



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 5 Nomor 2 Tahun 2025 Page 158-167

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

## Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang Menggunakan Hasil Standard Penetration Test (SPT) Pada Rambu Suar Gosong Pasir, Selat Malaka

Rina Marselis<sup>1✉</sup>, Putri Inayahsari<sup>2</sup>, Ronni Is Rono Hadinagoro<sup>3</sup>

Universitas Jenderal Achmad Yani

Email: [r.marselis@gmail.com](mailto:r.marselis@gmail.com)<sup>1✉</sup>

### Abstrak

Pondasi adalah struktur yang berfungsi menyalurkan beban dari bangunan ke tanah. Penelitian ini menganalisis daya dukung pondasi tiang pancang tunggal dan kelompok menggunakan metode Touma and Reese, Mayerhoff 1956, serta Reese and Wright berdasarkan data SPT. Dengan beban maksimal 204,25 ton, metode Touma and Reese menghasilkan daya dukung tiang tunggal 57,163 ton dan kelompok 394,368 ton. Metode Mayerhoff memperoleh daya dukung tunggal 166,801 ton dan kelompok 1150,763 ton. Sedangkan metode Reese and Wright menghasilkan daya dukung tunggal 45,811 ton dan kelompok 316,047 ton. Beban 204,25 ton dapat ditopang dengan kelompok 7 tiang pancang. Hasil perhitungan tersebut dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan pondasi tiang pancang.

Kata Kunci: *Kelompok Tiang, Pondasi Tiang, Rambu Suar*

### Abstract

Foundation is a structure located on the surface or in the soil layer, which functions as a foundation and also to channel loads from the upper structure into the soil. This study analyzes the bearing capacity of single and group pile foundations using the Touma and Reese, Mayerhoff 1956, and Reese and Wright methods based on SPT data. With a maximum load of 204.25 tons, the Touma and Reese method yields a single pile bearing capacity of 57.163 tons and a group capacity of 394.368 tons. The Mayerhoff method obtains a single pile capacity of 166.801 tons and a group capacity of 1150.763 tons. Meanwhile, the Reese and Wright method results in a single pile capacity of 45.811 tons and a group capacity of 316.047 tons. A load of 204.25 tons can be supported by a group of seven piles. These results can serve as a reference in the design of pile foundations.

Keywords: *Lighthouse, Pile Foundation, Pole Group*

## PENDAHULUAN

Selat Malaka merupakan salah satu jalur pelayaran terpenting di dunia, yang menghubungkan Samudra Hindia dengan Laut Cina Selatan. Sebagai jalur transportasi laut yang sibuk, Selat Malaka menghadapi tantangan signifikan terkait keselamatan pelayaran. Gelombang besar, arus laut yang kuat, dan kondisi dasar laut yang tidak rata menjadikan perairan ini rawan kecelakaan, seperti kapal kandas dan tabrakan. Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan Sarana Bantu Navigasi-Pelayaran (SBNP) yang terpercaya, salah satunya adalah rambu suar.

Rambu suar berfungsi sebagai alat bantu navigasi, memberikan panduan bagi kapal yang melintas, terutama pada malam hari atau saat visibilitas rendah akibat cuaca buruk. Pembangunan rambu suar di Gosong Pasir ini sangat penting karena area tersebut terkenal dengan gelombang besar, arus kuat, dan adanya hamparan pasir yang bisa menyebabkan kapal kandas. Hasil pengujian tanah dasar di lokasi (Boring dan Standard Penetration Tests, atau SPT) menentukan penggunaan pondasi tiang pancang ini. Penyelidikan tanah yang dilakukan sebanyak 2 (dua) titik BH-01 dan BH-02 dengan kedalaman bervariasi antara -28,00 m s/d -32,45 m. Hasil soil test berupa data-data N-SPT dalam fungsi kedalaman (m).

Pondasi biasanya adalah struktur yang terletak di atas atau di dalam lapisan tanah yang berfungsi sebagai landasan dan menyalurkan beban dari struktur di atas ke dalam tanah. Oleh karena itu, pondasi harus dipertimbangkan untuk menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri, beban yang bekerja, tekanan angin, gempa bumi, dan kondisi luar lainnya. Di samping itu, penurunan tidak boleh melebihi batas yang diizinkan (Candra, Yusuf, dan F, 2018).

