

MIKROPILE BETON SEBAGAI PENGGANTI MIKROPILE KAYU ULIN DAN GALAM

Yusti Yudiawati

Politeknik Negeri Banjarmasin

ABSTRACT

The dimensions of Iron Wood and Galam Wood micropile that available in market less met requirement as pile foundation because very small dimension and very limited length of pile module. Micropile foundation on small/light structure in future would be planned with prestressed concrete micropile. Prototypes of micropile were produced in 2 size i.e. 10cm×10cm and 15cm×15cm. Realiability of micropile's bearing capacity as floating pile or full friction pile foundations were known with field loading test. The results were compared with bearing capacity of Galam micropile. Increase of pile's cross sectional area and length of embedded module increased pile surface area and significantly improved ultimate bearing capacity. Pile surface area increment of 1.16 – 1.74 times raised ultimate bearing capacity to 1.84 – 3.24 times compared with Galam micropile. Concrete micropile had better bearing capacity realibility than timber micropile.

Keywords: *floating pile, prototype, ultimate bearing capacity, micropile, pile surface area*

ABSTRAK

Dimensi mikropile kayu ulin dan kayu galam yang tersedia di pasaran sudah kurang memenuhi persyaratan sebagai pondasi tiang karena dimensi tiang yang sangat kecil dan panjang modul tiang sangat terbatas. Pondasi mikropile pada bangunan sederhana/ringan pada masa yang akan datang direncanakan berupa mikropile beton prestress. Prototype mikropile dibuat dalam 2 ukuran yaitu 10cmx10cm dan 15cmx15cm. Panjang prototype yang diuji 400cm dan 500cm. Keandalan daya dukung mikropile sebagai pondasi *floating pile* atau *full friction pile* ini diketahui dengan uji pembebanan lapangan. Hasil uji dibandingkan dengan daya dukung mikropile galam. Penambahan luas penampang tiang dan panjang modul tertanam meningkatkan luas selimut tiang dan secara signifikan meningkatkan kapasitas ultimit. Penambahan luas selimut tiang 1,16-1,74 kali meningkatkan daya dukung ultimit hingga 1,84-3,24 kali dibanding mikropile galam. Mikropile beton memiliki keandalan daya dukung lebih baik daripada mikropile kayu.

Keywords : *floating pile, prototype, kapasitas ultimit, mikropile, luas selimut tiang*

PENDAHULUAN

Kota Banjarmasin merupakan ibu kota provinsi Kalimantan Selatan, Indonesia. Kota Banjarmasin terletak pada 3°15' sampai 3°22' Lintang Selatan dan 114°32' Bujur Timur, ketinggian tanah asli berada pada 0,16 m di bawah permukaan laut dan hampir seluruh wilayah digenangi air pada saat pasang. Banjarmasin terletak di tepian timur sungai Barito dan dibelah oleh Sungai Martapura yang berhulu di Pegunungan Meratus. Banjarmasin dijuluki *Kota Seribu Sungai*, memiliki wilayah seluas 98,46 km² yang merupakan delta atau kepulauan, terdiri dari sekitar 25 buah pulau kecil (delta) yang dipisahkan oleh sungai-sungai di antaranya pulau Tatas, pulau Kelayan, pulau Rantauan Keliling, pulau Insan dan lain-lain. Kota Banjarmasin dipengaruhi oleh pasang surut air laut Jawa, sehingga berpengaruh kepada drainase kota dan memberikan ciri khas tersendiri terhadap kehidupan masyarakat (Sumber: Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas).

Tanah Banjarmasin permukaannya berupa tanah alluvial sangat lunak yang didominasi struktur lempung yang cukup tebal hingga sekitar 25 – 30 m. Kondisi alam ini mengharuskan untuk konstruksi pondasi di Banjarmasin menggunakan pondasi tiang. Karena letak tanah keras sangat jauh dari muka tanah, yaitu rata-rata terdapat kedalaman 35 – 40 m dari muka tanah. Pondasi tiang di Banjarmasin yang umum digunakan merupakan pondasi tiang apung atau *floating pile* atau *full friction pile*. Hal ini karena seluruh kedalaman tiang tertanam masih berada di lapisan tanah sangat lunak yang memiliki kadar air sangat tinggi ($\pm 100\%$) sehingga seperti mengapung dan seluruh tahanan tiang yang dihasilkan hanya berasal dari lekatan antara tiang dengan tanah saja (Mochtar, 1985).

