

Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Pada Jembatan Batakan III – Balikpapan

Musrifah Tohir

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik

Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

Email: Musrifah.tohir76@gmail.com

Artikel Informasi

Riwayat Artikel

Diterima, 15/09/2021

Direvisi, 02/10/2021

Disetujui, 23/11/2021

Kata Kunci:

Daya dukung;

jembatan;

Tiang pancang

ABSTRAK

Tingginya angka pertumbuhan penduduk akan menyebabkan peningkatan jumlah pergerakan kendaraan dan lalu – lintas angkutan barang dan jasa, yang akan menambah beban lalu – lintas yang harus didukung oleh jalan dan jembatan. Oleh karena itu perlu kiranya untuk menambah pelebaran jembatan Batakan III pada ruas jalan Mulawarman – Balikpapan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan daya dukung tiang pancang ijin dan untuk mengetahui hasil kekuatan daya dukung tiang pancang tunggal setelah melalui proses kalendering berakhir. Cara pengambilan kalendering adalah dengan menempelkan kertas grafik/kertas millimeter pada tiang pancang selama 10 pukulan terakhir untuk setiap akhir pemancangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya dukung tiang pancang yang ada, hasilnya aman dan mampu menahan atau memikul beban di atasnya. Pemakaian tiang pancang dalam satu abutment cukup menggunakan 15 titik tiang pancang baja \varnothing 40 cm, sehingga pada pelaksanaan yang sedang dikerjakan kurang efisien, dimana pemakaian tiang pancang yang sedang dikerjakan saat ini sebanyak 18 titik tiang pancang.

ABSTRACT

The high population growth rate will lead to an increase in the number of vehicle movements and freight and service traffic, which will increase the traffic load that must be supported by roads and bridges. Therefore, it is necessary to increase the widening of the Batakan III bridge on the Mulawarman – Balikpapan road. This research aims to obtain the carrying capacity of the permit pile and to find out the results of the carrying capacity of a single pile after going through the calendaring process ends. The way to take calendaring is to attach graph paper / millimeter paper on the pile for the last 10 strokes for each end of the cornering. The results showed that the carrying capacity of existing piles, the results are safe and able to withstand or carry the burden on it. The use of piles in one abutment is enough to use 15 points of steel piles \varnothing 40 cm, so that in the implementation that is being done less efficiently, where the use of piles that are being done is currently as many as 18 pile points.



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

Penulis Korespondensi:

Musrifah Tohir

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik

Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

Email: Musrifah.tohir76@gmail.com

PENDAHULUAN

Pembangunan transportasi dilaksanakan untuk tercapainya sistem transportasi yang handal, berkemampuan tinggi dan diselenggarakan secara tertib, lancar, aman dan efisien bagi kegiatan mobilitas barang dan manusia. Dengan terbentuknya sistem transportasi yang efektif dan efisien tersebut diharapkan mampu menggerakkan dinamika Pembangunan terutama di bidang ekonomi sehingga tercapai tingkat perekonomian yang tinggi serta dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat secara luas.

Dengan meningkatnya perkembangan di berbagai bidang pembangunan di daerah Balikpapan Timur pada khususnya yang disebut kawasan pesisir pantai, maka diperlukan prasarana jembatan yang cukup baik dan mantap. Pertumbuhan ekonomi serta kemajuan teknologi pada kenyataannya tidak selalu didukung oleh perkembangan atau pertumbuhan fasilitas yang dimiliki diantaranya prasarana jaringan jalan dan jembatan yang memadai. Seperti halnya ruas jalan Mulawarman – Balikpapan yang mempunyai daerah yang datar, serta lebar jalur lalu – lintas relatif sempit sehingga pada daerah jembatan Batakan III menjadi rawan kemacetan serta kecelakaan. Jadi, perlu perhatian khusus yang dilakukan dengan peningkatan atau pelebaran jembatan yang sudah ada agar volume lalu – lintas dapat terlayani dengan baik, lancar serta aman.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan cara menghitung daya dukung tiang pancang setelah pemancangan berakhir dengan melalui proses kalendering. Cara pengambilan kalendering adalah dengan menempelkan kertas grafik / kertas millimeter pada tiang pancang selama 10 pukulan terakhir untuk setiap akhir pemancangan.

