B-1-6 (beton penghalang/barrier)	M3	370.00	Rp 1,616,917.25	Rp 598,255,218.94
3	Metal deck 1 mm	M2	480.00	Rp 173,909.33	Rp 83,476,476.00
4	Batang baja tulangan ulir BJTD-40	Kg	7912.85	Rp 10,500.00	Rp 83,084,925.00
	JUMLAH				Rp 2,704,996,224.94
B	PEKERJAAN BAJA STRUKTURAL				
1	Pemasangan Gelangir Baja Persegi Menerus	Ton	1144.86	Rp 10,626,008.00	Rp 12,165,289,282.19
2	Pengecatan ulang permukaan luar Girder Baja	M2	2883.91	Rp 150,022.91	Rp 432,651,917.46
3	Pekerjaan Perancah	Set	480.00	Rp 295,906.50	Rp 142,035,120.00
4	Pemasangan Shear Connector	Kg	4249.48	Rp 1,334,897.46	Rp 5,672,624,515.01
	JUMLAH				Rp 18,412,600,834.66
C	PEKERJAAN LAIN-LAIN				
1	Asphalt concrete wearing course	Ton	430.39	Rp 1,087,494.97	Rp 468,046,961.10
2	Marka Jalan, Tipe A	M2	283.50	Rp 347,376.10	Rp 98,481,124.31
	JUMLAH				Rp 566,528,085.41
	JUMLAH HARGA TOTAL				Rp 21,684,125,145.01

Dari perhitungan pekerjaan struktur atas dengan penerapan metode konvensional adalah sebesar Rp 21.684.125.145,01. Dari dua metode yang dibandingkan, hasil rancangan anggaran biaya yang dihasilkan mempunyai selisih sebesar Rp 529.563.240,00 dengan metode *half slab* lebih hemat dibandingkan dengan metode konvensional. Namun setelah memperhatikan aspek manajemen risiko, metode *half slab* memerlukan biaya sebesar Rp 23.551.637.584,51, atau Rp 1.867.512.439,50 lebih mahal dari metode konvensional.

D. Analisa Waktu Pekerjaan Struktur Atas Jembatan BR-8 Jalur B

Analisa waktu pelaksanaan setiap aktivitas pekerjaan dihitung dengan membagi volume pekerjaan dengan nilai produktivitas pekerja/alat. Kemudian untuk mengetahui durasi pelaksanaan pengecoran secara keseluruhan menggunakan data yang di dapat dari lapangan dan kemudian dihitung total durasi waktunya.

Penjadwalan pekerjaan didapatkan dari realisasi proyek pengerjaan struktur atas data milik PT Jaya Konstruksi selaku kontraktor pelaksana. Realisasi proyek tersebut terlampir pada gambar 2.

ITEM PEKERJAAN	WAKTU			MAR-22												APR-22																															
	REALISASI			Mgg-1			Mgg-2			Mgg-3			Mgg-4			Mgg-5			Mgg-6																												
	Start	Finish	Dur	1-Mar-22	2-Mar-22	3-Mar-22	4-Mar-22	5-Mar-22	6-Mar-22	7-Mar-22	8-Mar-22	9-Mar-22	10-Mar-22	11-Mar-22	12-Mar-22	13-Mar-22	14-Mar-22	15-Mar-22	16-Mar-22	17-Mar-22	18-Mar-22	19-Mar-22	20-Mar-22	21-Mar-22	22-Mar-22	23-Mar-22	24-Mar-22	25-Mar-22	26-Mar-22	27-Mar-22	28-Mar-22	29-Mar-22	30-Mar-22	1-Apr-22	2-Apr-22	3-Apr-22	4-Apr-22	5-Apr-22	6-Apr-22	7-Apr-22	8-Apr-22	9-Apr-22	10-Apr-22				
JEMBRATAN EKSTISTING - BAJA																																															
Pas Geigir Baji	2-Mar	14-Mar	13																																												
Main Span	2-Mar	6-Mar	5																																												
Side Span 1	7-Mar	10-Mar	4																																												
Side Span 2	11-Mar	14-Mar	4																																												
Pekerjaan Slab	11-Mar	28-Mar	15																																												
Pasang Plat Deck	11-Mar	15-Mar	5																																												
Pembesian	13-Mar	22-Mar	10																																												
Pengecoran	23-Mar	25-Mar	3																																												
PARAPET	20-Mar	29-Mar	10																																												
Pembesian 1	20-Mar	23-Mar	4																																												
Belisting 1	26-Mar	27-Mar	2																																												
Cor 1	27-Mar	27-Mar	1																																												
Pembesian 2	20-Mar	23-Mar	4																																												
Belisting 2	28-Mar	29-Mar	2																																												
Cor 2	29-Mar	29-Mar	1																																												
Pwk. Pengontrolan Kondisi Jalan Main Road	31-Mar	8-Apr	9																																												
Pekerjaan Pengaspalan	31-Mar	1-Apr	2																																												
Pekerjaan Marka Jalan	2-Apr	8-Apr	7																																												