Kebanyakan masyarakat asli Banjarmasin atau dikenal dengan istilah “urang Banjar” tinggal di bantaran sungai maupun di atas tanah rawa pasang surut yang hampir sepanjang tahun selalu dalam kondisi terendam. Konstruksi rumah tinggal masyarakat asli Banjar umumnya merupakan rumah panggung dengan konstruksi kayu, baik untuk bangunan atas (rumah) maupun bangunan bawah (pondasi dan tiang rumah panggung). Untuk kebutuhan akses antar rumah di perkampungan yang berada di bantaran sungai ini selain menggunakan perahu adalah dengan membuat konstruksi titian kayu yang hanya boleh dilewati oleh kendaraan roda 2 dan orang. Konstruksi titian juga sepenuhnya merupakan konstruksi kayu.



Gambar 1. Bangunan rumah dan titian kayu di bantaran sungai Kota Banjarmasin

Dahulu pondasi rumah dan titian menggunakan tiang kayu ulin atau kayu galam seperti diperlihatkan Gambar 1. Pada masa sekarang ini penggunaan kayu ulin sudah tidak lagi menjadi pilihan karena kayu ulin sudah mulai langka terutama dengan dimensi yang cukup besar seperti yang tersedia di masa 30-50 tahun lalu. Kelangkaan bahan kayu ulin menyebabkan mahalnya harga kayu ulin tersebut. Kayu galam yang masih tersedia di pasaran sekarang ini mempunyai dimensi penampang kecil dan panjang yang relatif pendek. Hal ini menjadikan penggunaan kayu ulin dan kayu galam sebagai bahan konstruksi pondasi tiang *friction* sudah tidak ekonomis dan kurang memenuhi persyaratan sebagai bahan pondasi tiang.

Bangunan-bangunan rumah masyarakat sekarang ini mulai beralih pada konstruksi beton tetapi untuk pondasi masih menggunakan konstruksi kayu, seperti ditunjukkan Gambar 2.



Gambar 2. Bangunan rumah konstruksi beton dengan pondasi tiang kayu

Berat bangunan rumah dengan konstruksi beton jauh lebih besar dibanding konstruksi kayu. Karena dimensi tiang kayu yang kecil maka diperlukan jumlah tiang kayu ulin/galam yang sangat banyak untuk menopang suatu konstruksi sederhana agar mampu memenuhi syarat kestabilan dan keamanan sebagai pondasi tiang *friction*. Kondisi ini menciptakan peluang pada mikropile beton sebagai alternatif pengganti kayu ulin atau kayu galam pada konstruksi pondasi tiang bangunan rumah panggung di Banjarmasin.

Penelitian ini memfokuskan pada prototype mikropile beton dengan ukuran menyerupai kayu ulin atau galam yang pada saat produksi dapat diatur panjang dan dimensi modul tiang yang diproduksi sehingga dapat meningkatkan kapasitas dukung tiang dengan tetap memperhatikan faktor kemudahan dalam pelaksanaan pekerjaan pondasi tiang. Prototype ini diharapkan dimasa yang akan datang dapat dibuat secara massal sehingga dapat dijadikan alternatif bagi masyarakat umum dalam mendesain pondasi rumah sederhana ataupun untuk pondasi konstruksi jalan titian di kota Banjarmasin. Mikropile beton pada prototype ini di desain dengan dimensi yang tidak jauh berbeda dengan kayu ulin dan kayu galam, sehingga dalam pelaksanaan pekerjaan pondasi tidak jauh berbeda dengan penggunaan mikropile kayu ulin/galam.