Lokasi Penelitian



Pembersihan lokasi abutment di daerah jembatan Batakan III

Data Primer

Data Primer adalah data yang diambil secara langsung tanpa memerlukan bantuan orang lain. Seperti halnya pengambilan data dokumentasi kegiatan proyek, diantaranya meliputi :

1. Kegiatan atau kondisi pelaksanaan proyek pada proses pemancangan untuk setiap tiang pancang.
2. Pembersihan lahan atau penyiapan untuk lokasi titik tiang pancang

3. Persiapan alat pemancangan
4. Pengangkatan tiang pancang baja Ø 40 Cm
5. Pelaksanaan pemancangan dengan K 35
6. Penyambungan tiang pancang baja dengan menggunakan las listrik
7. Pengambilan data grafik / kalendering pada akhir pemancangan.

Metode Perhitungan Daya Dukung

Hal – hal yang perlu di perhatikan untuk menghitung daya dukung tiang pancang adalah:

1. Penggunaan satuan diseragamkan
2. Cara pengambilan data grafik atau kalendering dengan benar
3. Menentukan tinggi jatuh hammer sesuai garis ring pada hammer
4. Menentukan tinggi pantulan akibat 10 pukulan terakhir pada hasil grafik / hasil kalendering
5. Menentukan penetrasi 10 pukulan terakhir (hasil kalendering)

Rumus untuk menghitung daya dukung tiang pancang, yaitu

$$R = \frac{2WH}{S + K} * \frac{W}{W + P} * \frac{1}{3} \text{ ton} \quad \dots \text{ Sumber : Bulletin K-Series-OM-2}$$

Dimana :

- R = Daya dukung tiang pancang (ton)
W = Berat Hammer (ton)
H = Tinggi jatuh hammer (cm)
P = Berat tiang pancang (ton)
K = Tinggi pantulan akibat 10 pukulan terakhir (cm)
S = Penetrasi 10 pukulan terakhir hammer (cm)
3 = Angka faktor keamanan

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Daya Dukung Ijin Tiang Pancang

Perhitungan daya dukung ijin berdasarkan pembebanan yang bekerja pada abutment yang diperhitungkan atas beban Primer dan beban Sekunder.

Beban Primer adalah beban yang merupakan beban utama dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan, dimana meliputi : Beban Mati, Beban Kejut, Beban Hidup, dan gaya akibat tekanan tanah. Sedangkan beban Sekunder adalah beban yang merupakan beban sementara yang selalu diperhitungkan dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan.

Beban Permanen untuk masing – masing abutment adalah :

Beban Mati	= 295,407 ton
Beban Hidup	= 651,571 ton
Beban Kejut	= 14,664 ton
Beban Angin	= 4,675 ton
Gaya akibat rem	= 32,579 ton
----- +	
	= 998,896 : 2
	= 499,448 ton
Gaya akibat gempa	= 60,329 ton
Gaya akibat gesekan	= 26,587 ton
Akibat Berat Sendiri Abt.	= 187,406 ton
Akibat Tanah di Belakang Abt.	= 67,080 ton
Akibat Tekanan Tanah	= 44,728 ton
----- +	
Beban untuk satu Abutment	= 885,578 ton