Gambar 2 Jadwal Pekerjaan Slab Beton Jembatan Metode Half Slab

Pada pengerjaan struktur atas dengan penerapan metode *half slab* dalam pembuatan slabnya sesuai item pekerjaan yang tertera pada Gambar 2, menghabiskan durasi waktu 38 hari. Tinjauan untuk manajemen risiko juga memengaruhi lama waktu durasi kerja karena kegagalan yang diasumsikan terjadi mengakibatkan durasi kerja bertambah. Perhitungan durasi pekerjaan yang mengalami pengulangan dihitung dengan koefisien pekerja.

Pekerjaan Slab Jembatan metode *half slab*

a. Pemasangan pelat dek

Volume = 160 m²

Koefisien pekerja dalam analisis yang digunakan = 0.1

Produktivitas pekerja per hari:

$$P = \frac{1}{\text{koefisien}} = \frac{1}{0.1} = 10 \text{ m}^2$$

Waktu untuk menyelesaikan pekerjaan:

$$T = \frac{\text{volume}}{P} = \frac{160}{10} = 16 \text{ hari}$$

Dipakai pekerja = 10 pekerja, maka pekerjaan akan selesai dalam:

$$\frac{T}{\text{total pekerja}} = \frac{16}{10} = 1.6 = 2 \text{ hari}$$

b. Pembesian

Volume = 3956.43 kg

Koefisien pekerja dalam analisis yang digunakan = 0.08

Produktivitas pekerja per hari:

$$P = \frac{1}{\text{koefisien}} = \frac{1}{0.08} = 12.5 \text{ kg}$$

Waktu untuk menyelesaikan pekerjaan:

$$T = \frac{\text{volume}}{P} = \frac{3956.43}{12.5} = 317 \text{ hari}$$

Dipakai pekerja = 60 pekerja, maka pekerjaan akan selesai dalam:

$$\frac{T}{\text{total pekerja}} = \frac{317}{60} = 5.3 = 6 \text{ hari}$$

c. Pengecoran

Volume = 1092 m³

Koefisien pekerja dalam analisis yang digunakan = 0.04

Produktivitas pekerja per hari:

$$P = \frac{1}{\text{koefisien}} = \frac{1}{0.04} = 25 \text{ m}^3$$

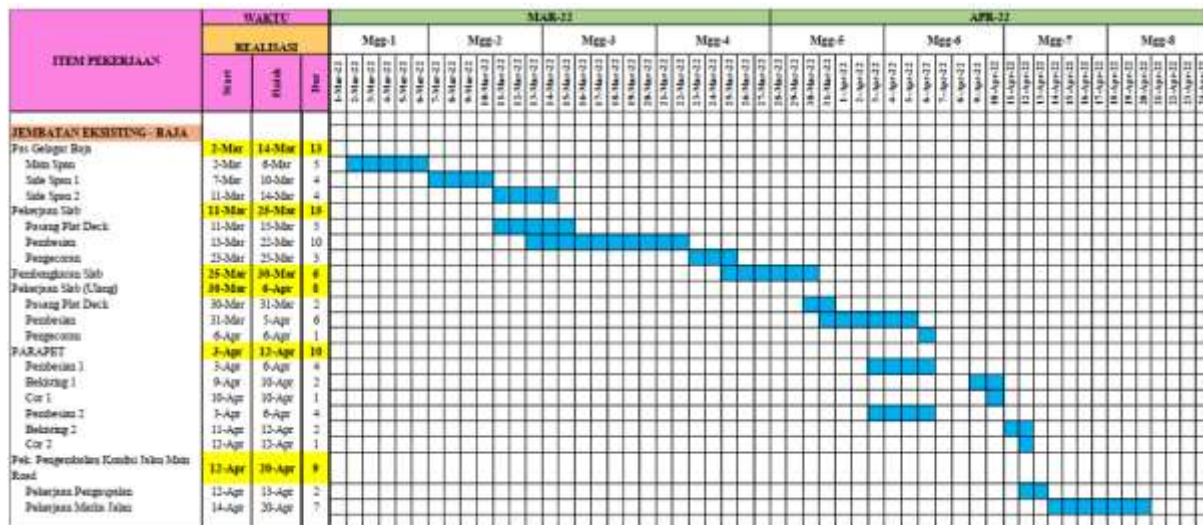
Waktu untuk menyelesaikan pekerjaan:

