

ANALISIS KAPASITAS DAYA DUKUNG PADA RAGAM PONDASI BETON BULAT MENGGUNAKAN STANDARD PENETRATION TEST (SPT)

Undayani Cita Sari^{1*}, Moh. Nur Sholeh², M. Mirza Abdilah Pratama³, Ivan James Aritonang¹, Febi Danu Prasetya¹

¹Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro;

²Departemen Sipil dan Perencanaan, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro;

³Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang;

^{1*}e-mail: undayanicita@live.undip.ac.id

ABSTRACT

One of the field investigations to determine the characteristics of the soil is Standard Penetration Test (SPT). In the SPT test, soil samples can also be obtained, then it can be used to determine the physical and mechanical properties of a soil. Meanwhile, the value of SPT (N-SPT) can be used to determine the bearing capacity of deep foundations. Deep foundations are usually used in high-rise buildings that have large loads with hard soil conditions that are relatively deep. This study analyzes the bearing capacity of spherical concrete pile with various diameters of 70 mm, 80 mm, 90 mm, and 100 mm. In this study, the pile depth was determined at 20 meters. The analysis was carried out using empirical methods and Allpile programming. The location of this study was in the northern part of Semarang. The results show that the diameter has an effect on increasing the bearing capacity. Mapping of the results of the bearing capacity was also presented using GIS. Based on the map, it is found that the lowest bearing capacity is located in the northern part (location of Tanjung Mas Semarang) with soft soil classification. Meanwhile, the highest carrying capacity is shown in Central Semarang with medium soil classification.

Keywords: spherical pile, bearing capacity, N-SPT, empirical method, Allpile, GIS mapping

ABSTRAK

Salah satu investigasi dilapangan untuk mengetahui karakteristik tanah adalah menggunakan *Standard Penetration Test* (SPT). Pada pengujian SPT juga dapat diperoleh sampel tanah yang selanjutnya dapat digunakan untuk mengetahui propertis fisik dan mekanis dari suatu tanah. Sementara itu, nilai SPT (N-SPT) dapat digunakan untuk mengetahui kapasitas daya dukung pondasi dalam. Pondasi dalam ini biasanya digunakan pada bangunan bertingkat yang memiliki beban besar dengan kondisi tanah keras yang relatif cukup dalam. Pada studi ini menganalisis hasil kapasitas daya dukung pondasi bulat beton dengan berbagai variasi diameter dari 70 mm, 80 mm, 90 mm, dan 100 mm. Pada studi ini, kedalaman pondasi ditentukan pada 20 meter. Analisis dilakukan menggunakan metode empirik dan pemrograman Allpile. Lokasi tinjauan studi ini adalah pada wilayah Semarang bagian Utara. Hasil menunjukkan diameter pondasi berpengaruh terhadap peningkatan kapasitas daya dukungnya. Pemetaan hasil dari kapasitas daya dukung juga ditampilkan dengan menggunakan GIS. Berdasarkan pemetaan yang dibuat, diperoleh bahwa kapasitas daya dukung terendah terletak di bagian utara (lokasi Tanjung Mas Semarang) dengan klasifikasi tanah lunak. Sedangkan, kapasitas daya dukung tertinggi ditunjukkan adalah di Semarang Tengah dengan klasifikasi tanah sedang.

Kata kunci: pondasi bulat, kapasitas daya dukung, N-SPT, metode empirik, Allpile, pemetaan GIS

1. PENDAHULUAN

Standard Penetration Test (SPT) dan *Cone Penetration Test* (CPT) merupakan pengujian yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik tanah. Juliana dan Tarbiyatno (2019) pada penelitiannya menyampaikan bahwa perhitungan kapasitas daya dukung berdasarkan pengujian *Standard Penetration Test* dan *Cone Penetration Test* memperoleh hasil yang hampir sama besarnya. Oleh karena itu, kedua pengujian ini dapat digunakan dalam perhitungan. Pengujian SPT disebut juga dengan pengujian boring. Pada pengujian SPT ini, dapat diperoleh sampel tanah yang selanjutnya dilakukan pengujian laboratorium untuk mengetahui nilai propertis fisik dan mekanis dari suatu tanah.