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk menahan beban yang ditimbulkan oleh pondasi tanpa mengalami keruntuhan geser. Jika tanah mengalami beban yang melebihi daya dukung batasnya, beban yang bekerja pada tanah pondasi akan melampaui daya dukung batasnya, keruntuhan geser tanah akan terjadi (Mahmudi 2023).

Pondasi adalah bagian yang berfungsi untuk menyalurkan semua beban yang bekerja pada struktur bangunan ke dalam tanah hingga lapisan tanah keras tanpa menyebabkan geser atau penurunan tanah di luar batas toleransinya. Sangat penting untuk memilih pondasi untuk struktur agar dapat menahan beban dari bangunan itu sendiri, beban hidup di dalamnya, dan beban gempa yang direncanakan (Sudarma, Indramanik, and Putra 2016). Jika tanah di bawah bangunan tidak mempunyai daya

dukung yang cukup untuk memikul beratnya, pondasi tiang digunakan (Suryadi, Nugroho, dan Muhardi 2015).

Kegagalan pondasi dalam disebabkan oleh daya dukung selimut dan ujung yang berkurang. Untuk menjaga kestabilan struktur yang ditopang, perencanaan struktur bawah yang tepat sangat penting. Karena kesalahan dalam perencanaan struktur bawah dapat mengakibatkan kerusakan struktur atas yang kokoh (Mulyono and Agustina 2022).

Penulis akan menggunakan metode konvensional untuk merencanakan pondasi tiang pancang dalam karya ilmiah ini. Metode konvensional menggunakan tiga rumus untuk menghitung daya dukung tiang pancang: Touma and Reese, Meyerhoff, and Reese and Wrigh. Rumus ini akan digunakan sebagai alternatif untuk perencanaan pondasi. Setiap pondasi harus direncanakan dengan mempertimbangkan jenis, kekuatan, dan daya dukung tanah. Penurunan yang berlebihan atau keruntuhan tanah akan terjadi, menyebabkan kerusakan bangunan di atas pondasi jika tanah tidak dapat menahan beban yang diletakkan di atasnya (Sagita, Fahriani, and Apriyanti 2020). Pada penulisan tugas akhir ini, perencanaan pondasi menggunakan pondasi tiang pancang beton.

## METODE PENELITIAN

Data-data yang digunakan dalam perencanaan ini adalah data sekunder. Data tersebut meliputi :

1. Data pengujian tanah di lapangan metode boring SPT (Standart Penetration Test)
2. Perhitungan daya dukung tiang pancang metode konvensional.
3. Perhitungan daya dukung kelompok tiang.

Kapasitas tiang untuk mendukung beban disebut kapasitas dukungnya (Yusti and Fahriani 2014). Dengan metode konvensional, daya dukung pondasi tiang pancang dihitung dengan menggunakan angka keamanan (SF) yang telah ditentukan sebelumnya. Angka keamanan biasanya 2,5 atau 3. Namun pada Karya Ilmiah ini digunakan angka keamanan 3. Perhitungan daya dukung tiang pancang metode konvensional memakai tiga rumus, yaitu:

1. Touma and Reese

Touma & Reese dapat diaplikasikan secara tidak langsung untuk mendukung simulasi atau analisis mekanika benda kaku dan dinamis yang berkaitan dengan pergerakan tanah, peralatan berat, atau struktur geoteknik lainnya.