$$T = \frac{\text{volume}}{P} = \frac{1092}{25} = 44 \text{ hari}$$

Dipakai pekerja = 60 pekerja, maka pekerjaan akan selesai dalam:

$$\frac{T}{\text{total pekerja}} = \frac{44}{60} = 1 \text{ hari}$$

Dengan perhitungan yang telah dilakukan, maka durasi kerja bertambah dan sehingga penjadwalan proyek dengan manajemen risiko dapat dilihat pada Gambar 3.



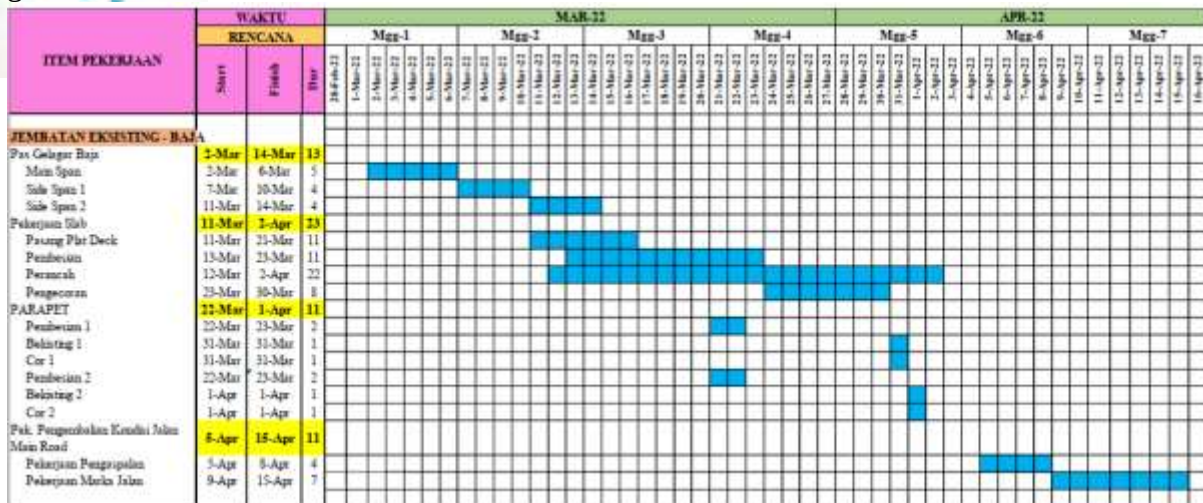
Gambar 3 Jadwal Pekerjaan Slab Beton Jembatan Metode Half Slab Setelah Manajemen Risiko

Dalam penjadwalan pada Gambar 3 diketahui durasi total untuk pekerjaan struktur atas jembatan pada metode *half slab* menghabiskan 50 hari kerja.

Untuk mengetahui durasi waktu pengerjaan slab jembatan dengan metode konvensional perlu diketahui volume pekerjaan dan koefisien pekerja untuk mendapatkan angka produktivitas per hari.

Pekerjaan pemasangan gelagar baja diasumsikan sama dengan Gambar 2 dengan durasi pekerjaan selama 13 hari. Durasi akan dihitung dari pekerjaan slab hingga pengembalian kondisi jalan *main road*.

Penjadwalan pekerjaan slab beton jembatan dengan metode konvensional dapat dilihat pada gambar 4.



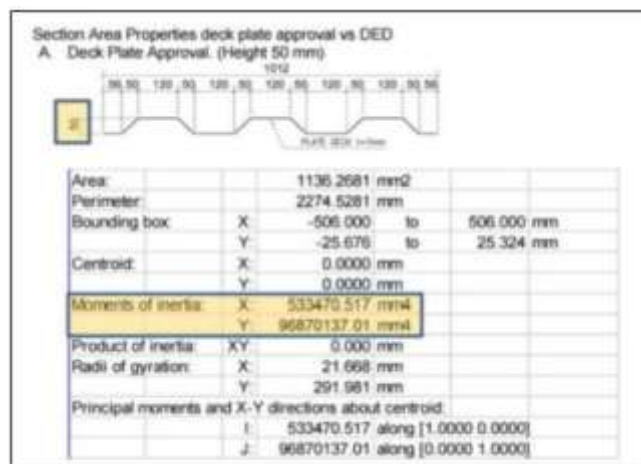
Gambar 4 Jadwal Pekerjaan Slab Beton Jembatan Metode Konvensional