Pengujian SPT dilakukan dengan memasukkan tabung belah secara vertikal dengan cara melakukan pemukulan kedalam tanah. Selain itu, metode ini juga disertai perhitungan jumlah pukulan untuk memasukkan tabung belah tersebut sedalam 300 mm ke dalam tanah. Untuk mencapai kedalaman 300 mm tidak dilakukan dalam sekali pukulan, tetapi dibagi dalam tiga tahap dimana masing-masing 150 mm. Tahap pertama dicatat sebagai dudukan, sedangkan jumlah pukulan pada tahap kedua dan ketiga dijumlahkan untuk memperoleh nilai pukulan N atau perlawanan SPT (SNI 4153: 2008). Sehingga, N-SPT dapat dipahami juga sebagai jumlah pukulan per 300 mm (Look, 2007). Nilai SPT ini yang digunakan dalam perhitungan analisis kapasitas daya dukung pondasi dalam. Arisandi, dkk. (2017) menyebutkan tujuan pengujian SPT adalah untuk memperoleh nilai N yang didefinisikan sebagai nilai kerapatan relatif dari lapisan tanah yang diuji. Selain itu, juga untuk mendapatkan gambaran lapisan tanah berdasarkan pengamatan visual.

Kapasitas daya dukung merupakan kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi akibat struktur yang terletak di atasnya (Hardiyatmo, 2011). Pondasi merupakan bagian dari struktur yang menyalurkan beban struktur atas ke dalam tanah (Prima, dkk., 2019). Dengan mengetahui kapasitas daya dukungnya, maka dapat dianalisis apakah pondasi tersebut cukup aman dalam menahan struktur yang dibebankan padanya. Yusti dan Fahriani (2014) menyatakan bahwa kedalaman tanah keras, jenis tanah pada lokasi, dan beban yang akan dipikul pondasi dapat mempengaruhi penentuan jenis pondasi. Selain karakteristik tanah, kapasitas daya dukung pondasi juga dipengaruhi oleh tipe pondasi, bentuk, dan dimensi pondasi. Macam - macam tipe pondasi adalah seperti tiang bor, tiang pancang, maupun prestress. Sementara itu, untuk bentuk pondasi contohnya adalah bulat maupun kotak.

Variasi bentuk dan dimensi pondasi tentunya dapat mempengaruhi luas dan keliling pondasi yang akan berpengaruh terhadap kapasitas daya dukungnya. Selain itu terdapat pula pengaruh dari kedalaman pondasi dalam. Secara teori, semakin dalam pondasi maka daya dukungnya akan semakin besar. Namun, hal ini juga berpengaruh terhadap biaya pelaksanaan konstruksi. Sehingga, pemilihan pondasi dalam yang efektif dan efisien diperlukan dalam menentukan kapasitas daya dukungnya.

Perhitungan kapasitas daya dukung dengan N-SPT dapat menggunakan berbagai metode persamaan, diantaranya adalah metode Meyerhoff, metode L DeCourt, dan metode Schmertmann. Selain dengan menggunakan metode empirik tersebut, analisis kapasitas daya dukung juga dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan dari pemrograman seperti Allpile.

Kota Semarang secara umum memiliki dua topografi yang berbeda, yaitu wilayah Semarang bagian Utara dan wilayah Semarang bagian Selatan. Pada Semarang bagian utara dekat dengan pantai (daerah pesisir) sehingga tanah keras terletak cukup dalam dari permukaan tanah. Sedangkan, pada Semarang bagian selatan merupakan pegunungan dan bukit, sehingga secara umum tanah keras terletak dekat dengan permukaan tanah. Perbedaan ini dapat menyebabkan perbedaan pula pada nilai kapasitas daya dukungnya.

Lokasi tanah keras ini juga dapat mempengaruhi pemilihan pondasi yang digunakan. Sebagaimana diketahui, pondasi merupakan bagian dari struktur bawah suatu pekerjaan konstruksi yang penting dikarenakan sebagai dasar bangunan harus mampu memikul seluruh beban bangunan di atasnya serta meneruskannya ke dalam tanah sampai kedalaman tertentu (Noor dan Octaviani, 2014).

Oleh karena itu, pada studi ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas daya dukung pondasi dalam menggunakan metode empirik dan pendekatan berdasarkan program Allpile. Program Allpile ini dikembangkan oleh Civiltech Software Co, USA (Agung, dkk. 2017). Sebagai batasan masalah, pondasi dalam yang digunakan adalah pondasi beton berbentuk lingkaran dengan diameter 70 cm, 80 cm, 90 cm, dan 100 cm. Hasil pada studi ini diharapkan dapat untuk mengetahui nilai kapasitas daya dukung di wilayah Semarang bagian Utara dimana memiliki jenis tanah lunak dengan kedalaman tanah keras yang sangat dalam.