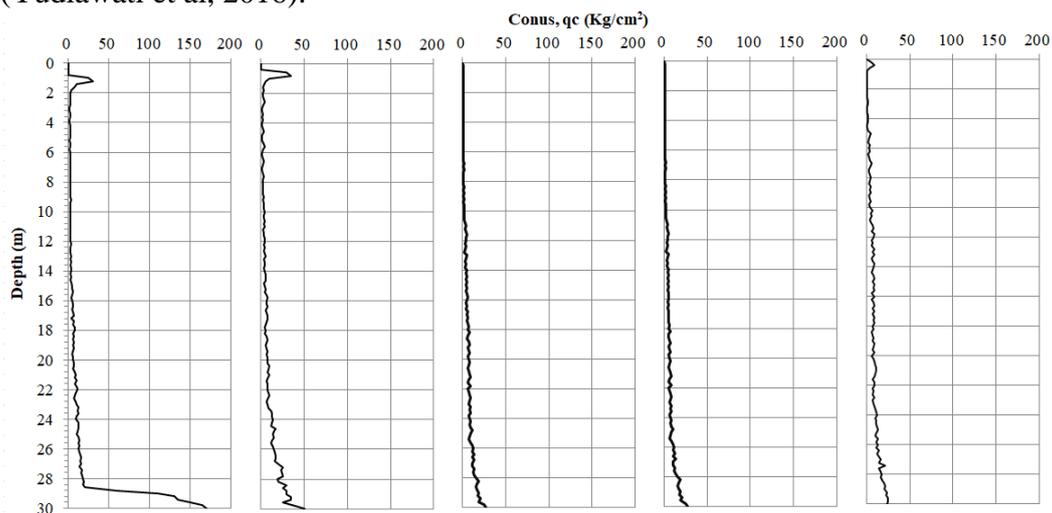
TANAH DAN BAHAN TIANG

Hasil pengujian tanah pada beberapa lokasi tipikal di Banjarmasin seperti ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 3.

Tabel 1. Deskripsi tanah hasil uji bor dan SPT di titik BH-1

Depth (m)	Soil Description	N-SPT
0.00 – 3.00	Organic silt very soft, dark brown	0
3.00 – 5.00	Silty clay, very soft, grey	0
5.00 – 8.00	Silty clay, sandy, very soft, grey	0
8.00 – 24.00	Silty clay, very soft, grey	0 - 1
24.00 – 25.00	Silty clay, with organic matter, very soft, grey	2

Hasil pengujian *boring* di area penelitian menunjukkan hingga kedalaman 25 m pemboran nilai N-SPT yang dihasilkan saat pengujian hanya sebesar 0 – 2, hasil ini menunjukkan apabila tanah di lokasi penelitian merupakan tanah sangat lunak (Yudiawati et al, 2016).



Gambar 3. Hasil CPT/sondir di Banjarmasin (PT.Kalimantan Soil Engineering, 2015)

Mikropile yang digunakan sebagai bahan prototype pondasi tiang ini adalah tipe 10/10 dan 15/15. Mikropile merupakan beton *precast prestress* dengan mutu beton tinggi minimal K-500. Prototype ini dibuat di pabrik PT Kalimantan Concrete Engineering di Banjarbaru Kalimantan Selatan.

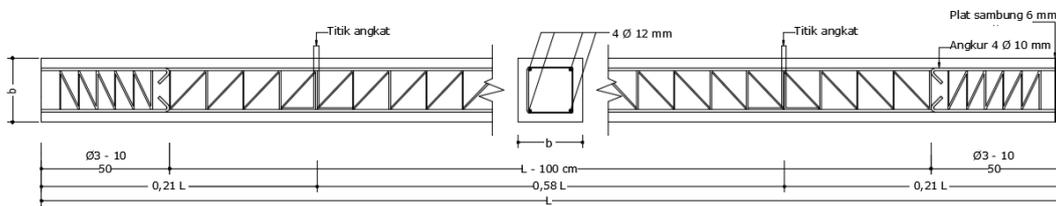
Dua prototype yang digunakan dalam penelitian ini yaitu prototype uji pembebanan dan prototype desain produk. Kondisi ini dikarenakan prototype mikropile beton didesain dengan beton prategang atau beton *prestress*. Pembuatan mikropile *prestress* hanya dapat dilakukan dalam sebuah cetakan tetap yang dibuat dalam skala besar di pabrik. Prototype desain akan dibuat secara massal apabila sudah dipastikan akan digunakan dalam suatu pekerjaan.

