

STUDI PERENCANAAN STRUKTUR JEMBATAN *PILE GROUP SLAB* DENGAN MENGGUNAKAN BETON KOMPOSIT DAN PELAT BUHUL RUAS TOL MOJOKERTO KERTOSONO

Nur Afni Istikomqh¹, M.Adik Rudiyanto,ST.,MT.²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Majapahit

Contact Person:

Email : rudiyanto4@gmail.com

ABSTRACT

Planning of the structure of the bridge pile group slab, is the structure of brantas south side brantas approach on the construction of the Mojokerto-Kertosono toll road STA.7 + 062 -STA.6 + 642 which has a span length of 267 m with a width of 12.7 m. The planning of the bridge structure starts from the literature review using RSNI T-02-2005, the primary data consists of data loading and foundation support capacity, secondary data consisting of data sondir and SPT, lab data, and design data. Data analysis starts from calculation of upper structure and calculation of bottom structure and make scheduling of job implementation. From the calculation result of structural planning of bridge pile group slab obtained bridge construction with span length 10 m and width 12,7 m, floor plate used precast half slab system with total thickness 40 cm and thickness of asphalt pavement 10 cm. In the barrier structure used reinforced concrete system, Barrier height 125 cm. In the bracing structure using two ways, composite and bevel concrete, bracing dimension using double channel profile 150 x 75 x 6,5 x 10 for upper and lower horizontal bracing, while diagonal bracing dimension profile 200 x 90 x 8 x 13,5. The dimensions of concrete beams on composite concrete bracing are 200 x 200 mm for upper and lower horizontal bracing, while diagonal bracing is 250 x 250 mm. The bottom structure uses a 60 cm diameter pile foundation with a depth of 16 m. Construction management is different from scheduling of job implementation and duration of time. The result of the scheduling of work implementation using concrete bracing concrete need for bracing casting job and finishing so that all work takes \pm 46 days, whereas bracing using knitting plates need only bolt installation so all work takes \pm 41 days.

Keywords Pile Slab Bridge Group, Composite Concrete, Buhul Plates, Construction Management.

1. PENDAHULUAN

Pembangunan di Indonesia semakin berkembang seiring bertambahnya populasi manusia dan kemajuan teknologi. Konstruksi bangunan juga semakin berkembang seiring berjalannya waktu. Pada suatu pembangunan pasti ada suatu perencanaan sebelum bangunan didirikan (Supriyadi, 2009). Perencanaan struktur jembatan *pile group slab* (Zona II) sisi selatan, merupakan bangunan struktur pendekat jembatan Brantas sisi selatan pada pembangunan ruas tol Mojokerto-Kertosono STA.7+062 - STA.6+642 yang mempunyai panjang bentang 267 M dengan lebar 12,7 M. Pada struktur jembatan *pile group slab* ini, terdapat 30 segmen *pile group slab* dimana setiap segmen pile group terdiri dari 10 titik tiang pancang, sehingga struktur bangunan bawah diaplikasikan dengan *bracing* / ikatan

angin sebagai penahan gempa (Gunaryanto, 2015). Tugas Akhir ini akan membahas tentang “studi perencanaan struktur jembatan *pile group slab* dengan menggunakan beton komposit dan pelat buhul pada ruas tol Mojokerto-Kertosono”, untuk mendapatkan hasil analisa perhitungan struktur jembatan dengan dua metode *bracing* yang menggunakan beton komposit dan pelat buhul serta membandingkan dari segi pelaksanaan pekerjaan dan durasi waktu.

2. METODE

Jembatan *Pile Group Slab*

Jembatan *Pile Group Slab* merupakan bangunan struktur pendekat jembatan Brantas sisi selatan pada pembangunan ruas tol Mojokerto-Kertosono dengan pelat lantai yang

menggunakan sistem *precast half slab*, dimana struktur bangunan bawah terdiri dari beberapa tiang pancang untuk penyangga struktur atas jembatan yang disatukan dengan *bracing* / ikatan angin sebagai penahan gempa (Setiawan, 2015).