2. METODOLOGI

Pada studi ini, mengambil data N-SPT di wilayah Semarang bagian Utara. Nama proyek dan lokasi tinjauan studi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi Tinjauan Studi

No	Nama Proyek	Lokasi	Keterangan
1	Pembangunan Sekolah Kristen Tri Tunggal	Jalan Madukoro Blok AA-BB Semarang, Indonesia	
2	Pembangunan Jalan Arteri Utara Semarang (Simpang 4 Madukoro)	Jalan Arteri Utara Semarang (Simpang 4 Madukoro) Semarang Jawa Tengah	
3	Pekerjaan Kereta Api Pelabuhan Tanjung Mas Lintas Semarang Tawang - Tanjung Mas	Tanjung Mas Semarang Jawa Tengah	wilayah Semarang bagian Utara
4	Pembangunan Rumah dan Toko	Jalan Imam Bonjol Semarang, Jawa Tengah	
5	Perencanaan Gedung Parkir 5 Lantai Universitas Dian Nuswanto	Jalan Nakula I Kel. Pindirikan Kidul Kec. Semarang Tengah Kota Semarang	
6	Pembangunan Jalan Puri Anjasmoro Semarang (Jalan Akses Bandara A. Yani)	Jalan Puri Anjasmoro- Bandara Ahmad Yani, Semarang Jawa Tengah	

Analisis menggunakan data tiang pancang tipe bulat dari beton. Sebagai batasan masalah, ditentukan diameter tiang pancang yang dianalisis adalah 70 cm, 80 cm, 90 cm, dan 100 cm. Kedalaman tanah yang digunakan pada studi ini adalah 20 meter. Hal ini dikarenakan, pada wilayah Semarang bagian Utara, tanah keras sangat dalam terletak dari permukaan tanah sehingga nilai SPT-nya pun cukup kecil. Tanah keras diklasifikasikan pada tanah yang memiliki nilai N-SPT 50, sedangkan untuk tanah dengan N-SPT 15-50 merupakan tanah sedang, dan tanah dengan N-SPT kurang dari 15 merupakan jenis tanah lunak (SNI 1726: 2012). N-SPT yang digunakan disini merupakan nilai tahanan penetrasi standar rata-rata dalam lapisan 30 meter paling atas.

Kapasitas daya dukung pada studi ini dihitung menggunakan metode empiris berdasarkan persamaan metode Mayerhoff, metode Schmertmann, dan metode L DeCourt. Analisis kapasitas daya dukung pondasi dalam menggunakan metode empiris adalah dengan penjumlahan tahanan ujung dan gesekan samping pada pondasi. Pada analisis dengan metode empiris ini diperoleh nilai $Q_{ultimate}$ (Q_{ult}). Selanjutnya untuk memperoleh nilai $Q_{allowable}$ (Q_{all}) atau kapasitas daya dukung yang diijinkan, maka nilai Q_{ult} dibagi dengan faktor keamanan sebesar 3. Selain itu, juga dilakukan analisis menggunakan pemrograman dengan Allpile. Kedua hasil dapat dibandingkan untuk kemudian dilakukan analisis terhadap hasil yang diperoleh. Pemetaan hasil dari kapasitas daya dukung juga ditampilkan dengan menggunakan GIS (*Geographic Information System*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Klasifikasi jenis tanah berdasarkan rata-rata data N-SPT kedalaman 30 meter (SNI 1726: 2012) dan berdasarkan data N-SPT kedalaman 20 meter (Look, 2007) proyek tinjauan studi ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2. Data N-SPT Proyek Tinjauan Studi

No	Nama Proyek	Rata-rata N-SPT 30 Meter	Klasifikasi berdasarkan SNI 1726: 2012	N-SPT pada 20 Meter	Klasifikasi berdasarkan Look, 2007
1	Pembangunan Sekolah Kristen Tri Tunggal	16,6	tanah sedang	27	Lempung sangat kaku
2	Pembangunan Jalan Arteri Utara Semarang (Simpang 4 Madukoro)	9,0	tanah lunak	17	Lempung kaku
3	Pekerjaan Kereta Api Pelabuhan Tanjung Mas Lintas Semarang Tawang - Tanjung Mas	7,2	tanah lunak	3	Lempung lunak
4	Pembangunan Rumah dan Toko	20,4	tanah sedang	30	Lempung sangat kaku
5	Perencanaan Gedung Parkir 5 Lantai Universitas Dian Nuswanto	17,8	tanah sedang	28	Lempung sangat kaku
6	Pembangunan Jalan Puri Anjasmoro Semarang (Jalan Akses Bandara A. Yani)	12,6	tanah sedang	17	Lempung kaku