1. Tahanan Selimut Tiang Pancang

$$Q_s = K \cdot \sigma'_v \cdot \tan \phi \cdot A_p \quad (1)$$

Keterangan:

$Q_s$  = Tahanan selimut tiang

$K$  = Faktor transfer beban

$K$  = 0.7 untuk  $Db \leq 25$  ft

$K$  = 0.6 untuk  $25 \text{ ft} < Db \leq 40$  ft

$K$  = 0.5 untuk  $Db > 40$  ft

$\sigma'_v \phi$  = Tegangan efektif vertical

$Db$  = Kedalaman tiang

$A_p$  = Luas alas

## 2. Tahanan Ujung Tiang Pancang

$$Q_p = 0 \text{ tanah pasir densitas lepas} \quad (2)$$

$$Q_p = \frac{16}{K} \text{ tanah pasir densitas medium} \quad (3)$$

$$Q_p = \frac{16}{K} \text{ tanah pasir densitas padat} \quad (4)$$

Keterangan:

$Q_p$  = Tahanan ujung tiang

$K$  = Faktor transfer beban

$K$  = 1 untuk  $D_p \leq 1.67$  ft

$K$  =  $0.6 \times D_p$  untuk  $D_p \geq 1.67$  ft

$D_p$  = Diameter tiang

## 2. Mayerhoff

Nilai NSPT yang didapatkan dari lapangan tidak dapat digunakan untuk perencanaan pondasi. Nilainya harus dikoreksi terlebih dahulu. Koreksi diterapkan sesuai dengan persamaan berikut:

$$(N_1)_{60} = N_m \cdot C_N \cdot C_b \cdot C_s \cdot C_r \cdot C_e \quad (5)$$

Keterangan:

$N_m$  = hasil pengukuran lapangan dari uji SPT

$C_N$  = 4actor koreksi kedalaman

$C_b$  = 4actor koreksi diameter bor

$C_s$  = 4actor koreksi samplers dengan atau tanpa pelapis

$C_r$  = 4actor koreksi 4actor4 batang bor

$C_e$  = 5 factor koreksi energi palu

### 1. Tahanan Selimut Tiang Pancang

$$Q_s = \frac{NSPT_{60}}{50} \quad (6)$$

Keterangan:

NSPT60 = Nilai NSPT yang telah dikoreksi

### 2. Tahanan Ujung Tiang Pancang

Menurut Meyerhof (1976), satuan tahanan ujung (titik atau ujung)  $q_p$  dalam ton per kaki persegi (tsf) tiang pancang pada tanah tak kohesi dapat diperkirakan dengan hubungan berikut:

$$Q_p = 40 \times N_{60} \times \left(\frac{L}{D}\right) \leq 400 \times N_{60} \quad (7)$$

Keterangan:

$Q_p$  = daya dukung ujung unit

$N_{60}$  = Nilai N-SPT yang dikoreksi untuk prosedur lapangan dan pengujian lapisan penutup di dekat ujung tiang pancang

### 3. Reese and Wright

Metode ini menyarankan pendekatan yang lebih eksplisit dalam memperhitungkan distribusi tegangan sepanjang tiang dan karakteristik tanah, serta berbagai kondisi beban yang diterima oleh tiang. Metode ini lebih sering digunakan untuk tiang pancang dengan kedalaman lebih besar atau kondisi tanah yang lebih kompleks.

#### 1. Tahanan Selimut Tiang Pancang

$$Q_s = \frac{NSPT}{34} \quad (8)$$

$$Q_s = \frac{NSPT-53}{450} + 1.6 \quad (9)$$

Keterangan:

NSPT = Nilai NSPT yang belum dikoreksi

#### 2. Tahanan Ujung Tiang Pancang

$$Q_s = \frac{2}{3} \cdot NSPT \quad (10)$$

Keterangan:

NSPT = Nilai NSPT yang belum dikoreksi

#### 4. Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal

Daya dukung statik tiang pancang minipile dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Q_{ult} = Q_s + Q_p \quad (11)$$

$$Q_{ult} = f_s \cdot A_s + q_p \cdot A_p \quad (12)$$

Keterangan :