Bracing (Ikatan Angin)

Bracing biasa disebut dengan ikatan angin adalah ikatan menyilang pada bagian bawah jembatan. Fungsi dari *bracing* adalah untuk meneruskan beban angin kepada struktur induk rangka jembatan. Ikatan angin dapat ditempatkan dibagian atas struktur jembatan (rangka tertutup) dan dibawah lantai jembatan.

Pondasi

Pondasi berfungsi untuk memikul beban di atas dan meneruskannya ke lapisan tanah pendukungnya tanpa mengalami konsolidasi atau penurunan yang berlebihan. Adapun hal yang diperlukan dalam perencanaan pondasi diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Daya dukung tanah terhadap konstruksi;
2. Beban-beban yang bekerja pada tanah baik secara langsung maupun tidak langsung;
3. Keadaan lingkungan seperti banjir, longsor dan lainnya.

Pembebanan

Dalam perencanaan pembebanan disesuaikan dengan peraturan yang dikeluarkan Dirjen Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum yaitu *RSNI T-02-2005* Standar Pembebanan Untuk Jembatan. Standar ini menetapkan ketentuan pembebanan dan aksi-aksi lainnya yang akan digunakan dalam perencanaan jembatan jalan raya termasuk jembatan pejalan kaki dan bangunan-bangunan sekunder yang terkait dengan jembatan.

Manajemen Konstruksi

Manajemen proyek konstruksi adalah penerapan dari pengetahuan, keahlian, peralatan dan cara - cara yang digunakan untuk kegiatan proyek guna memenuhi kebutuhan dan kepuasan dari pengguna proyek (Prianto, 2008). Rencana kerja pada proyek

konstruksi dapat dibuat dalam bentuk sebagai berikut :

1. Kurva S

Kurva S adalah kurva yang menggambarkan kumulatif progress pada setiap waktu dalam pelaksanaan pekerjaan.

2. Bar chart

Bar chart adalah sekumpulan daftar kegiatan yang disusun dalam kolom arah vertikal. Kolom arah horizontal menunjukkan skala waktu.

3. Network planning

Network planning adalah hubungan ketergantungan antara bagian - bagian pekerjaan (*variables*) yang digambarkan / divisualisasikan dalam diagram network.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

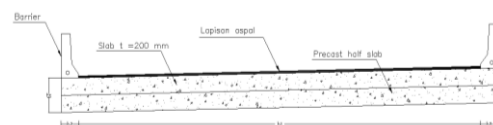
Data Teknis Proyek

Pada proyek pembangunan struktur pendekat jembatan Brantas *pile group slab* (Zona II) sisi selatan ruas tol Mojokerto-Kertosono STA.7+062 – STA.6+642, yaitu *pile group 1* (PG 1) dan *pile group 2* (PG 2) dengan panjang bentang 10m dan lebar 12,7m. Data-data struktur jembatan *pile group slab* :

1. Panjang bentang : 10 m
2. Lebar total jembatan : 12,7 m
3. Tebal total slab lantai jembatan: 0,40 m
4. Tebal lapisan aspal + *overlay* : 0,10 m
5. Lebar *barrier* : 0,50 m
6. Tinggi *barrier* : 1,25 m
7. Jarak as ke as *pile group* : 6 m
8. Jarak antar *spun pile* : 3 m

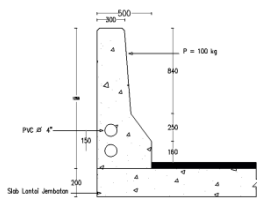
Perhitungan Struktur Atas (*Upper Structure*)

Gambar struktur atas jembatan *pile group slab* dapat dilihat pada gambar 4.1



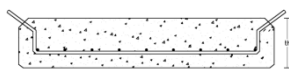
Gambar 1. Struktur atas jembatan *pile group slab* (Sumber : Gambar kerja PT.Adhi Karya Persero, Tbk, 2015)