Pada pengerjaan struktur atas dengan penerapan metode konvensional dalam pembuatan *slab*-nya sesuai item pekerjaan yang tertera pada Gambar 4, menghabiskan durasi waktu 45 hari dengan pekerjaan awal yaitu pemasangan gelagar baja yang diawali di minggu ke-1, hingga di minggu ke-7 terdapat pekerjaan pembuatan marka jalan sebagai salah satu pekerjaan yang dilakukan untuk mengembalikan kondisi jalan seperti semula.

Pada dua metode yang dibandingkan, selisih durasi waktu pengerjaan struktur atas slab jembatan adalah 7 hari dengan metode *half slab* lebih cepat dibandingkan dengan metode konvensional. Tetapi apabila dibandingkan dengan metode *half slab* dengan pertimbangan manajemen risiko, pekerjaan menjadi lebih lama dengan durasi waktu 50 hari, sehingga menghasilkan selisih 5 hari lebih lama dari metode konvensional.

E. Review Perkuatan Metal Deck

Realisasi pekerjaan beton slab jembatan pada proyek Jembatan BR-8 Jalur B menggunakan metal deck dengan tebal 1 mm dan kuat leleh baja f_y 240 Mpa dengan metode pengerjaan half slab sebagai perkuatan elemen struktural untuk membantu proses pengecoran deck slab. *Properties* dek dapat dilihat pada Gambar 5.



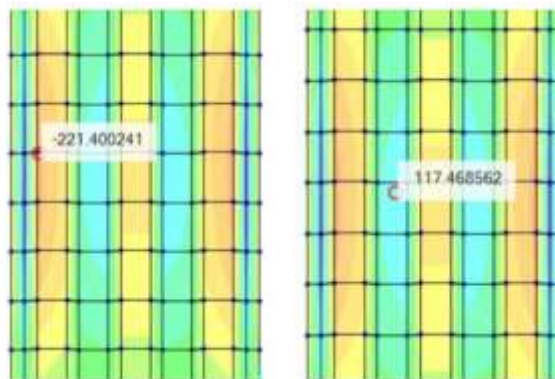
Gambar 5 Properties Bondek

Tebal deck slab yang akan dicor adalah sebesar 325 mm. *Metal deck* akan terbebani dengan berat sendiri dan beban beton basah pengecoran tahap ke-1 dengan tebal awal slab diambil setinggi 100 mm dihitung dari puncak *metal deck* 1 mm atau setinggi 150 mm dari dasar *metal deck*.

Berat sendiri material baja dengan berat jenis 78,5 kN/m³

Beban beton basah pengecoran tahap 1 = 25 kN/m³ x 0,150 m = 3,75 kN/m²

Berdasarkan pengecekan kapasitas bondek yang dilakukan oleh konsultan yaitu PT Cipta Graha Abadi yang dirangkum dalam dokumen Review Penggunaan Half Slab tanggal 9 Maret 2022, tegangan yang terjadi pada bondek dan profil akibat berat sendiri dan beton basah *half slab* setebal 100 mm menghasilkan tegangan maksimum bondek sebesar 220 Mpa yang dapat dilihat pada Gambar 6. Selain itu bondek juga mengalami defleksi sebesar 9 mm yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6 Tegangan Maksimum Bondek



Gambar 7 Defleksi Pada Bondek

Dari pengecekan yang telah dilakukan, maka disimpulkan bahwa material *metal deck* yang digunakan masih kuat untuk menahan beban pengecoran awal *half slab* dengan tebal 100 mm dihitung dari puncak *metal deck*.