$Q_s$  = ketahanan gesekan kulit, kN

$Q_p$  = daya dukung ujung, kN

$f_s$  = satuan gesekan kulit, kN/m<sup>2</sup>

$q_p$  = daya dukung ujung satuan, kN/m<sup>2</sup>

$A_p$  = luas ujung tiang kotor, m<sup>2</sup>

$A_s$  = luas permukaan sisi tiang, m<sup>2</sup>

#### 5. Daya Dukung Kelompok Tiang Pancang

Ketika sebuah kelompok tiang menerima beban aksial, terdapat efek yang dapat mengurangi kapasitas daya dukung total kelompok tiang tersebut. Menurut SNI 1726:2012, pengaruh kelompok tiang terhadap kapasitas nominal vertikal harus diperhitungkan jika jarak antar pusat tiang kurang dari tiga kali diameter tiang. Efisiensi kelompok tiang didefinisikan sebagai rasio antara beban yang ditanggung oleh kelompok tiang terhadap beban yang dapat ditanggung oleh tiang tunggal. Untuk menentukan efisiensi grup tiang ini dengan Converse-Labarre sebagai berikut:

$$E_{eff} = 1 - \left[ \frac{(n-1)m + (m-1)}{90} \right] \tan^{-1} \left( \frac{D}{s} \right) \quad (14)$$

Keterangan:

$E_g$  = Efisiensi kelompok tiang

$\theta$  = arc.tg (D/s), dalam derajat (°)

$m$  = Jumlah baris tiang

$n'$  = Jumlah tiang dalam satu baris

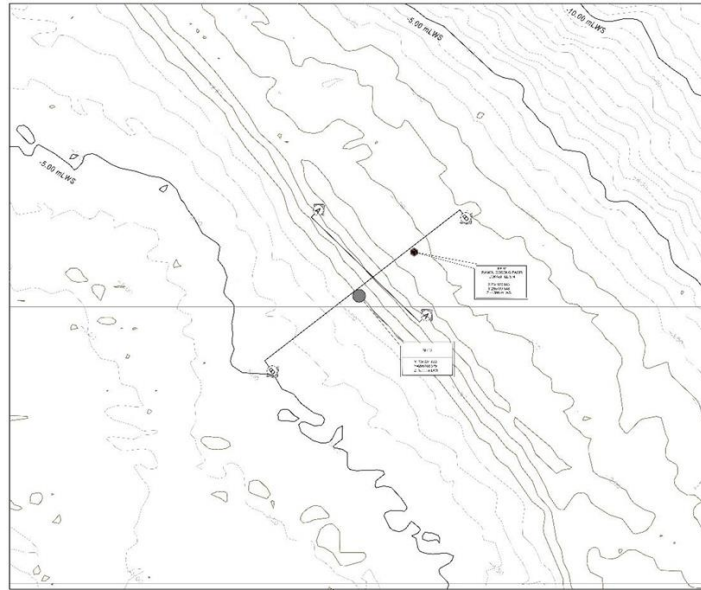
$s$  = Jarak pusat ke pusat tiang (m)

$D$  = Diameter tiang (m)

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Data tanah yang digunakan adalah data dari konsultan PT. ANINDYA KARYA DESAIN

dari hasil penyelidikan tanah berupa Standard Penetration Test (SPT). Lokasi penyelidikan berada di proyek pembangunan Rambu Suar Gosong Pasir North Cardinal Light Beacon ILL.NR 574 telah melakukan pengujian tanah di dua lokasi. Setiap titik pengujian akan mencapai kedalaman hingga 30 meter atau lebih, tergantung pada kondisi yang ditemukan di lapangan. Gambar di bawah ini memperlihatkan lokasi titik pengeboran yang akan dilakukan sebagai bagian dari penyelidikan tanah dalam Studi DED Gosong Pasir North Cardinal Light Beacon ILL.NR 574.



Gambar 1. Lokasi Titik Penyelidikan Tanah

Sumber: Konsultan Rencana PT. Anindya Karya Desain

Pada proses pemboran inti, juga dilakukan pengujian insitu Standard Penetration Test (SPT) dengan interval setiap 2 meter. Hasil pengujian SPT ini ditampilkan dalam bentuk grafik pada Boring Log, disertai deskripsi lapisan tanah.