Mutu beton, K - 350 MPa
Kuat tekan beton, $[f_c']$: 29,05 MPa
Modulus elastik, $[E_c]$: 25.333 MPa
Momen rencana *slab*, $[M_U]$: 274,665 kNm
Tulangan Lentur,
Digunakan tulangan, D16 – 125
Digunakan tulangan, D22 – 100
Gaya geser ultimit rencana, $[V_u]$: 898.635 N
Tulangan Geser,
Digunakan tulangan, D16
Jarak arah X = 100 mm
Jarak arah Y = 200 mm
Dimensi *barrier* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. *Barrier*
(Sumber : Gambar hasil analisa,

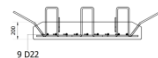
Tebal *barrier*, $[t_{b1}]$: 0,30 m
Lebar *barrier*, $[l_b]$: 0,50 m
Tinggi *barrier*, $[t_{b2}]$: 1,25 m
Beban rencana pada *barrier*, $[P]$: 100 kN
Momen pada *barrier*, $[M]$: 125 kNm
Digunakan tulangan, D16 -150
Digunakan tulangan, D 10 - 200
Dimensi *precast half slab* dapat dilihat pada gambar 3.



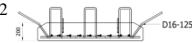
Gambar 3. *Precast half slab*
(Sumber : Gambar hasil analisa, 2017)

Tebal *half slab*, $[t_h]$: 200 mm
Lebar *half slab*, $[b_h]$: 1.250 mm
Panjang *half slab*, $[L_o]$: 5.000 mm
Mutu beton, K - 350
Kuat tekan beton, $[f_c']$: 29,05 MPa
Mutu baja, U - 40

Tulangan terpasang,
Tulangan longitudinal,
Digunakan tulangan, 9 D22



Luas sengkang, $[A_s]$: 3.421 mm²
 $A_s = \square / 4 \times n_{tul} \times D^2$
 $A_s = 3,14 / 4 \times 9 \times 22^2$
 $A_s = 3.421 \text{ mm}^2$



Tulangan melintang,
digunakan tulangan, D16 - 125
Luas sengkang, $[A_s]$: 1.608 mm²
 $A_s = \square / 4 \times D^2 \times 1000 / n_{tul}$
 $A_s = 3,14 / 4 \times 16^2 \times 1000 / 125$
 $A_s = 1.608 \text{ mm}^2$
Beton *decking*, $[d_c]$: 50 mm

Perhitungan Struktur Bawah (*Sub Structure*)

Diameter tiang pancang, $[\emptyset]$: 0,60 m
Panjang tiang pancang terbenam : 16 m
Panjang tiang pancang menonjol diatas permukaan tanah : 9 m
Jarak As ke As tiang pancang arah [X] : 3 m
Jarak As ke As tiang pancang arah [Y] : 2,50 m
Jarak pusat tiang pancang terhadap sisi luar *pile cap*, $[a]$: 1 m

Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang.
 $P_{ijin} = A \times q_c / 3 + K \times L \times q_t / 5$
Nilai konus rata-rata, (Data sondir) $[q_c]$:
70 kg/cm² $[q_c]$: 7.000 kN/m²
nilai hambatan lekat rata-rata, (Data sondir)
 $[q_t]$: 1 kg/cm²
 $[q_t]$: 100 kN/m²

Luas penampang tiang pancang, $[A_p]$: 0,2826 m²

$$A_p = \square / 4 \times D^2$$

$$A_p = 3,14 / 4 \times 0,60^2$$

$$A_p = 0,2826 \text{ m}^2$$

Keliling penampang tiang pancang, $[K]$: 1,88 m

$$K = \square \times D$$

$$K = 3,14 \times 0,60$$

$$K = 1,88 \text{ m}$$

Panjang tiang pancang terbenam, $[L]$: 17 m

Daya dukung ijin tiang pancang, $[P_{ijin}]$: 1.298,60 kN

$$P_{ijin} = A \times q_c / 3 + K \times L \times q_t / 5$$

$$P_{ijin} = 0,2826 \times 7000 / 3 + 1,88 \times 17 \times 100 / 5$$

$$P_{ijin} = 1.298,60 \text{ kN}$$

Efisiensi kelompok tiang pancang,

$$E_f = \frac{[2x(n_y+n_x-2)xS+4xD]/(\sum xDx_ny_nx)}{E_f} = \frac{[2x(5+2-2)x2,5+4x0,6]/(3,14x0,60x 5 x 2)}{E_f} = 1,45$$

