

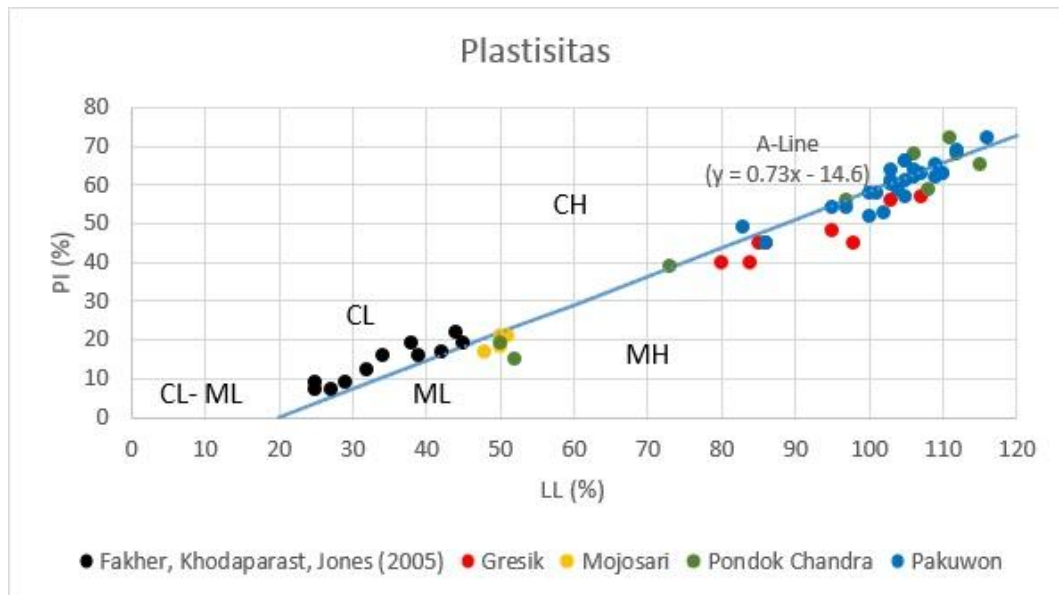
4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian

Pada saat pengetesan, peneliti mengambil beberapa sampel tanah yang dibawa menuju laboratorium. Sampel tersebut dipakai untuk diuji *water content*, berat volume, plastisitas, berat jenis, dan *void ratio*. Hasil uji tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. *Soil Properties* dari 4 Lokasi Penelitian

Tempat	Jenis Tanah	Density (g/cc)	w (%)	LL(%)	PL(%)	PI(%)	LI(%)	Gs
Mojosari	Tanah Campuran	1.79	40.9	50	31	19	0.521	2.7
Pondok Chandra	Lempung Lunak	1.45	89.1	92	40	52	0.952	2.69
Gresik	Lempung Kaku	1.77	45.7	92	39	54	0.129	2.67
Pakuwon	Lempung Kaku	1.72	49.8	103	43	60	0.113	2.65



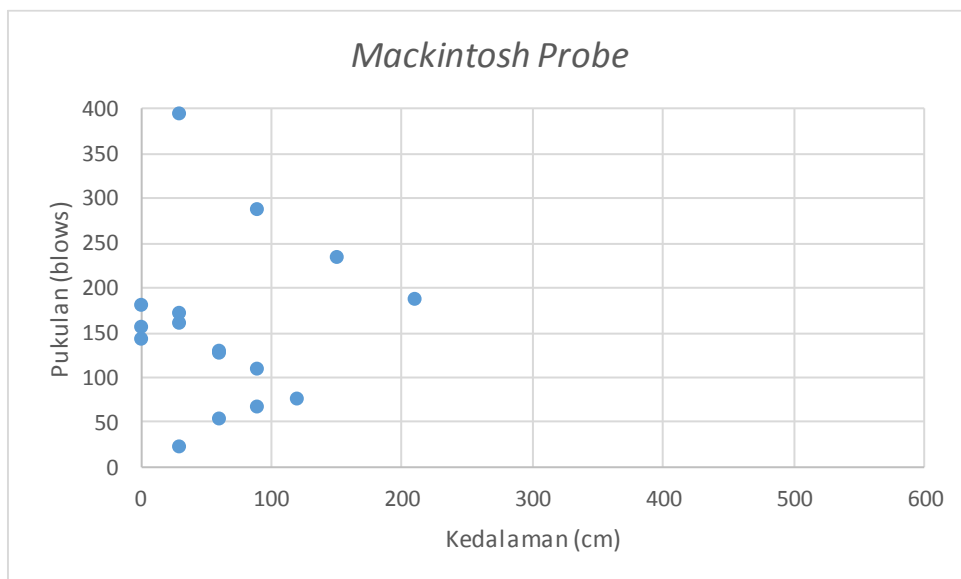
Gambar 4.1. Plastisitas 4 Lokasi Penelitian dan Penelitian Fakher, Khodaparast, Jones (2005)

Dari Gambar 4.1. didapatkan keadaan tanah yang diteliti dari setiap lokasi. Untuk penelitian Fakher, Khodaparast, Jones menunjukkan tanah yang diteliti