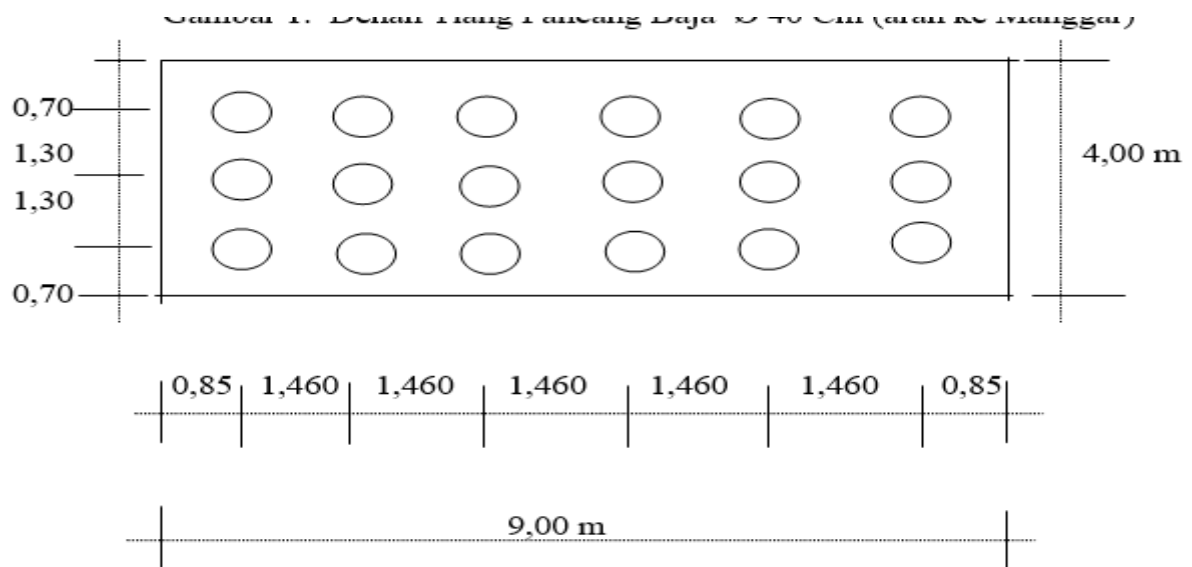
$$\text{Jadi, Daya Dukung Ijin Tiang Pancang} = \frac{885,578}{18} = 49,119 \text{ ton}$$

Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang

1. Untuk Abutment arah ke Manggar

$$R = \frac{2WH}{S + K} * \frac{W}{W + P} * \frac{1}{3} \text{ ton} \dots \text{ Sumber : Bulletin K-Series-OM-2}$$

$$R = \frac{7H}{S + K} * 0,469 * 0,333 \text{ ton}$$



Gambar 1. Denah Tiang Pancang Baja Ø 40 Cm (arah ke Manggar)

Kedalaman tiang pancang = 32,200 m (sesuai data sondir)

Berat tiang pancang baja Ø 40 cm = 123 Kg / m (sesuai Bakrie Pipe Industries)

$$= 123 * 32,20$$

$$= 3960,600 \text{ Kg}$$

$$= 3,961 \text{ ton}$$

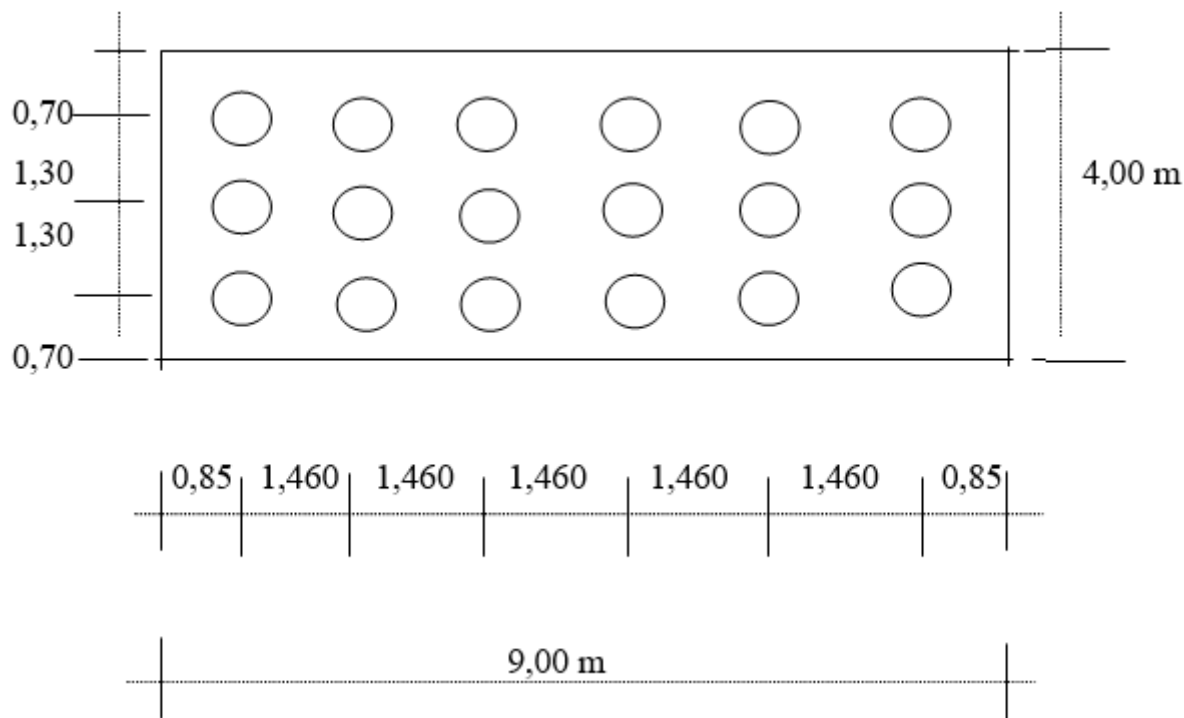
Tabel 1. Perhitungan daya dukung tiang pancang baja Ø 40 Cm (arah ke Manggar)