Pembuatan contoh prototype yang diuji di lapangan dibuat sebagai beton *precast non prestress*, menggunakan tulangan polos diameter 12

mm. Prototipe mikropile untuk uji pembebanan menggunakan spesifikasi seperti ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 4. Prototipe mikropile *prestress* desain seperti ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gambar 5.

Tabel 2. Prototype untuk Uji Pembebanan Kayu Galam

Dimensi	Luas Penampang (cm ²)	Panjang Tertanam (cm)	Penulangan
Dia 10/12 cm	95	400	-
10 cm x 10 cm	100	400	4 dia 12 mm (prototype)
15 cm x 15 cm	225	400	4 dia 12 mm (prototype)
15 cm x 15 cm	225	500	4 dia 12 mm (prototype)

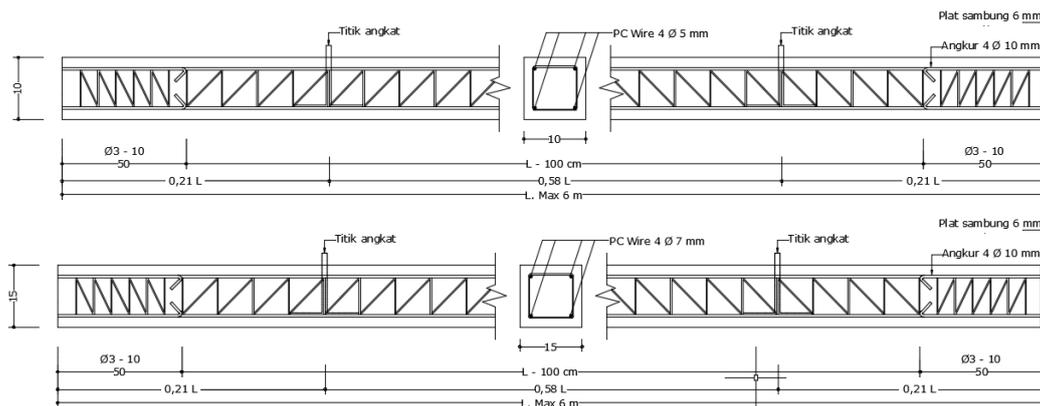


Gambar 4. Prototype mikropile beton *non prestress* untuk uji pembebanan

Tabel 3. Prototype Desain Beton Prestress K-500

Dimensi	Luas Penampang (cm ²)	Panjang Modul (cm)	Penulangan
10 cm x 10 cm	100	600	4 dia 7 mm
15 cm x 15 cm	225	600	4 dia 7 mm

Catatan: Modul mikropile beton diberikan plat sambung pada ujung tiang



Gambar 5. Desain prototype mikropile beton *prestress*

METODE PEMBUATAN PROTOTYPE MIKROPILE

Prototype yang digunakan sebagai tiang uji dibuat dalam model tiang beton precast. Digunakan cetakan kayu dalam pembuatan model prototype ini.

Penulangan dilakukan diluar cetakan setelah selesai, modul penulangan diletakkan di dalam cetakan kemudian dilakukan pengecoran tiang dengan mutu yang direncanakan. Gambar 6 merupakan tiang prototype yang sudah diproduksi dan akan digunakan untuk bahan uji pembebanan di lapangan.