Berdasarkan data N-SPT pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa terdapat korelasi antara klasifikasi tanah berdasarkan SNI 1726: 2012 dan Look (2007). Lempung lunak berdasarkan klasifikasi Look (2007) merupakan tanah lunak berdasarkan SNI

1726: 2012. Sementara itu, lempung sangat kaku berdasarkan klasifikasi Look (2007) merupakan tanah sedang berdasarkan SNI 1726: 2012, akan tetapi lempung kaku juga dapat diklasifikasikan sebagai tanah lunak dan tanah sedang. Perbedaan ini dikarenakan interval klasifikasi yang berbeda antara SNI 1726: 2012 dan Look (2007). Namun demikian, klasifikasi tanah pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kondisi tanah tinjauan studi adalah sedang-lunak yang terspesifikasi menjadi lempung lunak hingga lempung sangat kaku dan tidak terdapat tanah keras.

Perhitungan daya dukung (Q_{ult}) dilakukan menggunakan metode empiris berdasarkan metode Mayerhoff, metode Schmertmann, dan metode L DeCourt serta menggunakan Allpile. Nilai daya dukung pondasi ini kemudian dibagi dengan faktor keamanan sehingga diperoleh nilai daya dukung, Q_{all} . Tabel 3 menunjukkan nilai daya dukung pada dimensi tiang 70 cm, Tabel 4 pada dimensi tiang 80 cm, Tabel 5 pada dimensi tiang 90 cm, dan Tabel 6 pada dimensi tiang 100 cm.

Tabel 3. Analisis Perhitungan Daya Dukung Pondasi pada Dimensi Tiang 70 cm dan Kedalaman 20 meter

No	Nama Proyek	Metode Mayerhoff	Metode L DeCourt	Metode Schemertmann	Rata-rata	AllPile (kN)
		Q_{all} (kN)	Q_{all} (kN)	Q_{all} (kN)	Q_{all} (kN)	
1	Pembangunan Sekolah Kristen Tri Tunggal	1639,21	672,79	2234,97	1515,65	742,00
2	Pembangunan Jalan Arteri Utara Semarang (Simpang 4 Madukoro)	1032,09	408,36	974,10	804,85	281,80
3	Pekerjaan Kereta Api Pelabuhan Tanjung Mas Lintas Semarang Tawang - Tanjung Mas	335,99	216,40	1547,63	700,01	306,89
4	Pembangunan Rumah dan Toko	2644,27	2055,47	2353,23	2350,99	2286,36
5	Perencanaan Gedung Parkir 5 Lantai Universitas Dian Nuswanto	1699,92	639,69	1603,41	1314,34	662,03
6	Pembangunan Jalan Puri Anjasmoro Semarang (Jalan Akses Bandara A. Yani)	1032,09	647,30	1328,45	1002,62	623,37

Tabel 4. Analisis Perhitungan Daya Dukung Pondasi pada Dimensi Tiang 80 cm dan Kedalaman 20 meter

No	Nama Proyek	Metode Mayerhoff	Metode L DeCourt	Metode Schemertmann	Rata-rata	AllPile (kN)
		Q_{all} (kN)	Q_{all} (kN)	Q_{all} (kN)	Q_{all} (kN)	
1	Pembangunan Sekolah Kristen Tri Tunggal	1837,03	696,20	2451,92	1661,71	886,55
2	Pembangunan Jalan Arteri Utara Semarang (Simpang 4 Madukoro)	1156,65	420,92	1048,83	875,47	358,27
3	Pekerjaan Kereta Api Pelabuhan Tanjung Mas Lintas Semarang Tawang - Tanjung Mas	379,95	239,24	1757,35	792,18	356,67
4	Pembangunan Rumah dan Toko	2752,74	2079,83	2462,00	2431,53	3224,07
5	Perencanaan Gedung Parkir 5 Lantai Universitas Dian Nuswanto	1905,07	655,67	1726,35	1429,03	806,54
6	Pembangunan Jalan Puri Anjasmoro Semarang (Jalan Akses Bandara A. Yani)	1156,65	663,48	1453,80	1091,31	765,66