Tiang Pancang	S (cm)	K (cm)	H (cm)	W (ton)	P (ton)	R (ton)
1	1,40	1,70	206,60	3,50	3,961	72,859
2	1,60	1,70	191,60	3,50	3,961	63,474
3	1,30	2,00	206,60	3,50	3,961	68,443
4	1,30	2,00	206,60	3,50	3,961	68,443
5	0,70	2,30	216,60	3,50	3,961	78,932
6	1,60	1,80	191,60	3,50	3,961	61,607
7	1,60	1,30	196,60	3,50	3,961	74,114
8	1,80	1,80	206,60	3,50	3,961	62,740
9	1,80	1,40	191,60	3,50	3,961	65,458
10	1,80	1,40	191,60	3,50	3,961	65,458
11	1,50	1,90	196,60	3,50	3,961	63,215
12	1,60	1,70	196,60	3,50	3,961	65,131
13	1,70	1,70	191,60	3,50	3,961	61,607
14	1,60	1,70	191,60	3,50	3,961	63,474
15	1,60	1,70	191,60	3,50	3,961	63,474
16	1,60	0,90	191,60	3,50	3,961	83,786
17	1,40	1,70	206,60	3,50	3,961	72,859
18	1,50	1,60	196,60	3,50	3,961	69,333
Jumlah						1224,407
Rata-rata daya dukung setiap tiang						68, 023 ton

2. Untuk Abutment arah ke Sepinggang

$$R = \frac{2WH}{S + K} * \frac{W}{W + P} * \frac{1}{3} \text{ ton..... Sumber : Bulletin K-Series-OM-2}$$

$$R = \frac{7H}{S + K} * 0,469 * 0,333 \text{ ton}$$



Gambar 2. Denah Tiang Pancang Baja Ø 40 Cm (arah ke Sepinggang)

Tabel 2. Perhitungan daya dukung tiang pancang baja Ø 40 Cm (arah ke Sepinggang)

Tiang Pancang	S (cm)	K (cm)	H (cm)	W (ton)	P (ton)	R (ton)
1	1,40	1,80	191,60	3,50	3,961	65,458
2	1,60	1,30	196,60	3,50	3,961	74,114
3	1,30	1,70	196,60	3,50	3,961	71,644
4	1,30	1,60	196,60	3,50	3,961	74,114
5	1,20	2,00	216,60	3,50	3,961	73,999
6	1,60	1,50	206,60	3,50	3,961	72,859
7	1,60	1,50	191,60	3,50	3,961	67,569
8	1,60	1,90	196,60	3,50	3,961	61,409
9	1,80	2,00	206,60	3,50	3,961	59,438
10	1,40	1,50	191,60	3,50	3,961	72,229
11	1,80	1,70	191,60	3,50	3,961	59,847
12	1,80	1,30	191,60	3,50	3,961	67,569
13	1,80	1,20	191,60	3,50	3,961	69,822
14	1,80	1,60	191,60	3,50	3,961	61,607
15	1,80	1,70	196,60	3,50	3,961	61,409