Daya dukung aksial ijin tiang pancang,

$$P_{ijin} = P \times E_f = 1.298,60 \times 1,45 = 1.882,97 \text{ kN}$$

Diambil daya dukung aksial ijin tiang pancang, $[P_{ijin}]$: 1.800 kN

Mutu beton, K - 400

Kuat tekan beton, $[f'_c]$: 33,20 MPa

Digunakan tulangan, 8 D16

Digunakan sengkang, 2 D10 – 150

Lebar *pile cap*, $[b_p]$: 1,20 m

Tebal *pile cap*, $[t_p]$: 0,50 m

Panjang *pile cap*, $[L_p]$: 12,70 m

Momen rencana ultimit, $[M_u]$: 117,46 kNm

Mutu beton, K - 400

Kuat tekan beton, $[f'_c]$: 33,20 MPa

Mutu baja, U - 40

Tegangan leleh baja, $[f_y]$: 400 MPa

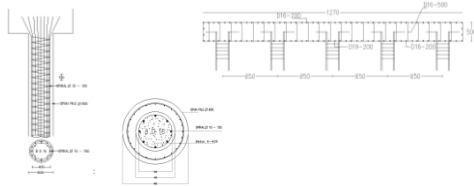
Tebal *pile cap*, $[h = t_p]$: 500 mm

Digunakan tulangan, D19 – 200

Digunakan tulangan, D16

Jarak arah X, $[s_x]$: 500 mm

Jarak arah Y, $[s_y]$: 500 mm



Gambar 4. Pembesian Struktur Bawah

(Sumber : Gambar hasil analisa, 2017)

Perhitungan *Bracing* / Pengikat Tiang Pancang

Diameter tiang pancang, $[\varnothing]$: 600 mm

Panjang *bracing* diagonal, $[L_d]$: 2.305 mm

Panjang *bracing* horizontal, $[L_h]$: 1.564 mm

Kemiringan *bracing* diagonal, $[\alpha]$: 45°

Type baut pada *clamp*, : M24

Type baut pada *bracing*, : M16

Direncanakan memakai profil *double C*,

\square 150 x 75 x 6,5 x 10 (untuk *bracing* horizontal)

Berat = 18,60 kg/m (Tabel Profil Konstruksi Baja, 1987)

$$I_x = 864 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 122 \text{ cm}^4$$

$$i_x = 6,04 \text{ cm}$$

$$i_y = 2,27 \text{ cm}$$

$$W_x = 115 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 23,60 \text{ cm}^3$$

$$A = 23,71 \text{ cm}^2$$

Direncanakan memakai profil *double C*,

200 x 90 x 8 x 13,5 (untuk *bracing* diagonal)

Berat = 30,30 kg/m

$$I_x = 2.490 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 286 \text{ cm}^4$$

$$i_x = 8,03 \text{ cm}$$

$$i_y = 2,72 \text{ cm}$$

$$W_x = 249 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 45,90 \text{ cm}^3$$

$$A = 38,63 \text{ cm}^2$$

Bracing (Pengikat) Tiang Pancang Dengan Menggunakan Beton Komposit

Perhitungan kuat tekan rencana dari *bracing* beton komposit.

$$\text{Luas beton, } A_c = 200 \times 200 = 40.000 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas profil, } A_s = 2.371 \text{ mm}^2$$