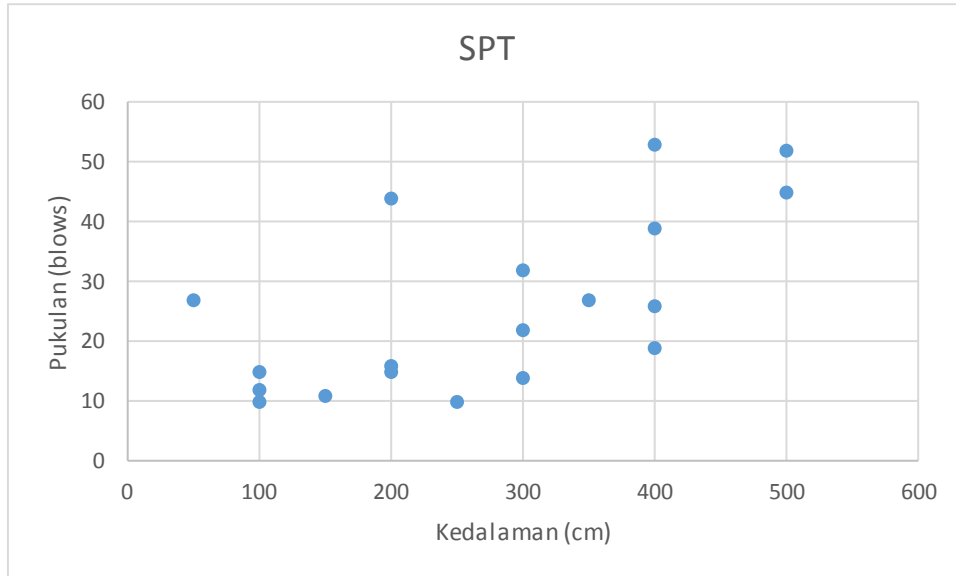
berupa (**CL**) yaitu lempung inorganik dengan plastisitas rendah hingga sedang dengan sedikit pasir dan kerikil. Untuk tanah di Gresik, Pakuwon, dan Pondok Chandra berupa (**CH** dan **MH**) yaitu lempung inorganik dengan plastisitas yang tinggi. Sedangkan untuk tanah Mojosari berupa (**ML**) yaitu lempung inorganik dengan pasir dan kerikil halus.

4.1.1. Mojosari

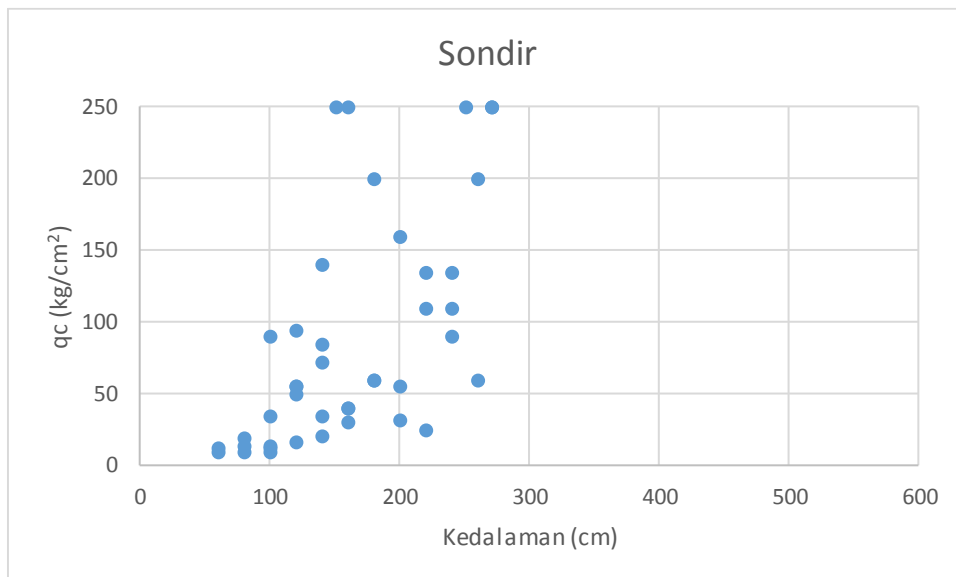
Tanah pada daerah ini berupa tanah campuran. Campuran antara tanah lempung dengan banyak batu yang dipadatkan. Hasil *soil properties* dari Mojosari dapat dilihat pada Tabel 4.1. Tanah tersebut memiliki memiliki *water content* dan indeks plastisitas yang rendah. Hasil penelitian *Mackintosh Probe*, SPT, dan sondir dapat dilihat pada Gambar 4.2, 4.3, dan 4.4.