Gambar 6. Prototype bahan jadi tiang uji mikropile beton

Prototype desain dengan beton *prestress*, akan diproduksi pada cetakan baja yang dibuat permanen di pabrik. Tahapan pembuatan mikropile beton *prestress* sebagai berikut:

1. Pasang baja tulangan utama pada cetakan yang telah dibersihkan.
2. Pasang pembesian *beugel* pada tulangan utama.
3. Pasang plat sambung dan sekat antar tiang.
4. Setting penulangan utama pada balok *jacking pile*.
5. Lakukan penarikan baja di setiap tulangan utama dengan mesin *jacking pile*.
6. Setting *beugel* dan ikat dengan *bendrat* sesuai jarak rencana penulangan.
7. Lakukan pengecekan pada setiap modul tiang.
8. Lakukan pemberian minyak bekisting pada cetakan.
9. Pengecoran beton dilakukan pada modul tiang dengan pemadatan menggunakan *hand vibrator*.
10. Lakukan *finishing* dengan kasutan di permukaan setiap modul tiang.
11. Setelah usia tiang minimum 8 jam, potong baja prategang yang masih terjepit pada *balok jacking*.
12. Lakukan pengangkatan tiang dari cetakan dengan kehati-hatian.
13. Letakkan tiang pada *stocking* produksi dengan menggunakan balok penahan.
14. Tahapan produksi selesai.



Gambar 7. Contoh cetakan produksi tiang mikropile beton prestress

PENGUJIAN PEMBEBANAN PROTOTYPE MIKROPILE BETON DAN MIKROPILE KAYU GALAM

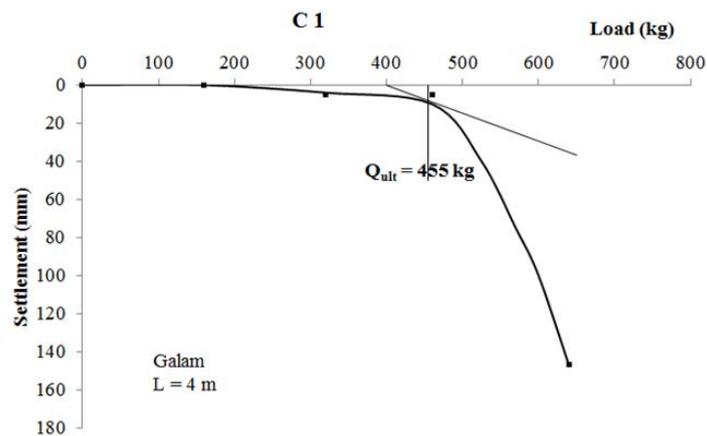
Uji pembebanan prototype mikropile beton dan kayu galam dilakukan di Banjarmasin. Usia tertanam sampel tiang saat diuji >15 hari. Pelaksanaan uji pembebanan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Pemancangan tiang uji dilakukan dengan tripod alat pancang pada area pengujian di lapangan.
2. Diamkan tiang dengan usia tertanam minimum 1 minggu, pada pengujian prototype ini usia tiang saat pengujian adalah >15 hari.
3. Siapkan rangka dari baja UNP yang sudah dirakit sebagai rangka pembebanan saat pengujian.
4. Siapkan beban uji dari balok beton/minipile modul 20cmx20cm panjang 3 m dengan berat beban masing-masing 300 kg/batang sebanyak 15 buah.
5. Lakukan pemotongan kepala tiang uji hingga muka tiang berada sekitar 50-70 cm dari muka tanah dan muka tiang harus dalam posisi tidak terendam air.
6. Setting alat *waterpass* di area pengujian yang dapat sepenuhnya membaca pengamatan saat pengujian tanpa terganggu.
7. Pasang rangka beban dan mistar ukur pada tiang uji.
8. Ukur elevasi rangka beban dengan *waterpass*.
9. Letakkan beban uji pada setiap tahapan pembebanan dan lakukan pengamatan penurunan dengan waktu pengamatan per 10 menit selama 60 menit
10. Apabila penurunan tidak terjadi lagi selama masa 3x pembacaan atau maksimal dalam masa 60 menit, pemberian beban tahap berikutnya dilanjutkan.
11. Pemberian beban dihentikan apabila penurunan terjadi terus menerus atau tiang amblas ke dalam tanah saat tercapainya kondisi ultimit.
12. Apabila kondisi ultimit telah tercapai, lakukan pelepasan beban pada tiang.
13. Ukur elevasi muka tiang setelah pengujian.