Persyaratan bagi struktur komposit ditentukan dalam SNI 03-1729-2002 pasal 12.3.1. Luas penampang profil baja minimal sebesar 4% dari luas total penampang. Periksa terhadap luas minimal profil baja,

$$A_s/A_c \times 100\% = 2.371/40.000 \times 100\% = 6\% > 4\%$$

(OK)

Hitung tegangan leleh,

$$\text{Luas netto beton, } A_c = 40.000 - 4.742 = 35.258 \text{ mm}^2$$

Untuk profil baja yang diberi selubung beton, maka $C_1 = 0,7$ $C_2 = 0,6$ $C_3 = 0,2$ (LRFD 12.37)

Tegangan leleh *bracing* komposit,

$$f_{my} = f_y + C_1 \times f_{yr} (A_r / A_s) \times C_2 \times f'_c (A_c / A_s)$$

$$f_{my} = 240 + 0,7 \times 400 (2.371 / 4742) + 0,6 \times 20,75 (35.258 / 4.742)$$

$$f_{my} = 472,57 \text{ Mpa}$$

$$\text{Modulus elastisitas, } E_m = E + C_3 \times E_c (A_c / A_s)$$

$$E_m = 200.000 + 0,2 \times 21.409,52 (35.258 / 4.742)$$

$$E_m = 231.837,07 \text{ Mpa}$$

Jari-jari *bracing* komposit diambil nilai yang terbesar :

a. $0,3 \times b = 0,3 \times 200 = 60 \text{ mm}$

b. $r_y = 22,5 \text{ mm}$

Diambil Jari-jari *bracing* komposit, $r_m = 60 \text{ mm}$

Faktor kelangsingan, $\lambda_c = L / r_m \times \sqrt{f_{my} / E_m}$
 $\lambda_c = 1.068 / 60 \times \sqrt{472,57 / 231.837,07} = 0,27$

Karena $\lambda_c = 0,25 < 0,27 < 1,2$, maka

Faktor tekuk, $\omega = 1,43 / 1,6 - 0,67 \times \lambda_c$
 $\omega = 1,43 / 1,6 - 0,67 \times 0,27$
 $\omega = 1,003$

Tegangan tekan kritis, $f_{cr} = f_{my} / \omega$

$$f_{cr} = 472,57 / 1,003 = 471,18 \text{ MPa}$$

$$N_n = A_s \times f_{cr}$$

$$N_n = 2.371 \times 471,18$$

$$N_n = 1.117.167,78 \text{ N}$$

$$\Phi \times N_n = 0,85 \times 1.117.167,78 = 949.592,61$$

$$N = 94,96 \text{ ton}$$

Kuat tekan aksial rencana, $150 \times 75 \times 6,5 \times 10$

$$\Phi \times N_{ns} = 0,85 \times 2.371 \times 240 = 483.684 \text{ N}$$

Beban tekan aksial yang dipikul beton,

$$\Phi \times N_{nc} = 949.592,61 - 483.684 = 465.908,61 \text{ N}$$

$$1,7 \times \Phi \times f_c' \times A_b$$

Kuat rencana maksimum yang dipikul beton

$$= 1,7 \times 0,6 \times 20,75 \times 40.000 = 846.600 \text{ N} > \Phi \times N_{nc}$$

(OK)

Bracing (Pengikat) Tiang Pancang Dengan Menggunakan Pelat Buhul

Panjang batang, $[L_h] : 156,40 \text{ cm}$

Gaya batang tarik maksimum, $[P_{trk}] : 24,06 \text{ kN}$

Gaya batang tekan maksimum, $[P_{tkn}] : 8,50 \text{ kN}$

Digunakan profil $150 \times 75 \times 6,5 \times 10$

$$A = 23,71 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 2 \times A = 2 \times 23,71 = 47,42 \text{ cm}^2$$

$$i_x = 6,04 \text{ cm}$$

$$i_y = 2,27 \text{ cm}$$

Tegangan maksimum akibat gaya tarik,

$$[\sigma_{max}] : 50,74 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{max} = P_{trk} / A_s$$

$$\sigma_{max} = 2.406 / 47,42$$

$$\sigma_{max} = 50,74 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{max} = 50,74 \text{ kg/cm}^2 < 75\% \times \sigma_{ijin} = 1.200 \text{ kg/cm}^2$$