Gambar 4.2. Hasil Tes *Mackintosh Probe* di Mojosari



Gambar 4.3. Hasil Tes SPT di Mojosari



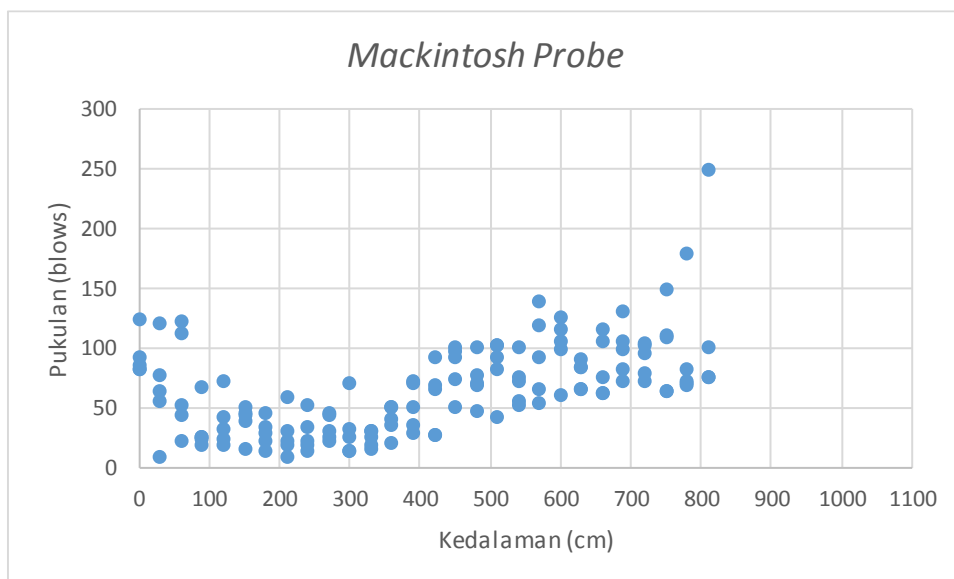
Gambar 4.4. Hasil Tes Sondir di Mojosari

Dari Gambar 4.2, 4.3, dan 4.4, terlihat bahwa untuk tes *Mackintosh Probe* hanya bisa mencapai kedalaman 2.1 meter sedangkan untuk kedalaman maksimal yang dapat dicapai oleh tes SPT dan sondir adalah 5 meter dan 2.7 meter. Pengujian *Mackintosh Probe* dihentikan jika sudah mencapai 400 pukulan yang diulang sebanyak 2 kali secara berurutan. Pada Gambar 4.2, jika jumlah pukulan

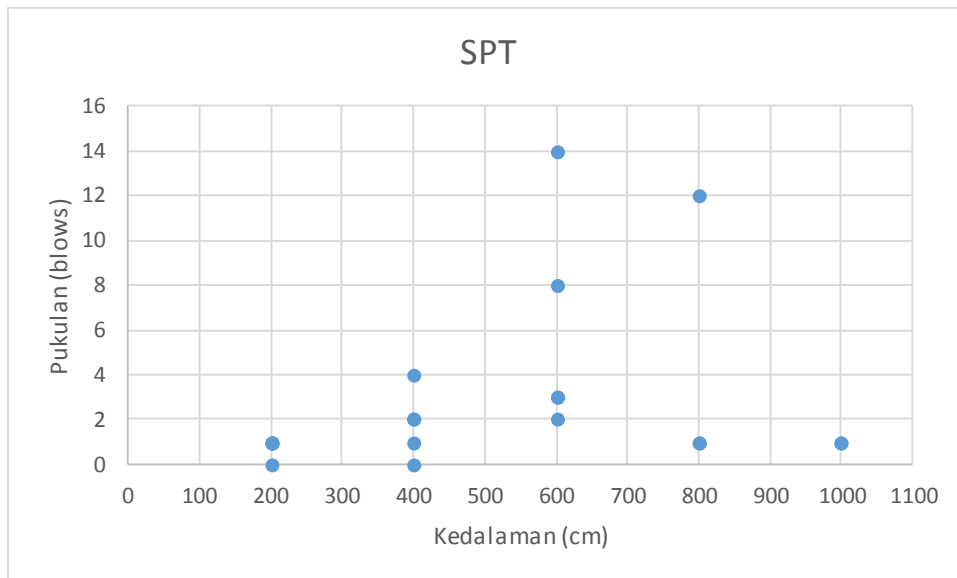
Mackintosh Probe memiliki nilai yang sama dari titik uji yang satu dengan yang lainnya maka dalam gambar hanya diwakilkan satu titik saja. Dapat disimpulkan bahwa tanah di Mojosari sangat heterogen karena pada titik tertentu dengan kedalaman sekitar 0.3 meter sudah mencapai kekuatan maksimal seperti ditunjukkan pada Gambar 4.2. Pada tanah ini juga banyak terdapat batu besar di dalamnya sehingga terkadang sulit untuk ditembus oleh konus ataupun bor. Semua data hasil penelitian dilampirkan secara lengkap pada Lampiran 2, Lampiran 3, dan Lampiran 4.