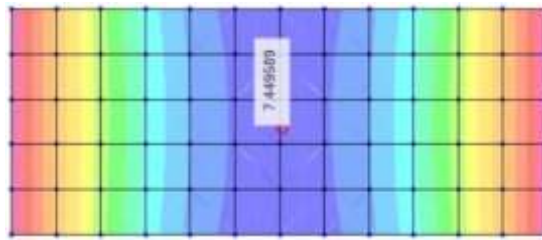
Pengecoran pelat *deck* sisa akan dibebankan pada *half slab* setelah mencapai umur kuat tekan beton mencapai 40% atau senilai 15 Mpa. Pada realisasi di proyek, nilai 15 Mpa didapatkan 10 jam setelah pengecoran. Beban pengecoran tahap ke-2 pada pelat *deck* adalah sebagai berikut:

Berat sendiri material beton dengan berat jenis 25 kN/m³

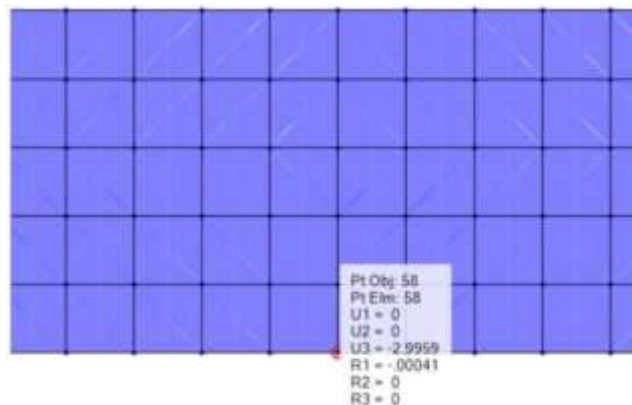
Tebal sisa pengecoran = 325 mm – 100 mm = 225 mm

Beban beton basah = 25 kN/m³ x 0,225 m = 5.625 kN/m² = 5,625 Mpa

Momen maksimum yang terjadi pada *half slab* akibat berat sendiri dan beban beton basah hasil pengecekan dari PT Cipta Graha Abadi adalah sebesar 7,5 kNm seperti pada Gambar 8. Untuk defleksi maksimum yang terjadi pada bondek akibat pengecoran tahap 2 adalah 3 mm.



Gambar 8 Momen Maksimum 7.5 kNm



Gambar 9 Defleksi Maksimum

Berdasarkan momen yang terjadi, konsultan merencanakan tulangan D19- 200 mm sebagai tulangan transversal dan sudah cukup untuk menahan berat *half slab* dan beban sisa pengecoran sehingga pelat beton jembatan tidak memerlukan tulangan transversal tambahan.

Metode *half slab* dapat diterapkan pada pengecoran *metal deck* jembatan Ciujung karena berat sendiri material dan berat beton basah pada pengecoran tahap ke-1 dan ke-2 tidak melebihi kapasitas maksimum berat yang dapat diterima oleh *metal deck* itu sendiri. Namun dengan kondisi pekerjaan rekonstruksi jembatan ini, tentunya para pekerja melakukan pekerjaannya di atas ketinggian sehingga membutuhkan alat perlindungan diri (APD).

Dalam Permenaker No.1 Tahun 1980, pasal (1) huruf (e): Perancah adalah bangunan pelataran kerja (platform) yang dibuat untuk sementara dan digunakan sebagai penyangga tenaga kerja, bahan, dan alat pada setiap pekerjaan konstruksi termasuk pekerjaan pemeliharaan dan pembongkaran. Mengacu pada peraturan tersebut, penggunaan perancah direkomendasikan untuk menjaga keamanan dan keselamatan para pekerja yang bekerja pada ketinggian selain hanya menggunakan APD wajib. Selain itu, perancah berfungsi sebagai penyangga material *metal deck* supaya lebih aman saat diberikan beban berupa adukan beton pada tahap pengecoran agar kemungkinan kegagalan lebih kecil.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut, di antaranya:

1. Metode pelaksanaan pengecoran *metal deck* pelat Jembatan BR-8 Jalur B:
 - Metode pengecoran *half slab* menggunakan 2 tahap pengecoran, yaitu dengan tinggi pengecoran awal 100 mm dihitung dari puncak *metal deck*. Pengecoran tahap ke-2 dilakukan setelah *half slab* memiliki kuat tekan 15 Mpa dengan tinggi pengecoran ke-2 yaitu 225 mm, sehingga total tinggi pengecoran adalah 325 mm.