Tabel 5. Analisis Perhitungan Daya Dukung Pondasi pada Dimensi Tiang 90 cm dan Kedalaman 20 meter

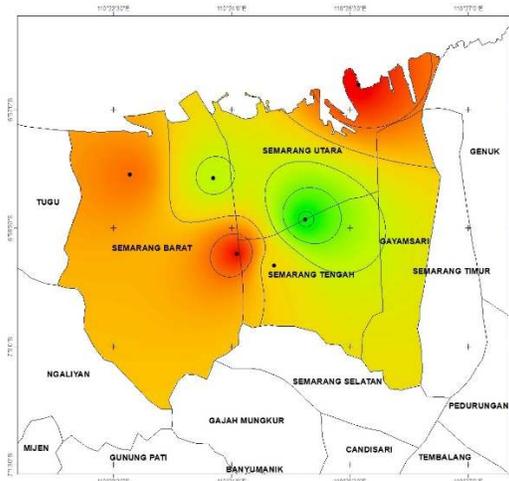
No	Nama Proyek	Metode Mayerhoff	Metode L DeCourt	Metode Schemertmann	Rata-rata	AllPile (kN)
		Q_{all} (kN)	Q_{all} (kN)	Q_{all} (kN)	Q_{all} (kN)	
1	Pembangunan Sekolah Kristen Tri Tunggal	2034,85	719,60	2668,87	1807,77	1040,75
2	Pembangunan Jalan Arteri Utara Semarang (Simpang 4 Madukoro)	1281,20	433,48	1123,56	946,08	452,32
3	Pekerjaan Kereta Api Pelabuhan Tanjung Mas Lintas Semarang Tawang - Tanjung Mas	423,91	262,08	1967,07	884,35	410,25
4	Pembangunan Rumah dan Toko	2861,21	2104,19	2570,78	2512,06	4597,45
5	Perencanaan Gedung Parkir 5 Lantai Universitas Dian Nuswanto	2110,21	671,66	1849,29	1543,72	963,56
6	Pembangunan Jalan Puri Anjasmoro Semarang (Jalan Akses Bandara A. Yani)	1281,20	679,65	1579,15	1180,00	911,28

Tabel 6. Analisis Perhitungan Daya Dukung Pondasi pada Dimensi Tiang 100 cm dan Kedalaman 20 meter

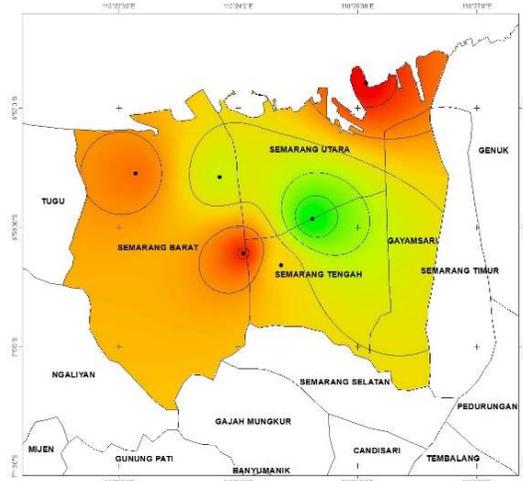
No	Nama Proyek	Metode Mayerhoff	Metode L DeCourt	Metode Schemertmann	Rata-rata	AllPile (kN)
		Q_{all} (kN)	Q_{all} (kN)	Q_{all} (kN)	Q_{all} (kN)	
1	Pembangunan Sekolah Kristen Tri Tunggal	2232,67	743,01	2885,82	1953,83	1204,84
2	Pembangunan Jalan Arteri Utara Semarang (Simpang 4 Madukoro)	1405,75	446,04	1198,28	1016,69	557,41
3	Pekerjaan Kereta Api Pelabuhan Tanjung Mas Lintas Semarang Tawang - Tanjung Mas	467,87	284,91	2176,79	976,52	465,96
4	Pembangunan Rumah dan Toko	2969,69	2128,55	2679,56	2592,60	6345,59
5	Perencanaan Gedung Parkir 5 Lantai Universitas Dian Nuswanto	2315,36	687,64	1972,23	1658,41	1133,26
6	Pembangunan Jalan Puri Anjasmoro Semarang (Jalan Akses Bandara A. Yani)	1405,75	695,83	1704,50	1268,70	1078,38

Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6 menunjukkan semakin besar diameter yang digunakan maka semakin besar pula nilai kapasitas daya dukungnya. Hal ini dikarenakan dengan diameter pondasi yang semakin besar maka dapat mempengaruhi luasan dan keliling dari pondasi tersebut. Perubahan penampang pondasi berpengaruh terhadap nilai kapasitas daya dukungnya. Selain itu, kapasitas daya dukung yang dianalisis pada setiap persamaan empirik, baik menggunakan metode Mayerhoff, metode L Decourt, dan metode Schmertmann, serta menggunakan Allpile mempunyai perbedaan hasil. Kusumah dan Hartono (2018) menyampaikan bahwa deviasi hasil kapasitas daya dukung yang telah dianalisis terjadi karena adanya faktor - faktor empirik yang digunakan. Faktor-faktor empirik ini digunakan sebagai pendekatan dalam proses perhitungan kapasitas daya dukung. Selain itu, pada Allpile terdapat mekanisme transfer beban yang dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor tersebut diantaranya adalah tipe tanah, metode pemasangan, material pondasi, dan geometri pile (Wang, dkk., 2018).

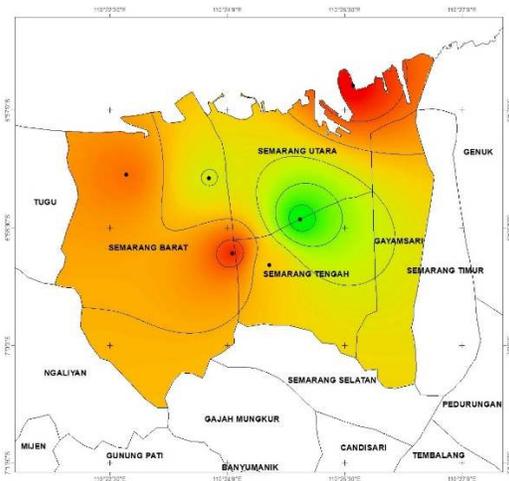
Hasil pada Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6 dapat dibuat peta dengan bantuan GIS yang dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4 untuk analisis daya dukung menggunakan metode Empiris. Sementara itu, Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8 menunjukkan analisis daya dukung menggunakan Allpile.



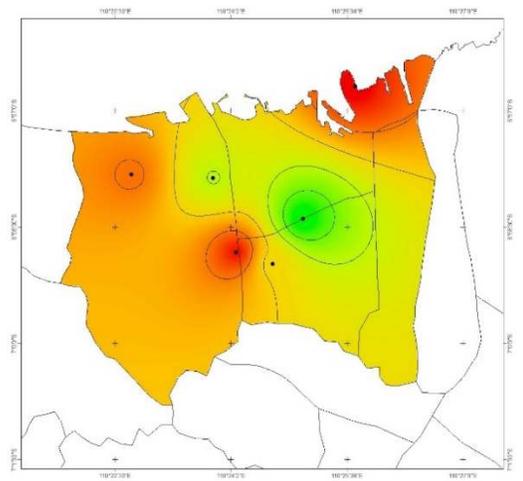
Gambar 1. Peta Kapasitas Daya Dukung menggunakan Metode Empiris Wilayah Semarang bagian Utara Diameter 70 mm



Gambar 3. Peta Kapasitas Daya Dukung menggunakan Metode Empiris Wilayah Semarang bagian Utara Diameter 90 mm



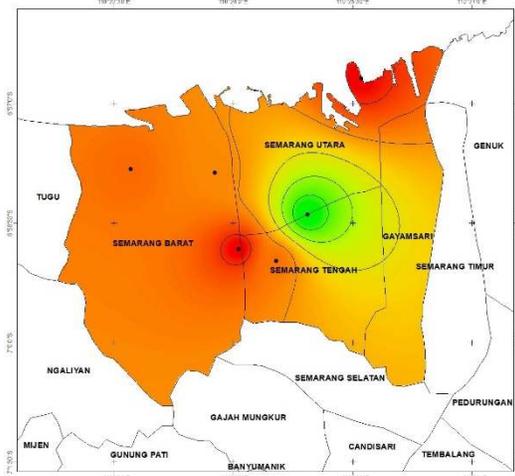
Gambar 2. Peta Kapasitas Daya Dukung menggunakan Metode Empiris Wilayah Semarang bagian Utara Diameter 80 mm