4.1.2. Pondok Chandra

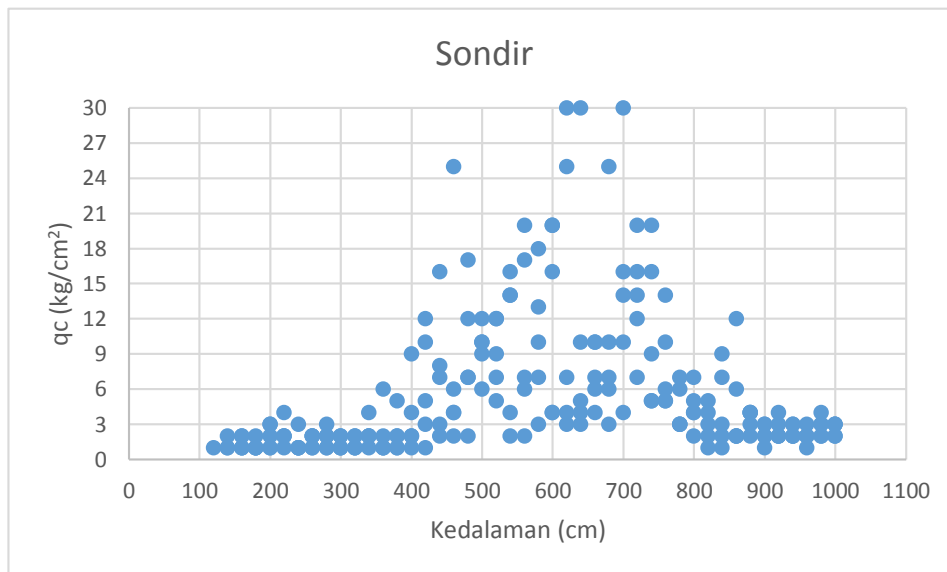
Pengujian tanah yang kedua dilakukan di daerah Pondok Chandra. Tanah di daerah ini berupa tanah lempung yang lunak. Sampel dari tanah ini menunjukkan *water content* dan indeks plastisitas yang tinggi seperti ditunjukkan pada Tabel 4.1. Hasil penelitian *Mackintosh Probe*, SPT, dan sondir di daerah Pondok Chandra dapat dilihat pada Gambar 4.5, 4.6, dan 4.7.



Gambar 4.5. Hasil Tes *Mackintosh Probe* di Pondok Chandra



Gambar 4.6. Hasil Tes SPT di Pondok Chandra



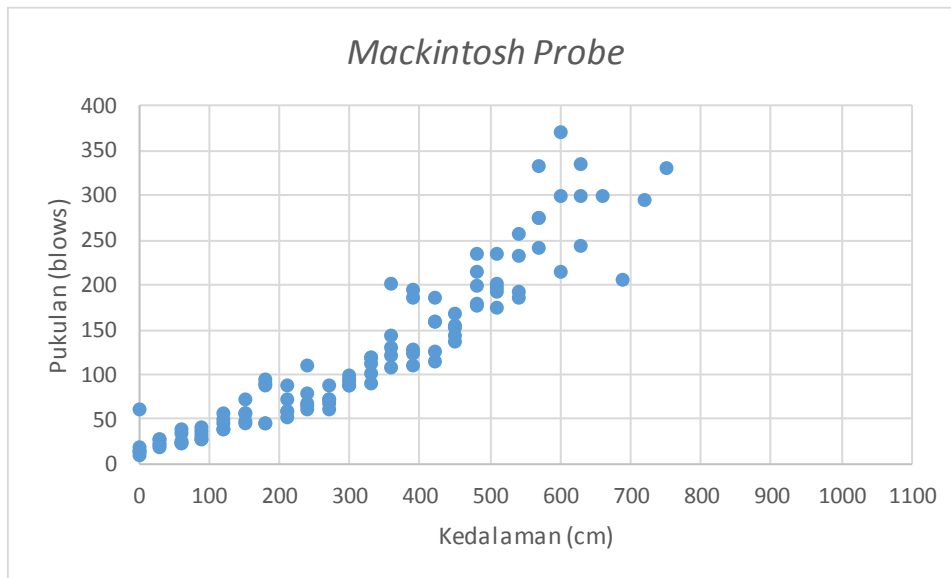
Gambar 4.7. Hasil Tes Sondir di Pondok Chandra

Dari Gambar 4.5, 4.6, dan 4.7, dapat disimpulkan bahwa tanah di daerah Pondok Chandra memiliki keseragaman pada tiap titik penelitian. Hal ini ditunjukkan dengan hasil tiap titik uji memiliki kemiripan nilai dan saling berhimpit tiap titik yang ditampilkan pada Gambar 4.5 dan 4.7. Namun untuk kekuatan tanah di daerah Pondok Chandra terbilang rendah karena terlihat bahwa untuk pengujian