Tabel 1. Resume Penyelidikan Tanah Lokasi Gosong Pasir

Titik Bor	Koordinat (X)	Koordinat (Y)	Krdalaman (m)	SPT
BH-01	734570.883	295739.548	32,42	16
BH-02	734531.633	295708.379	28	14
Total			60,45	30

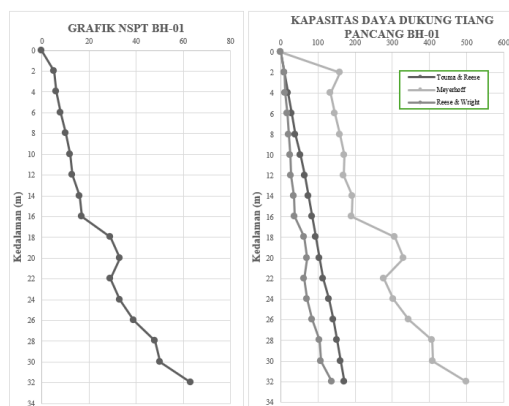
Hasil pemboran inti pada kedua titik di lokasi penelitian, lapisan tanah di Lokasi penelitian didominasi oleh lapisan pasir kasar pada bagian atas dengan densitas sangat lepas – lepas yang di tentukan dengan nilai SPT >4 pada tiap pukulan/30 cm. Berikut ini

deskripsi hasil pemboran pada tanah yang dapat di uraikan sebagai berikut:

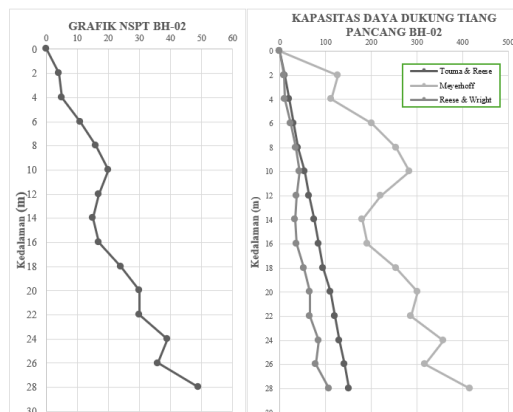
Tabel 2. Deskripsi Lapisan Tanah Dari Pemboran Inti

Titik Bor	Kedalaman (m)	Lapisan Tanah	Destinitas	Nilai SPT
	0.00-8.00	Pasir kasar warna abu terang	Lepas	5-10
	8.00-19.00	Pasir kasar warna abu terang	Medium	12-29
BH-01	19.00-29.00	Batupasir warna putih kekuningan	Padat	33-50
	29.00-32.45	Batupasir sangat kasar	Sangat Padat	>50
	0.00-2.00	Pasir kasar warna abu terang	Sangat Lepas	4
BH-02	2.00-4.00	Pasir kasar warna abu terang	Lepas	5
	4.00-22.00	Pasir kasar warna abu terang	Medium	11-30
	22.00-28.00	batupasir sangat kasar	Padat	36-49

Dengan menggunakan persamaan-persamaan di atas, berikut diberikan grafik kapasitas daya dukung tiang pancang pipa baja berdasarkan data BH-01 dan BH-02.



Gambar 2. Kapasitas daya dukung tiang pancang pipa baja 609 mm di BH-01



Gambar 3. Kapasitas daya dukung tiang pancang pipa baja 609 mm di BH-02

Perbandingan beban lateral terhadap beban aksial yang bekerja pada pondasi yaitu

sebesar  $P = 204,25$  ton dan  $Q_g = 394,37$  ton. Karena  $Q_g > P$  maka jumlah tiang memenuhi untuk dapat menopang beban terbesar terhadap tiang pancang.

Hasil perhitungan dari masing-masing metode baik metode Touma & Reese, Mayerhoff, maupun metode Reese & Wright berdasarkan hasil pengujian lapangan SPT (standart penetration test) akan diuraikan serta dirangkum hasil rata-rata dari semua hasil perhitungan daya dukung tiang pancang tunggal dan kelompok, daya dukung tiang pancang yang dibutuhkan yaitu lebih besar dari 204,25 ton. Selanjutnya akan ditabulasikan menjadi satu tabel agar lebih mudah untuk di bandingkan, berikut adalah tabel hasil dari perhitungan ketiga metode tersebut:

Tabel 3. Hasil perbandingan daya dukung tiang pancang

Notasi	Touma & Reese	Reese & Wright	Mayerhoff	Rata-rata
$Q_p$	359.162	19131.194	452.099	6647.49
$Q_s$	6197.182	0.194	19.946	2072.44
$Q_{ult}$	171.489	500.404	137.432	269.78
$Q_{all}$	57.163	166.801	45.811	89.93
$N$	7.179	2.479	11.618	7.09
$Eff$	0.986	0.986	0.986	0.99
$Q_g$	394.368	1150.763	316.047	620.39
	6197.182	0.194	19.946	2072.44

Dari hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang tunggal dan kelompok, jumlah tiang pancang didapat 7 tiang sesuai dengan yang diketahui dan nilai beban ( $P$ ) 204,25 ton lebih kecil dari nilai ( $Q_g$ ) daya dukung izin tiang pancang kelompok. Maka pondasi tiang pancang di anggap aman.

### SIMPULAN

Hasil analisis daya dukung tiang pancang pada pembangunan Rambu Suar Selat Malaka menunjukkan bahwa metode Touma & Reese menghasilkan daya dukung izin tiang tunggal 57,163 ton dan kelompok 394,368 ton. Metode Mayerhoff memberikan daya dukung izin tiang tunggal 166,801 ton dan kelompok 1150,763 ton. Sedangkan metode Reese & Wright memperoleh daya dukung izin tiang tunggal 45,811 ton dan kelompok 316,047 ton. Dengan jumlah 7 tiang pancang, beban 204,25 ton lebih kecil dari daya dukung izin kelompok, sehingga pondasi tiang pancang dianggap aman.

Hasil perhitungan analisa dari ketiga metode di anggap aman. Untuk perhitungan

daya dukung tiang pancang disarankan menggunakan metode touma & reese karena diambil nilai yang paling kritis.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Candra, Agata Iwan, Anasrudin Yusuf, and Amanda Rizky F. 2018. "Studi Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pada Pembangunan Gedung Lp3M Universitas Kadiri." *Jurnal CIVILA* 3 (2): 166. <https://doi.org/10.30736/cvl.v3i2.259>.
- Mahmudi, Agus. 2023. "Analisis Hasil Pengujian Sondir Untuk Mengetahui Kapasitas Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Pancang Dan Bore Pile Terhadap Variasi Dimensi Di Lokasi Ubhara Surabaya." *Inter Tech* 1 (1): 43–51. <https://doi.org/10.54732/i.v1i1.1023>.
- Mulyono, Mulyono, and Dian Hastari Agustina. 2022. "Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal Dan Kelompok (Studi Kasus Proyek Hangar Lion Air Batam)." *Sigma Teknika* 5 (2): 372–82. <https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v5i2.4646>.
- Pribadi, Gali, and Yonas Prima Arga Rumbayso. 2023. "Analisis Perbandingan Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Bor Dengan Perhitungan Manual Dan Software ALLPILE." *Jurnal TESLINK: Teknik Sipil Dan Lingkungan* 5 (2): 16–20. <https://doi.org/10.52005/teslink.v5i2.301>.
- Sagita, Monika Ayu, Fera Fahriani, and Yayuk Apriyanti. 2020. "Analisis Perbandingan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasar Hasil Uji SPT Dan Pengujian Dinamis Pada Proyek Penggantian Jembatan Baturusa." *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Pada Masyarakat* 4 (1): 11.
- Sudarma, I Made, Ida Bagus Indramanik, and A.A Putu Ambara Putra. 2016. "Analisa Perbandingan Perencanaan Struktur Antara Pondasi Bore Pile Dengan Pondasi Tiang Pancang (Studi Kasus Pada Proyek Gedung Dprd Bali)." *Jurnal Teknik Gradien*, 1–16.
- Suryadi, Rudy, Soewignjo Agus Nugroho, and Muhardi. 2015. "Pengaruh Kemiringan Pondasi Tiang Terhadap Daya Dukung Tiang Tunggal Akibat Beban Vertikal." *Proceedings Annual Civil Engineering Seminar* 1 (2008): 263–71.
- Yusti, Andi, and Ferra Fahriani. 2014. "Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Diverifikasi Dengan Hasil Uji Pile Driving Analyzer Test Dan CAPWAP." *Jurnal Fropil* 2 (1): 19–31.