16	1,80	1,60	191,60	3,50	3,961	61,607
17	1,60	1,80	191,60	3,50	3,961	61,607
18	1,80	1,60	191,60	3,50	3,961	61,607
Jumlah						1197,908
Rata-rata daya dukung setiap tiang						66,550 ton

Jadi, rata - rata daya dukung setiap tiang pancang untuk arah ke Sepinggian adalah:

$$R = \frac{1197,908}{18}$$

$$= 66,550 \text{ ton}$$

Kombinasi Pembebanan

1. Kombinasi I

Tabel 3. Kombinasi I = M + (H+ k) + Ta + Tu

Gaya	Simbol	V (t)	H (t)	Mv (t m)	Mh (t m)
M	Ms	147,704	-	-	-
	Ma	187,406	-	26,424	-
	Mt	67,080	-	29,113	-
H		373,179	-	-	-
K		213,081	-	-	-
Ta		-	44,728	-	72,469
JUMLAH		742,640	44,728	55,537	72,469
JUMLAH : 100 %		742,640	44,728	55,537	72,469

Kombinasi I :

Gaya Vertikal = 742,640 ton

Gaya Horizontal = 44,728 ton

Momen Vertikal = 55,537 t m

Momen Horizontal = 72,469 t m

Momen = Momen Horizontal – Momen Vertikal

$$= 72,469 - 55,537 = 16,932 \text{ t m}$$

$$R = \frac{\text{Gaya Vertikal}}{\text{Jumlah Tiang}} \leq R_{\text{ijin}}$$

$$= \frac{742,640}{18} \text{ ton} \leq 49,199 \text{ ton}$$

$$= 41,258 \text{ ton} \leq 49,199 \text{ ton} \dots\dots\dots \text{ok}$$

2. Kombinasi II

Tabel 4. Kombinasi II = M + Ta + Ah + Gg + A + SR + Tm

Gaya Simbol	V (t)	H (t)	Mv (t m)	Mh (t m)
M Ms	147,704	-	-	-
Ma	187,406	-	26,424	-
Mt	67,080	-	29,113	-
H	325,786	-	-	-
K	14,664	-	-	-
Ta	-	44,728	-	71,368
Ah	-	-	-	-
Gg	-	26,587	-	84,360
A	-	4,675	-	14,902
SR	-	-	-	-
Tm	-	-	-	-
JUMLAH	742,640	75,990	55,537	170,630
JUMLAH : 125 %	594,112	60,792	44,430	136,504

Kombinasi II :

Gaya Vertikal = 594,112 ton

Gaya Horizontal = 60,792 ton

Momen Vertikal = 44,430 t m

Momen Horizontal = 136,504 t m

Momen = Momen Horizontal – Momen Vertikal

$$= 136,504 - 44,430 = 92,074 \text{ t m}$$

$$R = \frac{\text{Gaya Vertikal}}{\text{Jumlah Tiang}} \leq R_{ijin}$$

$$= \frac{594,112}{18} \text{ ton} \leq 49,199 \text{ ton}$$

$$= 33,006 \text{ ton} \leq 49,199 \text{ ton} \dots\dots\dots \text{ok}$$

3. Kombinasi III

Tabel 5. Kombinasi III = Kombinasi I + Rm + Gg + A + SR + Tm

Gaya	V (t)	H (t)	Mv (t m)	Mh (t m)
Kombinasi I	742,640	44,728	55,537	72,469
Rm	-	32,579	-	204,593
Gg	-	26,587	-	84,360
A	-	4,675	-	14,902
SR	-	-	-	-
Tm	-	-	-	-
JUMLAH	742,640	108,569	55,537	376,324

JUMLAH : 140 % 530,457 77,549 39,669 268,803

Kombinasi III :