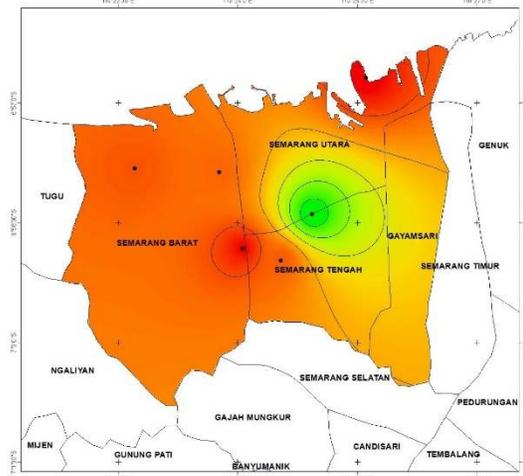
Gambar 4. Peta Kapasitas Daya Dukung menggunakan Metode Empiris Wilayah Semarang bagian Utara Diameter 100 mm

Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4 menunjukkan interval warna yang hampir sama pada setiap peta. Perbedaan adalah pada garis kontur yang menunjukkan interval kapasitas daya dukung pada daerah di wilayah tersebut. Warna merah pada peta menunjukkan nilai kapasitas daya dukung paling rendah pada peta tersebut. Berturut-turut nilai kapasitas daya dukung meningkat dari warna merah,

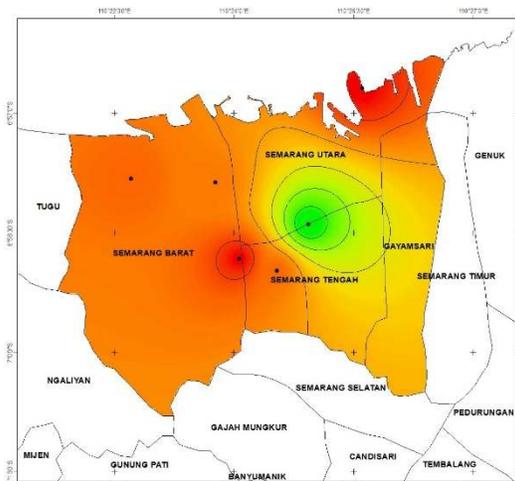
oranye, kuning, dan yang tertinggi adalah warna hijau. Sehingga dapat diketahui bahwa kapasitas daya dukung terendah terletak di bagian utara (kiri peta) atau pada lokasi Tanjung Mas Semarang yang memiliki klasifikasi sebagai tanah lunak. Sedangkan, kapasitas daya dukung tertinggi ditunjukkan pada peta dengan warna hijau (tengah) adalah di Semarang Tengah.



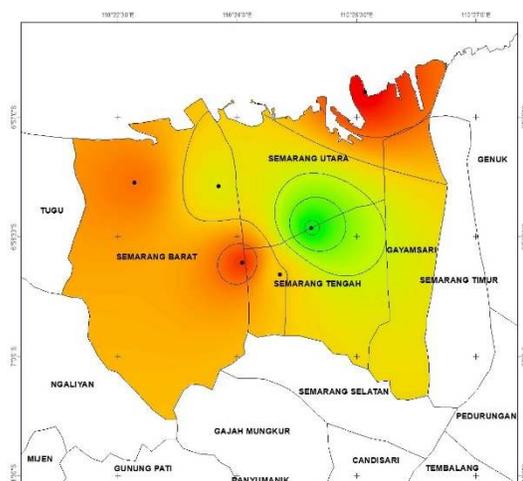
Gambar 5. Peta Kapasitas Daya Dukung menggunakan Allpile Wilayah Semarang bagian Utara Diameter 70 mm



Gambar 7. Peta Kapasitas Daya Dukung menggunakan Allpile Wilayah Semarang bagian Utara Diameter 90 mm



Gambar 6. Peta Kapasitas Daya Dukung menggunakan Allpile Wilayah Semarang bagian Utara Diameter 80 mm



Gambar 8. Peta Kapasitas Daya Dukung menggunakan Allpile Wilayah Semarang bagian Utara Diameter 100 mm

Pemetaan hasil Allpile pada Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8 menunjukkan hasil yang hampir sama dengan pemetaan kapasitas daya dukung metode empiris pada Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4. Daerah dengan daya dukung terendah terletak di bagian utara (kiri peta) atau pada lokasi Tanjung Mas Semarang yang memiliki klasifikasi sebagai tanah lunak. Sedangkan, kapasitas daya dukung tertinggi ditunjukkan pada peta dengan warna hijau (tengah) adalah di Semarang Tengah.