(OK) Akibat gaya tekan, $[\sigma_{max}] :$

$$17,92 \text{ kg/cm}^2$$

$$\lambda_x = L_h / i_y$$

$$\lambda_x = 156,40 / 2,27 = 68,90$$

$$\omega = 1,465 \text{ (Tabel mutu baja Fe 360, 1987)}$$

$$\sigma_{ijin} = \sigma / \omega$$

$$\sigma_{ijin} = 1600 / 1,465 = 1.092,15 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{max} = P_{tkn} / A_s$$

$$\sigma_{max} = 850 / 47,42 = 17,92 \text{ kg/cm}^2 \quad \sigma_{max} <$$

σ_{ijin} (OK)

Gaya yang bekerja pada *bracing* horizontal atas,

Gaya tarik, $[P_{trk}] : 2.406 \text{ kg}$

Gaya tekan, $[P_{tkn}] : 850 \text{ kg}$

Panjang batang *bracing*, $[L_h] : 156,40 \text{ cm}$

Dicoba menggunakan 2 pasang baut (perpasang 2 buah baut) $\emptyset 16$

Luas baut, $[A_b] : 2,01 \text{ cm}^2$

$$A_b = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$A_b = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2$$

$$A_b = 201,06 \text{ mm}^2 = 2,01 \text{ cm}^2$$

Gaya yang diterima 1 baut, $[P_{1baut}] : 425 \text{ kg}$

$$P_{1baut} = P_{tkn} / 2$$

$$P_{1baut} = 850 / 2$$

$$P_{1baut} = 425 \text{ kg}$$

Tegangan baut yang terjadi,

$$[\sigma] : 211,44 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = P / A_b$$

$$\sigma = 425 / 2,01$$

$$\sigma = 211,44 \text{ kg/cm}^2$$

Diameter baut, $[\emptyset] : 1,60 \text{ cm}$

Luas lubang baut, $[A_1] : 0,38 \text{ cm}^2$

$$A_1 = 2 \times (D + 0,1) \times 0,1$$

$$A_1 = 2 \times (1,8 + 0,1) \times 0,1 = 0,38 \text{ cm}^2$$

Perlemahan $= A_1 / A_s \times 100\%$

$$= 0,38 / 47,42 \times 100\%$$

$$= 1\% < 15\% \text{ (OK)}$$

Manajemen Konstruksi Jembatan Pile Group Dengan Bracing Beton Komposit

Daftar kegiatan proyek pembangunan struktur pendekat jembatan brantas sisi selatan zona II, adalah sebagai berikut :