Gaya Vertikal = 530,457 t Gaya Horizontal = 77, 549 t

Momen Vertikal = 39,669 t m

Momen Horizontal = 268,803 t m

Momen = Momen Horizontal – Momen Vertikal

$$= 268,803 - 39,669 = 229,134 \text{ t m}$$

$$R = \frac{\text{Gaya Vertikal}}{\text{Jumlah Tiang}} \leq R_{ijin}$$

$$= \frac{530,457}{18} \text{ ton} \leq 49,199 \text{ ton}$$

$$= 29,470 \text{ ton} \leq 49,199 \text{ ton} \dots\dots\dots \text{ok}$$

4. Kombinasi IV

Tabel 6. Kombinasi IV = M + Gh + Ta + Gg

Gaya Simbol	V (t)	H (t)	Mv (t m)	Mh (t m)
M Ms	147,704	-	-	-
Ma	187,406	-	26,424	-
Mt	67,080	-	29,113	-
Gh	-	60,329	-	92,424
Ta	-	44,728	-	72,469
Gg	-	26,587	-	84,360
JUMLAH	402,190	131,644	55,537	249,253
JUMLAH : 150 %	268,127	87,763	37,025	166,169

Kombinasi IV

Gaya Vertikal = 268,127 t

Gaya Horizontal = 87,763 t

Momen Vertikal = 37,025 t m

Momen Horizontal = 166,169 t m

Momen = Momen Horizontal – Momen Vertikal

$$= 166,169 - 37,025 = 129,144 \text{ t m}$$

$$R = \frac{\text{Gaya Vertikal}}{\text{Jumlah Tiang}} \leq R_{\text{ijin}}$$

$$= \frac{268127}{18} \text{ ton} \leq 49,199 \text{ ton}$$

$$= 14,896 \text{ ton} \leq 49,199 \text{ ton} \dots\dots\dots \text{ok}$$

5. Akhir Perhitungan Kombinasi Pembebanan

Tabel 7. Perhitungan Kombinasi Pembebanan

Kombinasi	V (t)	H (t)	Mv (t m)	Mh (t m)
I	742,640	44,728	55,537	72,469
II	594,112	60,792	44,430	136,504
III	530,457	77,549	39,669	268,803

IV	268,127	87,763	37,025	166,169
----	---------	--------	--------	---------

Kemampuan Tiang Pancang terhadap kekuatan tanah

1. Akibat tahanan ujung (End Bearing Pile)

Nilai konus (qc) = 163,20 Kg / cm² (sondir)

$A^{Tiang} = \frac{1}{4} \pi d^2 = \pi r^2 = 1256,637 \text{ cm}^2$

$$\text{Daya dukung tiang} = \frac{A^{tiang} * q^c}{3} = \frac{1256,637 * 163,20}{3} = 68,361 \text{ ton}$$

2. Akibat Cleef (Friction Pile)

Keliling tiang pancang baja Ø 40 cm = 2 π r = π d = 125,664 cm

Nilai cleef rata - rata sesuai sondir adalah :

0,00 m - 6,00 m → c = $\frac{168-0}{600} = 0,280 \text{ Kg/ cm}^2$

6,00 m - 12,00 m → c = $\frac{35360-168}{600} = 0,309 \text{ Kg/ cm}^2$

12,00 m - 18,00 m → c = $\frac{547,20-3536}{600} = 0,323 \text{ Kg/ cm}^2$

18,00 m - 24,00 m → c = $\frac{891,20-547,20}{600} = 0,573 \text{ Kg/ cm}^2$

24,00 m - 30,00 m → c = $\frac{1491,20-891,20}{600} = 1,000 \text{ Kg/ cm}^2$

30,00 m - 32,20 m → c = $\frac{1883,20-1491,20}{220} = 1,782 \text{ Kg/ cm}^2$

Daya dukung tiang = $\frac{O * L * Cleef}{5}$

$$\frac{125,664}{5} \left[600 (0,280+0,309+0,323+0,573+1,000) + (220*1,782) \right]$$

$$= 25,133 * 1883,04$$

$$= 47,326 \text{ ton}$$

3. Daya Dukung Keseimbangan (End Bearing and Friction Pile)

$$Q^{S.P} = \frac{A^{tiang} * q^c}{3} + \frac{O * L * Cleef}{5}$$

$$= 68,361 + 47,326$$

$$= 115,687 \text{ ton}$$

Jadi, Daya Dukung Tiang Individu (Single Pile) = 115,687 ton

4. Kontrol Daya Dukung TiapTiang dalam Kelompok Tiang

$$EFF_{=1} = 1 - \frac{\theta}{90} \left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m*n} \right] \dots \text{Sumber: Ir. Sardjono HS (1996)}$$