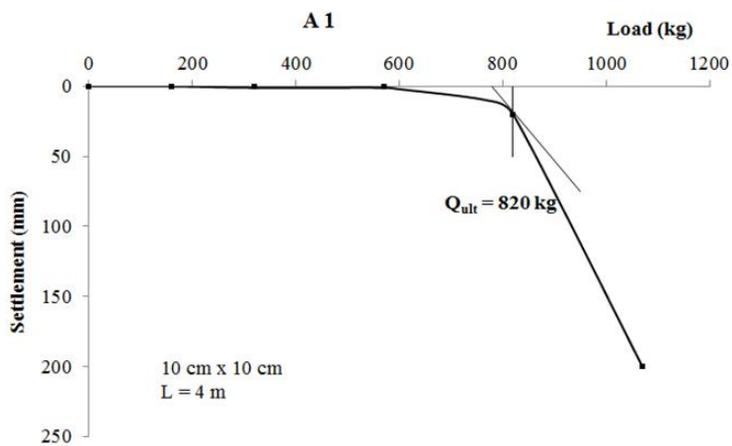


Gambar 8. Pelaksanaan pengujian pembebanan prototype mikropile beton

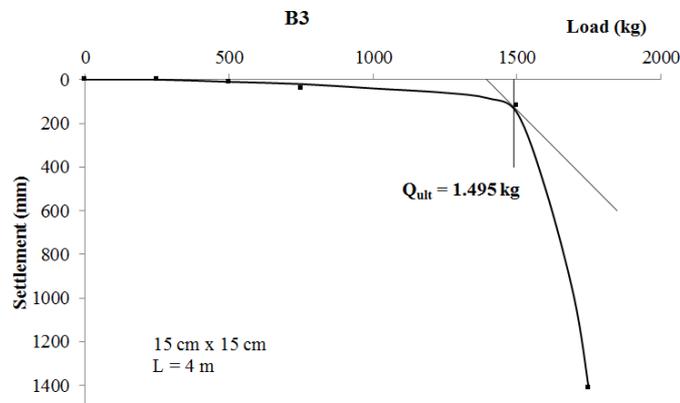
HASIL UJI PEMBEBANAN PROTOTYPE MIKROPILE



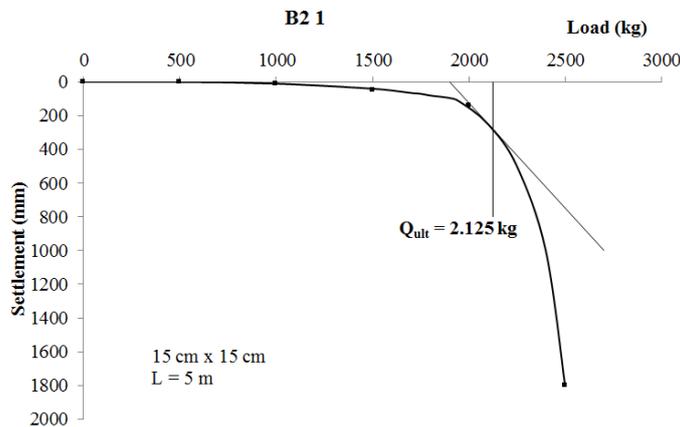
Gambar 9. Kurva *load displacement* mikropile galam dia 10/12 cm modul 4 m