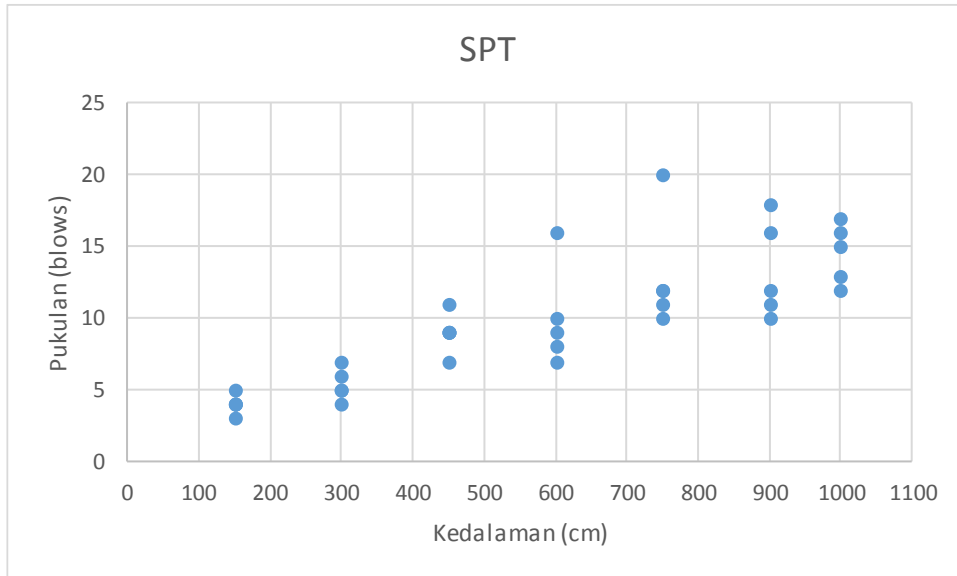
Mackintosh Probe, jumlah pukulan terbanyak hanya mencapai 250 pukulan sedangkan untuk SPT hanya sebanyak 14 pukulan. Begitu juga untuk sondir, qc maksimal yang didapat hanya sebesar 30 kg/cm². Lempung kaku dapat ditemukan di daerah ini pada kedalaman 4 – 8 meter. Hal ini terbukti karena hasil dari pengujian *Mackintosh Probe*, SPT, dan sondir melonjak naik ketika memasuki kedalaman 4 – 8 meter. Semua data hasil penelitian dilampirkan secara lengkap pada Lampiran 2, Lampiran 3, dan Lampiran 4.

4.1.3. Gresik

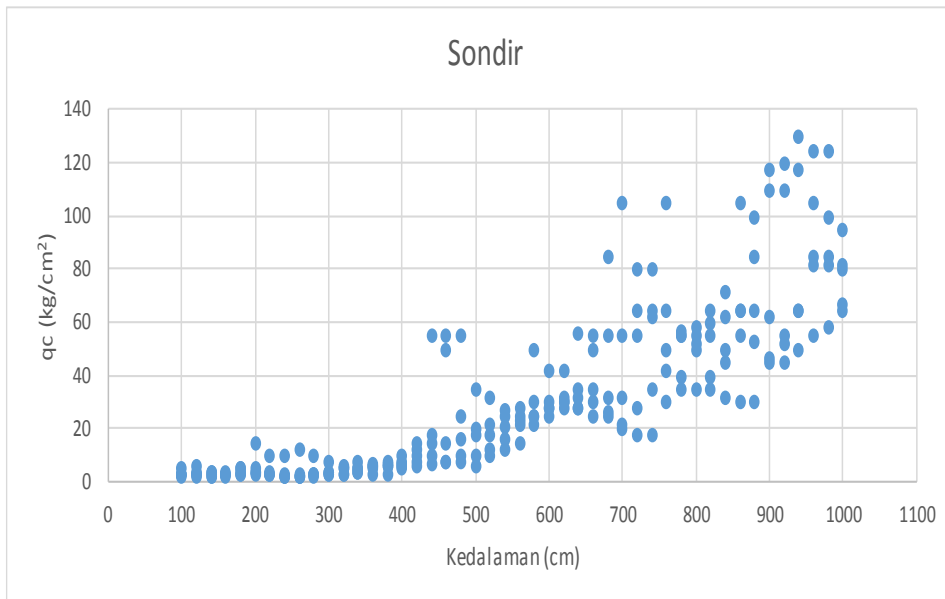
Di daerah Gresik, nilai *water content* lebih kecil dari Pondok Chandra tetapi indeks plastisitasnya hampir sama. Hal ini menunjukkan bahwa keadaan tanah secara keseluruhan hampir sama dengan Pondok Chandra yaitu lempung namun lebih kaku. Nilai tersebut ditunjukkan pada Tabel 2.1. Hasil penelitian untuk *Mackintosh Probe*, SPT, dan sondir dapat dilihat pada Gambar 4.8, 4.9, dan 4.10.