$$\theta = \text{Arc. Tg} \frac{d}{s} = \text{Arc. Tg} \frac{40}{146}$$

$$\theta = 15,322$$

$$EFF_{=1} = 1 - \frac{15,322}{90} \left[\frac{(6-1)3 + (3-1)6}{3*6} \right]$$

$$= 0,745$$

Jadi, Daya Dukung tiap tiang dalam kelompok tiang (18 tiang)

$$= 0,745 * 115,687 \text{ ton}$$

$$= 86,187 \text{ ton}$$

Kontrol Jarak yang disyaratkan :

$$S \leq \frac{1,57 * d * m * n}{m + n - 2}$$

$$1,460 \text{ m} \leq \frac{1,57 * 0,40 * 3 * 6}{3 + 6 - 2} \text{ m}$$

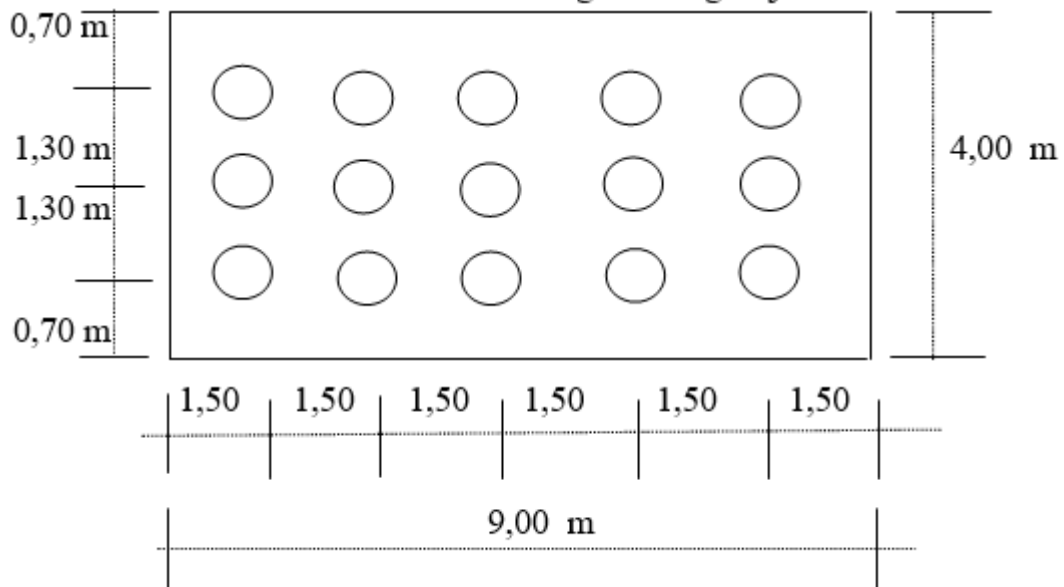
$$1,460 \text{ m} \leq 1,615 \text{ m}$$

Syarat :

$$0,60 \text{ m} < S < 2,00 \text{ m}$$

0,60 m < 1,460 m < 2,00 m oke.

6. Kontrol Pemakaian Tiang Pancang



Gambar 3. Pemakaian Tiang Pancang Baja Ø 40 cm

Efisiensi kelompok berdasarkan perumusan “ Uniform Building Code “ dari AASHO :

$$EFF.= 1 - \frac{\theta}{90} \left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m * n} \right] \dots \text{Sumber: Ir. Sardjono HS (1996)}$$

$$\theta = \text{Arc. Tg } \frac{d}{s} = \text{Arc. Tg } \frac{40}{150}$$

$$\theta = 14,949$$

$$EFF = 1 - \frac{14,949}{90} \left[\frac{(5-1)3 + (3-1)5}{3 * 5} \right]$$

$$= 0,756$$

Jadi, Daya Dukung tiap tiang dalam kelompok tiang (15 tiang)

$$= 0,756 * 115,687 \text{ ton}$$

$$= 87,459 \text{ ton}$$

Kontrol Jarak yang disyaratkan :

$$S \leq \frac{1,57 * d * m * n}{m + n - 2}$$

$$1,50 \text{ m} \leq \frac{1,57 * 0,40 * 3 * 5}{3 + 5 - 2} \text{ m}$$

$$1,50 \text{ m} \leq 1,57 \text{ m}$$

Syarat :

$$0,60 \text{ m} < S < 2,00 \text{ m}$$

$$0,60 \text{ m} < 1,50 \text{ m} < 2,00 \text{ m} \dots\dots\dots \text{oke.}$$

Jadi, Jumlah tiang pancang yang diperlukan cukup = 15 tiang pancang

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil perhitungan pada pembahasan sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Tabel Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Ijin