Hal yang membedakan antara pemetaan kapasitas daya dukung berdasarkan metode empiris dan Allpile adalah pada peta hasil dari Allpile menunjukkan warna yang lebih pekat/ gelap, yang menunjukkan nilai kapasitas daya dukung yang lebih rendah. Hal ini terlihat terutama di bagian daerah Semarang Barat pada Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8 terlihat lebih oranye dari pada Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4. Hal ini terjadi dikarenakan dapat dilihat pada Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6, bahwa nilai daya dukung dengan Allpile menunjukkan nilai yang lebih rendah daripada menggunakan metode empirik. Hal ini selaras dengan penelitian Adung, dkk. (2017) yang memberikan hasil bahwa kapasitas daya dukung pada P11 yang dianalisis dengan Allpile menghasilkan nilai yang lebih kecil dari pada analisis manual menggunakan metode Terzaghi dan Meyerhoff.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil diperoleh bahwa pada studi ini, semakin besar diameter pondasi beton bulat yang digunakan maka semakin besar pula kapasitas daya dukungnya. Hal ini dikarenakan perubahan luasan dan keliling dari pondasi bulat tersebut. Kapasitas daya dukung yang dianalisis pada setiap persamaan empirik dan menggunakan Allpile mempunyai perbedaan hasil. Perbedaan ini terjadi karena adanya faktor-faktor empirik yang digunakan. Sesuai dengan peta yang telah dibuat menggunakan GIS, diperoleh bahwa pada studi ini kapasitas daya dukung terendah terletak di bagian utara (kiri peta) atau pada lokasi Tanjung Mas Semarang yang memiliki klasifikasi sebagai tanah lunak. Sedangkan, kapasitas daya dukung tertinggi ditunjukkan di Semarang Tengah. Selanjutnya, diperlukan perbandingan analisis menggunakan *Cone Penetration Test* (CPT) sehingga dapat mengkomparasikan hasil yang diperoleh.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Agung, P.A.M., Djuwari, K.W., Andanawarih, M.F. (2017). Tinjauan Ulang Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Bored Pile pada Pembangunan Jalan Layang Kapt. Tendean – Blok M – Cileduk, Paket Santa Section P10 – P11. *POLITEKNOLOGI*, 16 (1), PP 15-21.
- Arisandi, D., Apriyanti, Y., Fahriani, F. (2017). Analisis Korelasi Nilai N-SPT dengan Nilai Tahanan Konus Sondir Menggunakan Metode Statistika. *Jurnal Fropil*, 5 (1), PP 1-9.
- Hardiyatmo, H.C. (2011). Analisis dan Perancangan Fondasi Bagian I, Edisi Ke-2. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press

- Juliana, N. dan Tarbiyatno. (2019). Hubungan Daya Dukung Tanah berdasarkan Hasil Sondir, SPT dan Laboratorium pada Rencana Pembangunan Gedung Multi Lantai di Lokasi Balige. *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, 5 (2), PP 45-49.
- Kusumah, H., Hartono. (2018). Analisa Daya Dukung dan Penurunan Tanah terhadap Pondasi Telapak di Pembangunan Ruko Jl. Pelabuhan II Kota Sukabumi. *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 8 (2), 275-283
- Look, B.G. (2007). *Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables*. London, UK: Taylor & Francis Group
- Noor, A. dan Octaviani, S. (2014). Evaluasi Perkiraan Daya Dukung Teoritis terhadap Daya Dukung Aktual Tiang berdasarkan Data Sondir dan Loading Test. *Jurnal INTEKNA*, XIV, 1, PP 1 – 101
- Prima, S., Santoso, I. B., Setyarini, J. A. (2019). Studi N-SPT Mengenai Daya Dukung Tiang Pancang pada Konstruksi Pile Slab Proyek Jalan Tol Jakarta – Kunciran – Cengkareng. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 1 (2), PP 133-142.
- SNI 4153: 2008, Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan SPT.
- SNI 1726: 2012, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung
- Wang, S.T., Arrellaga, J.A., Vasquez, L.G. (2018). *Allpile 2018 – User’s Manual*, A Program for the Study of Driven Piles un
- Yusti, A., Fahriani, F. (2014). Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Diverifikasi dengan Hasil Uji *Pile Driving Analyzer Test* dan *CAPWAP* (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Kantor Bank Sumsel Babel di Pangkalpinang). *Jurnal Fropil*, 2 (1), PP 19-31.