Gambar 4.8. Hasil Tes *Mackintosh Probe* di Gresik



Gambar 4.9. Hasil Tes SPT di Gresik



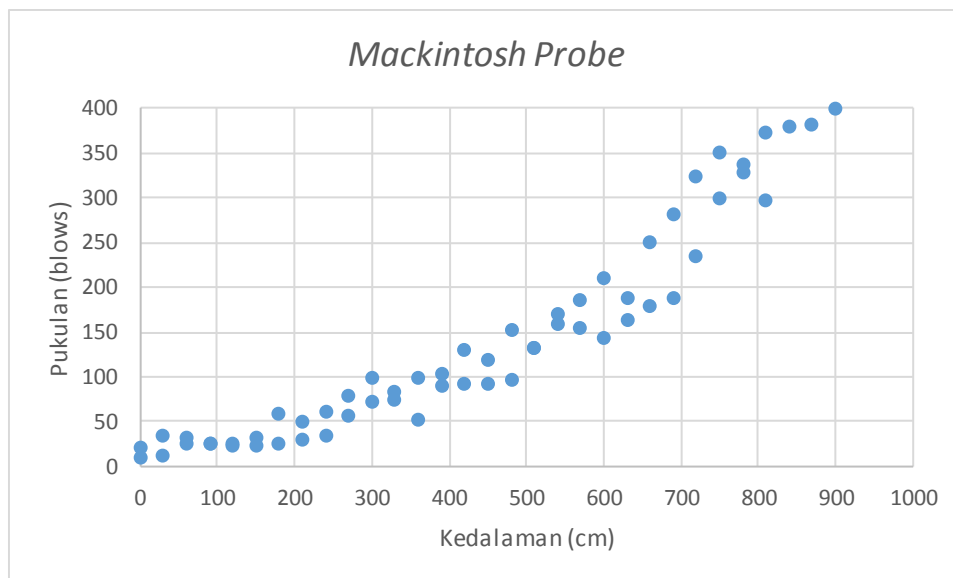
Gambar 4.10. Hasil Tes Sondir di Gresik

Dari Gambar 4.8, 4.9, dan 4.10, terlihat kondisi tanah setiap titik pengujian tipikal. Hal ini terlihat dari semakin dalam pengujian alat semakin banyak pula pukulan dan semakin besar nilai q_c yang didapat. Untuk pengujian *Mackintosh Probe* hanya mencapai kedalaman 7.5 meter karena pada kedalaman tersebut konus tidak dapat menembus lagi. Tanah di Gresik juga terbilang cukup baik karena nilai

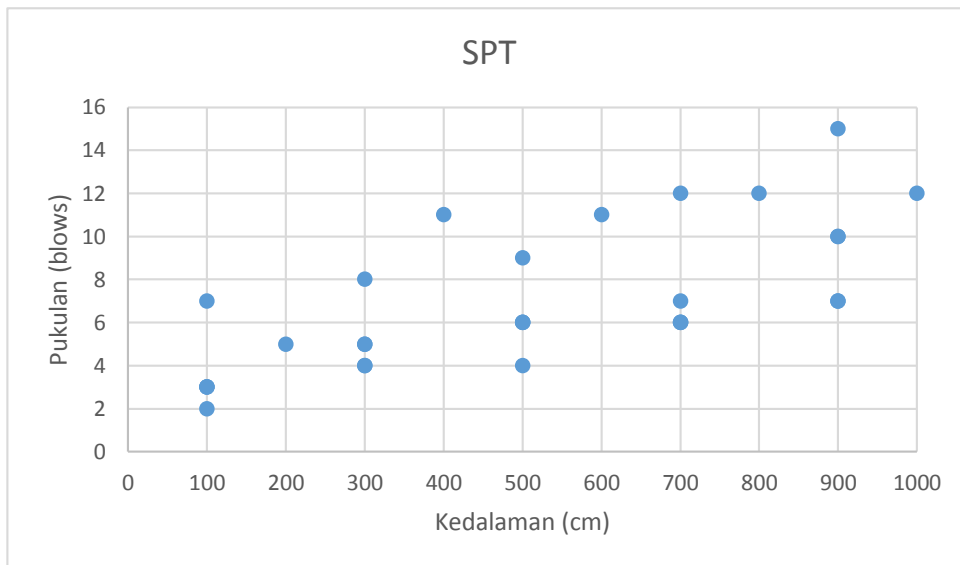
dari *Mackintosh Probe* dan SPT mencapai 350 pukulan dan 20 pukulan. Sedangkan nilai q_c yang didapat dari tes sondir mencapai 130 kg/cm^2 . Semua data hasil penelitian dilampirkan secara lengkap pada Lampiran 2, Lampiran 3, dan Lampiran 4.