- A. Pekerjaan Persiapan
 - 1. Mobilisasi
 - 2. Pembersihan lahan (*clearing*)
 - B. Pekerjaan pondasi
 - 1. *Erection* tiang pancang D 600 mm
 - 2. Instal *guide beam*
 - 3. Pemancangan
 - C. Pekerjaan *pile cap*
 - 1. Instal *clamp*
 - 2. Pemotongan tiang pancang
 - 3. *Erection* tulangan isian tiang pancang
 - 4. Instal tulangan *pile cap*
 - 5. Instal bekisting
 - 6. *Curing* beton *pile cap* K-400
 - D. Pekerjaan *clamp bracing* beton komposit
 - 1. *Erection bracing* dan *clamp*
 - 2. Instal *clamp*
 - 3. Pemasangan baut
 - 4. Instal *bracing*
 - 5. Torsi baut
 - 6. Instal bekisting
 - 7. *Curing* beton *bracing* K-250
 - E. Pekerjaan Pemasangan *precast half slab*
 - 1. *Erection precast half slab*
 - 2. Pemasangan *rubber sheet* 20 x 2 cm
 - 3. Instal *precast half slab*
 - 4. Pemasangan angkur D 16 mm
 - F. Pekerjaan pelat lantai jembatan
 - 1. Pembesian pelat lantai
 - 2. Instal bekisting
 - 3. *Curing* beton pelat lantai K-350
 - G. Pekerjaan *barrier*
 - 1. Instal tulangan *Barrier*
 - 2. Instal bekisting
 - 3. *Curing* beton *barrier* K-350
 - H. Pekerjaan Aspal
 - 1. Lapis Resap Pengikat (*Prime Coat*)
 - 2. Lapis perekat (*Tack Coat*)
 - 3. *Laston* Lapis *Aus* (AC-WC)
 - 4. *Laston* Lapis *Aus* (AC-WC) tebal, t = 5 cm
 - 5. Aspal
 - 6. Lapisan Perata Penetrasi Macadam (Lapen tebal 5 cm)
 - 7. *Asphalt treated base course* (ATB)
 - I. *Finishing*
 - 1. Plamir area *bracing*
 - 2. Pengecatan area *bracing*
- Berdasarkan estimasi penjadwalan kegiatan pada proyek pembangunan struktur pendekat

jembatan sisi selatan didapatkan durasi waktu pekerjaan selama \pm 46 hari.

Manajemen Konstruksi Jembatan *Pile Group* Dengan *Bracing* Pelat Buhul

Daftar kegiatan proyek pembangunan struktur pendekat jembatan brantas sisi selatan zona II, adalah sebagai berikut :

- A. Pekerjaan persiapan
 - 1. Mobilisasi
 - 2. Pembersihan lahan (*clearing*)
- B. Pekerjaan pondasi
 - 1. *Erection* tiang pancang D 600 mm
 - 2. Instal *guide beam*
 - 3. Pemancangan
- C. Pekerjaan *pile cap*
 - 1. Instal *clamp*
 - 2. Pemotongan tiang pancang
 - 3. *Erection* tulangan isian tiang pancang
 - 4. Instal tulangan *pile cap*
 - 5. Instal bekisting
 - 6. *Curing* beton *pile cap* K400
- D. Pekerjaan *clamp bracing* pelat buhul
 - 1. *Erection bracing* dan *clamp*
 - 2. Instal *clamp*
 - 3. Instal *bracing*
 - 4. Pemasangan baut
 - 5. Torsi baut
- E. Pekerjaan Pemasangan *precast half slab*
 - 1. *Erection precast half slab*
 - 2. Pemasangan *rubber sheet* 20 x 2 cm
 - 3. Instal *precast half slab*
 - 4. Pemasangan angkur D 16 mm
- F. Pekerjaan pelat lantai jembatan
 - 1. Pembesian pelat lantai
 - 2. Instal bekisting
 - 3. *Curing* beton pelat lantai K350
- G. Pekerjaan *barrier*
 - 1. Instal tulangan *Barrier*
 - 2. Instal bekisting
 - 3. *Curing* beton *barrier* K350
- H. Pekerjaan Aspal
 - 1. Lapis Resap Pengikat (*Prime Coat*)
 - 2. Lapis perekat (*Tack Coat*)
 - 3. *Laston* Lapis *Aus* (AC-WC)
 - 4. *Laston* Lapis *Aus* (AC-WC) tebal, t = 5 cm
 - 5. Aspal
 - 6. Lapisan Perata Penetrasi Macadam (Lapen tebal 5 cm)
 - 7. *Asphalt treated base course* (ATB)

I. Finishing

1. Pengecatan

Berdasarkan estimasi penjadwalan kegiatan pada proyek pembangunan struktur pendekat jembatan sisi selatan didapatkan durasi waktu pekerjaan selama ± 41 hari.

4. PENUTUP

Hasil dari perhitungan perencanaan konstruksi jembatan pile group slab pada segmen pile group 1 dan pile group 2 dibuat dalam bentuk tabel untuk memudahkan pemahaman terhadap hasil perhitungan.