Gambar 10. Kurva *load displacement* mikropile 10cmx10cm modul 4 m



Gambar 11. Kurva *load displacement* mikropile 15cmx15cm modul 4 m



Gambar 12. Kurva *load displacement* mikropile 15cmx15cm modul 5 m

Tabel 4. Dimensi mikropile dan Hasil Uji Pembebanan

Dimensi	Luas Penampang (cm ²)	Berat tiang (kg)	Luas Selimut (cm ²)	Kapasitas Ultimit (Q _{ult}) (kg)	Kapasitas Ultimit Netto (kg)
Dia 10/12 cm (dia 11 cm)@4m	95	60.8	13816	455	394.2
10 cm x 10 cm @4m	100	96	16000	820	724
15 cm x 15 cm @4m	225	216	24000	1495	1279
15 cm x 15 cm @5m	225	270	30000	2125	1855

Tabel 4 menunjukkan peningkatan luas selimut tiang secara signifikan akan meningkatkan kapasitas ultimit tiang. Karena kapasitas dukung tiang yang dihasilkan oleh mikropile seluruhnya berdasarkan lekatan antara selimut tiang dengan tanah, maka hasil ini menunjukkan apabila kemampuan lekatan antara mikropile kayu galam dengan tanah lebih kecil dibanding lekatan antara mikropile beton dengan tanah.

Tabel 5. Perbandingan kapasitas ultimit netto dan luas selimut tiang mikropile

Perbandingan	Luas selimut (cm ²)	Qult netto (kg)
Beton 10/10@4m vs Galam@4m	1.16	1.84
Beton 15/15@4m vs Galam@4m	1.74	3.21
Beton 15/15@5m vs Galam@4m	2.17	4.71
Beton 15/15@4m vs 10/10@4m	1.50	1.77
Beton 15/15@5m vs 10/10@4m	1.88	2.56
Beton 15/15@5m vs 15/15@4m	1.25	1.45

Tabel 5 menjelaskan bahwa perbandingan kapasitas dukung tiang beton dengan tiang galam memberikan peningkatan yang lebih besar pada tiang beton dibanding tiang galam. Hal disebabkan faktor adhesi pada tanah lebih bekerja optimal pada tiang beton daripada tiang kayu. Hasil ini menunjukkan apabila mikropile beton memiliki kehandalan daya dukung lebih baik daripada mikropile kayu.

KESIMPULAN

Hasil uji pembebanan pada 3 prototype mikropile beton di Banjarmasin ini menghasilkan daya dukung ultimit netto yang cukup baik. Mikropile 10cmx10cm panjang tertanam 4 m sebesar 724 kg. Mikropile 15cmx15cm panjang tertanam 4 m sebesar 1279 kg dan panjang tertanam 5 m sebesar 1855kg. Mikropile kayu galam menghasilkan kapasitas dukung yang lebih kecil yaitu 394.2 kg untuk panjang tertanam 4 m. Penambahan luas penampang tiang dan panjang modul tertanam akan menyebabkan peningkatan luas selimut tiang dan secara signifikan meningkatkan kapasitas ultimit. Peningkatan luas selimut tiang 1,16-1,74 kali meningkatkan daya dukung ultimit hingga 1,84-3,24 kali dibanding mikropile galam. Mikropile beton memiliki kehandalan daya dukung lebih baik daripada mikropile kayu.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D 1143 – 81, *Method of Testing Piles Under Static Axial Compressive Load*, ASTM Committee on Standard, 1916 Race St, Philadelphia.
- Hardiyatmo, HC, 2008, *Teknik Pondasi 2*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Kalimantan Soil Engineering, P.T, 2015, Laporan Uji Sondir Banjarmasin.
- Mochtar, I.B. 1985. *An Experiment Study of Skin Friction and Creep of Piles in Clay*, Ph.D Thesis, Department of Civil and Environmental Engineering University of Wisconsin, Madison, Wisconsin.
- Wikipedia Bahasa Indonesia, *Ensiklopedia Bebas, Kota Banjarmasin*, (online), (https://id.wikipedia.org/wiki/Kota_Banjarmasin, diakses pada 22 Oktober 2017).
- Yudiawati, Y, 2016, *Daya Dukung Tiang Tunggal Lekatan Penuh Hasil Perhitungan CPT dan Uji Pembebanan Lapangan*, Proceedings 20th Annual National Conference on Geotechnical Engineering, pp 283-288, Jakarta.