4.1.4. Pakuwon

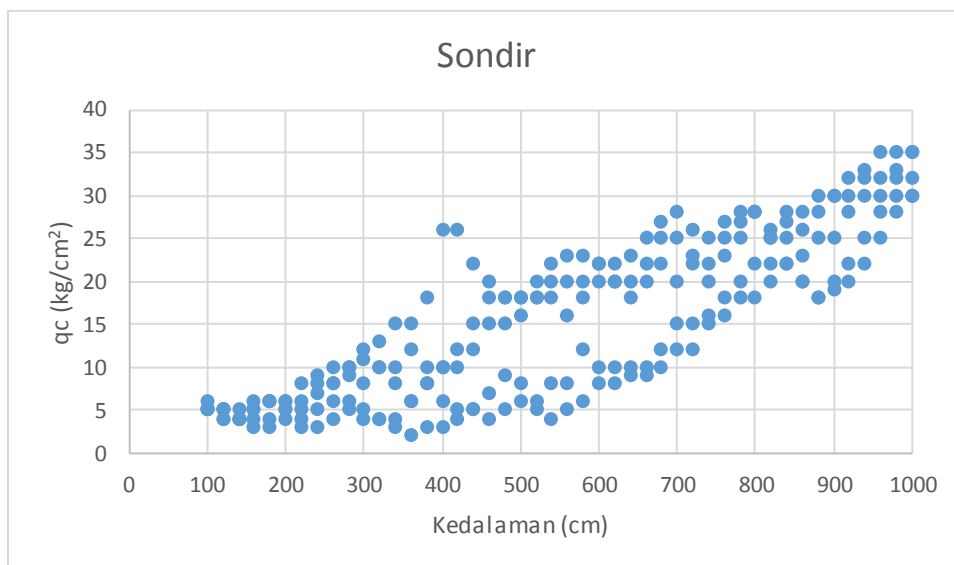
Untuk pengujian di daerah Pakuwon hanya ada 2 titik untuk pengetesan *Mackintosh Probe* karena akan dilakukan tes gempa pada daerah tersebut. Untuk kondisi tanah pada daerah Pakuwon sama dengan keadaan tanah di Gresik yaitu lempung yang pekat. Karakteristik tanah Pakuwon dapat dilihat pada Tabel 4.1. Hasil penelitian *Mackintosh Probe*, SPT, dan sondir dapat dilihat pada Gambar 4.11, 4.12, dan 4.13.



Gambar 4.11. Hasil Tes *Mackintosh Probe* di Pakuwon



Gambar 4.12. Hasil Tes SPT di Pakuwon



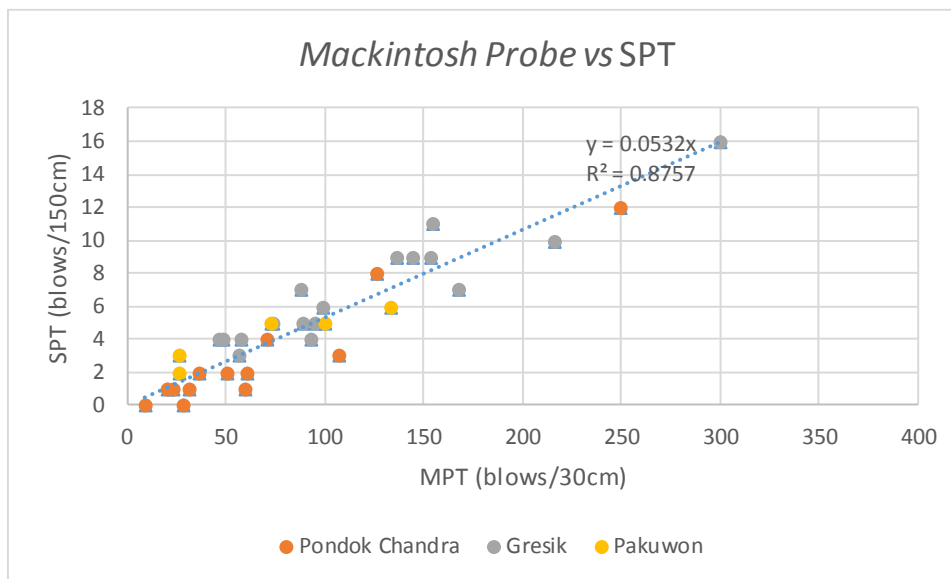
Gambar 4.13. Hasil Tes Sondir di Pakuwon

Dari Gambar 4.11, 4.12, dan 4.13 memiliki hasil yang hampir sama dengan hasil di daerah Gresik karena tiap titik uji nilainya saling berhimpit dari titik yang satu dengan titik yang lainnya. Hal ini membuktikan bahwa keadaan tanah di Pakuwon dan Gresik tipikal. Pada pengujian *Mackintosh Probe*, tanah keras di Pakuwon berada pada kedalaman 9 meter yang ditunjukkan dengan jumlah pukulan

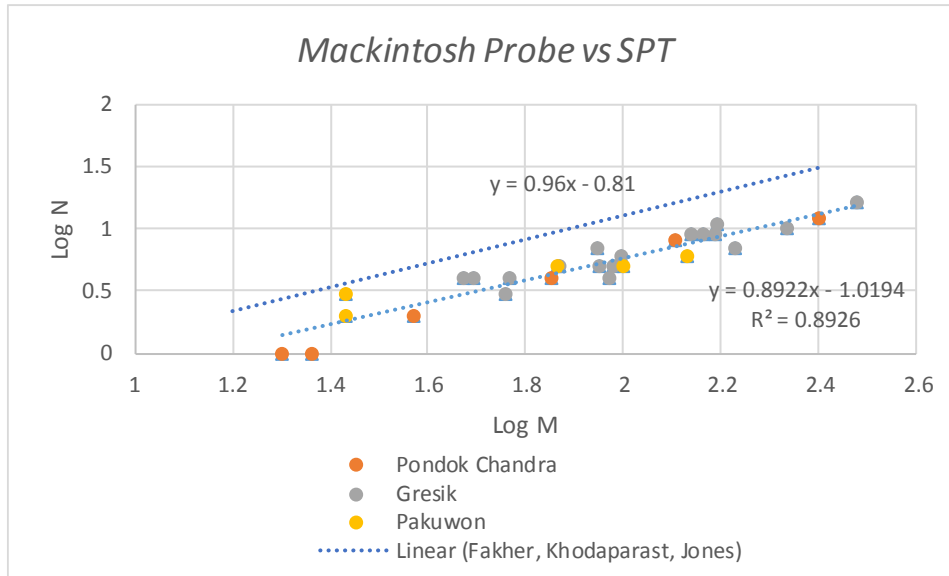
yang mencapai 400 pukulan. Semua data hasil penelitian dilampirkan secara lengkap pada Lampiran 2, Lampiran 3, dan Lampiran 4.