- Pada pengecoran konvensional, adukan beton dituang dalam satu kali tahapan yaitu sekaligus dengan tinggi pengecoran 325 mm. Penerapan metode konvensional harus menggunakan bantuan perancah untuk menopang material *metal deck* untuk mencegah jebol saat beton basah dituang.
2. Manajemen risiko pada proses pengecoran *metal deck* pelat Jembatan BR-8 Jalur B:
- Berdasarkan perhitungan dari konsultan yaitu PT Cipta Graha Abadi, dalam penerapan metode *half slab* pengecoran tahap ke-1 dinyatakan aman karena tegangan yang disebabkan oleh berat sendiri material baja dengan berat jenis 78,5 kN/m³ dan berat beton basah setinggi 100 mm dari puncak *metal deck* yaitu 3,75 kN/m² atau 0,00375 Mpa tidak melebihi tegangan maksimum bondek 220 Mpa.
 - Berdasarkan perhitungan dari konsultan yaitu PT Cipta Graha Abadi, dalam penerapan metode *half slab* pengecoran tahap ke-2 dengan tebal sisa pengecoran 225 mm yang memiliki berat beton basah sebesar 5,625 Mpa dinyatakan aman karena pengecoran dilakukan setelah umur kuat tekan beton *half slab* mencapai 15 Mpa atau berdasarkan realisasi proyek nilai 15 Mpa didapatkan 10 jam setelah proses pengecoran dilakukan.
 - Mengacu pada Permenaker No.1 Tahun 1980, pasal (1) huruf (e), pekerjaan pengecoran maupun pekerjaan pelat jembatan sebaiknya memakai perancah untuk memperkecil kemungkinan gagal dan menjaga keselamatan pekerja karena bekerja di atas ketinggian lebih dari 2 meter, sehingga metode konvensional dengan bekisting dan perancah lebih direkomendasikan.
3. Anggaran biaya pada pekerjaan pelat beton Jembatan BR-8 Jalur B:
- Total biaya pekerjaan dengan metode *half slab* adalah Rp 21.542.090.025,01, sedangkan metode konvensional menghabiskan biaya sebesar Rp 21.684.125.145,01. Dari kedua metode tersebut maka metode *half slab* lebih hemat Rp 142.035.120,00 atau jika dinyatakan dalam prosentase yaitu besarnya 0,66%. Berdasarkan analisis anggaran biaya yang dilakukan, maka metode *half slab* lebih direkomendasikan untuk diterapkan.

Waktu pelaksanaan pekerjaan pelat beton Jembatan BR-8 Jalur B:

- Penggunaan metode *half slab* dan konvensional sama-sama menggunakan jumlah tenaga kerja dalam jumlah banyak dan menerapkan sistem lembur karena pelaksanaannya mengalami percepatan.
- Pelaksanaan pekerjaan pelat jembatan dengan metode *half slab* menghabiskan waktu 38 hari kerja, sedangkan pada metode konvensional menghabiskan waktu 45 hari kerja atau 7 hari lebih lama. Prosentase perbedaan durasi dari dua metode tersebut adalah 18,42%, sehingga berdasarkan waktu pelaksanaan metode *half slab* lebih direkomendasikan.

Saran

Saran dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Pelaksanaan metode *half slab* sebuah proyek konstruksi sebaiknya dilakukan oleh pelaksana yang paham dengan metode ini di lapangan. Metode ini dibutuhkan pengawasan yang cermat agar prosedurnya diterapkan dengan baik.
2. Penerapan metode *half slab* dapat dilakukan pada konstruksi jembatan *overpass* maupun pada jembatan penyebrangan orang, sehingga dalam pelaksanaan proyeknya

tidak harus menggunakan perancah yang dapat menghalangi arus lalu lintas di bawahnya.

3. Metode lain dapat digunakan sebagai pembanding metode *half slab* dalam pekerjaan slab beton maupun keseluruhan pekerjaan pada proyek Rekonstruksi Jembatan BR-8 (KM 56+912) agar dapat diketahui metode terbaik yang dapat diterapkan untuk menghasilkan biaya proyek yang lebih hemat serta durasi waktu yang lebih cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Hutagaol, A. (2014, Desember 18). *Prosedur Pemasangan dan Pembongkaran Scaffolding*. Diambil kembali dari Academia: www.academia.edu/30435565/Prosedur_Pemasangan_Dan_Pembongkaran_Scaffolding
- Nusantara, P. B. (2022). *Jurnal Harga Satuan Bahan Bangunan Konstruksi dan Interior*. Jakarta: Pandu Bangun Persada Nusantara.
- PUPR, K. (2022). *Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Bina Marga*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- PUPR, K. (2022). *Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Umum*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- WiKA. (2019). *Tahapan dalam Proses Pengecoran*. Diambil kembali dari WiKA BETON: www.wika-beton.co.id/artikel-det/Tahapan-dalam-ProsesPengecoran41/ind