Beban	a.	Beban Mati	=	295,407	ton
	b.	Beban Hidup	=	651,571	ton
	c.	Beban Kejut	=	14,664	ton
	d.	Beban Angin	=	4,675	ton
	e.	Gaya akibat Rem	=	32,579	ton
			=	998,896 : 2	
			=	499,448	
	f.	Gaya akibat Gempa	=	60,389	ton
	g.	Gaya akibat Gesekan	=	26,587	ton
	h.	Akibat Berat Sendiri Abt.	=	187,406	ton
	i.	Akibat Tanah dibelakang Abt.	=	67,080	ton
	j.	Gaya akibat tekanan tanah	=	44,728	ton
		Satu Abt. (18)	=	885,578	ton
	Daya Dukung Ijin 885,578 : 18	=	49,199	ton	

Tabel Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang

Daya Dukung Tiang (ton)			Kontrol
Ijin		49,199	
Aktual	Arah Manggar	68,023 ≥ 49,199	ok
	Arah Sepinggian	66,550 ≥ 49,199	ok
Kombinasi	I	49,199 ≥ 41,591	ok
	II	49,199 ≥ 33,273	ok
	III	49,199 ≥ 29,708	ok
	IV	49,199 ≥ 14,896	ok
Individu (Single Pile)		115,687 ≥ 49,199	ok
Individu dlm kelompok (15 tiang)		87,459 ≥ 49,199	ok
Individu dlm kelompok (18 tiang)		86,187 ≥ 49,199	ok

Daya dukung tiang pancang yang ada hasilnya aman dan mampu menahan atau memikul beban di atasnya.

Pemakaian tiang pancang dalam satu abutment cukup menggunakan 15 titik tiang pancang baja \varnothing 40 cm. Sehingga pada pelaksanaan yang sedang dikerjakan kurang efisien, dimana pemakaian tiang pancang yang sedang dikerjakan saat ini sebanyak 18 titik tiang pancang.

DAFTAR PUSTAKA

- Berawi, M.A., Susantono, B., Miraj, P., Rachman, Z.H., Gunawan, Husin, A., 2014, Enhancing Value for Money of Mega Infrastructure Projects Development Using Value Engineering Method. *Journal Procedia Tech*, Vol.16, pp. 1037-1046.
- Bowles, J.E., 1991, *Analisa dan Desain Pondasi*, Edisi keempat jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M., 1941, *Principles Of Foundation engineering*.
- Hardiyatmo, Christady H. 1996. *Teknik Pondasi 1*. PT.Gramedia Pustaka Utama.
- Hariyadi, D., 2016, *Laporan Pelaksanaan Pengujian Dinamis Pondasi Tiang Pancang dengan Metode Pile Driving Analyzer (PDA) Test*, PT. Geotesting Utama Engineering, Tangerang.
- Hardiyatmo, H.C. 2011. *Analisa dan Perancangan Fondasi II*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Jembatan Rangka Baja kelas-B*, Penerbit: PT.Bukaka Teknik Utama – Jakarta (Th. 1996).
- Pondasi Tiang Pancang I*, Penerbit : C.V Sinar Wijaya – Surabaya oleh : Ir. Sardjono HS (cetakan ketiga Th. 1996).
- Pondasi Tiang Pancang II*, Penerbit : C.V Sinar Wijaya – Surabaya oleh : Ir. Sardjono HS (cetakan kedua Th. 1991).
- Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya*, Penerbit : Yayasan Badan Penerbit P.U – Jakarta (Th. 1987).
- RSNI-T-02-2005, *Standar Pembebanan Untuk Jembatan*.