Tabel 1. Hasil perhitungan struktur atas dan bawah pada jembatan pile group slab

No	Jenis Perhitungan	Hasil	Dimensi	Keterangan
1	Momen pada slab	274,665 kNm	K-350 tebal 20 cm	Bracing yang menggunakan beton komposit dan pelat buhul
2	Gaya geser pada slab	898,635 kNm	K-350 tebal 20 cm	
3	Tulangan lentur slab		Ø 22-100	
4	Tulangan geser slab		Ø16-125	
5	Lendutan pada slab	2,02 mm	K-350 tebal 20 cm	
6	Momen pada sandaran (Barrier)	125 kNm	K-350 tebal 50 cm	
7	Tulangan lentur barrier		Ø16-150	
8	Tulangan geser barrier		Ø10-200	
9	Momen ultimit precast half slab	326,60 kNm	K-350 tebal 40 cm	
10	Daya dukung ijin tiang pancang	1800 kN	Ø60 cm kedalaman 16 m	
11	Tulangan lentur pile cap		Ø16-500	
12	Tulangan geser pile cap		Ø19-200	

13	Profil double kanal bracing horizontal	150 x 75 x 6,5 x 10
14	Profil double kanal bracing	200 x 90 x 8 x 13,5

Tabel 2. Hasil perhitungan menggunakan bracing beton komposit dan pelat buhul

No	Jenis Perhitungan	Bracing beton komposit		Bracing pelat buhul	
		Hasil	Dimensi	Hasil	Dimensi
1	Balok pada bracing horizontal		200 x 200 mm		
2	Balok pada bracing diagonal		250 x 250 mm		
3	Tegangan leleh bracing komposit	468,27 MPa			K-250
4	Kuat tekan bracing komposit	1,32 2,81 2,5 N			K-250
5	Gaya tarik maksimum bracing			24,06 kN	150 x 75 x 6,5 x 10
6	Gaya tekan maksimum bracing			34 kN	200 x 90 x 8 x 13,5
7	Torsi maksimum pada bracing			301,44 Nm	M 16
8	Torsi maksimum baut pada clamp			1.017,60 Nm	M 24

Perhitungan perencanaan struktur jembatan pile group slab pada segmen pile group 1 dan pile group berbeda terhadap perhitungan struktur bracing dan mendapatkan hasil perhitungan terhadap kontrol yang aman serta sesuai dengan SNI atau ketentuan yang berlaku;

Metode pelaksanaan pekerjaan berbeda terhadap pekerjaan pengikat tiang pancang (bracing) dan durasi waktu, bracing yang menggunakan beton komposit perlu adanya pekerjaan pengecoran bracing serta finishing sehingga seluruh pekerjaan memerlukan waktu ± 46 hari, sedangkan bracing yang

menggunakan pelat buhul hanya perlu pemasangan sambungan baut dengan pelat buhul sehingga seluruh pekerjaan memerlukan waktu \pm 41 hari.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Anonim, (1987). *Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya*. Jakarta : Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- [2] Anonim, (2015). *Pedoman Pemasangan Baut Jembatan*. Jakarta : Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- [3] Apriyanto, Agus. (2008). *Perbandingan Kelayakan Jalan Beton dan Aspal dengan Metode Analytic Hierarchy Process (AHP)*. Thesis. Universitas Diponegoro Semarang
- [4] *Badan Standarisasi Nasional, (1992). Bridge Management System (BMS) Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional*
- [5] *Badan Standarisasi Nasional, (2002).SNI 07-2052-2002 Baja Tulangan Beton. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional*
- [7] *Badan Standarisasi Nasional, (2004).SNI T-12-2004 Standar Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.*
- [8] *Badan Standarisasi Nasional, (2005).SNI T-03-2005 Standar Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.*
- [9] Hardiyatmo, Hary Christady. (Ed).(2006). *Teknik Pondasi 1*(3 Vols). Yogyakarta : Beta Offset.