4.2. Hasil Korelasi dari Semua Proyek

Semua grafik hasil penelitian digabungkan menjadi satu untuk mendapatkan persamaan korelasi antara *Mackintosh Probe* dengan SPT dan *Mackintosh Probe* dengan sondir. Berikut merupakan grafik korelasi tersebut.



Gambar 4.14. Korelasi antara *Mackintosh Probe* dengan SPT



Gambar 4.15. Korelasi antara Log M *Mackintosh Probe* dengan Log N SPT

Untuk hasil penelitian di Mojosari tidak dimasukkan ke dalam grafik korelasi karena keadaan tanah yang terlalu heterogen membuat persamaan korelasi menjadi kurang baik. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini hanya tiga lokasi yang dimasukkan kedalam grafik korelasi.

Dari Gambar 4.14. dapat dilihat bahwa rata-rata semakin banyak pukulan yang didapat dari tes *Mackintosh Probe* maka semakin banyak pula pukulan yang didapat pada tes SPT. Hal ini menandakan hubungan yang linear antara keduanya. Dari Gambar 4.14. diperoleh persamaan korelasi antara *Mackintosh Probe* dengan SPT:

$$SPT = 0.0532MPT \quad (4.1)$$

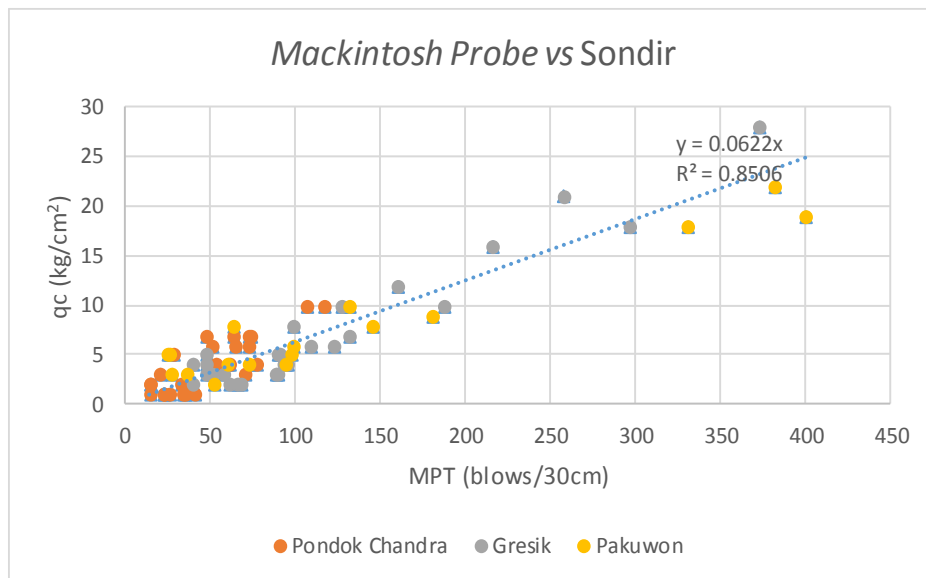
Persamaan 4.1 berlaku untuk nilai MPT (*Mackintosh Probe Test*) berkisar $0 \leq MPT \leq 300$. Koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh adalah 0.8757. Sedangkan pada Gambar 4.15, didapatkan persamaan korelasi dalam hasil log:

$$\text{Log}N = 0.8922 \text{Log}M - 1.0194 \quad (4.2)$$

Untuk (N) mewakili jumlah pukulan dari SPT sedangkan (M) mewakili jumlah pukulan *Mackintosh Probe*. Hasil di atas dibandingkan dengan penelitian Fakher, Khodaparast, Jones maka terdapat perbedaan. Berikut persamaan korelasi yang didapatkan oleh Fakher.

$$\text{Log}N = 0.96 \text{Log}M - 0.81 \quad (4.3)$$

Dari Persamaan 4.2 dapat disimpulkan bahwa 1 pukulan SPT sama dengan 17 pukulan MPT dan pada Persamaan 4.3, 1 pukulan SPT sama dengan 8 pukulan MPT. Jumlah pukulan MPT dari penelitian ini lebih banyak dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Fakher, Khodaparast, Jones karena berdasarkan hasil *liquid index* yang didapatkan pada tanah yang diteliti nilainya lebih rendah dari tanah yang diteliti Fakher, Khodaparast, Jones. Jika *liquid index* rendah maka jumlah pukulan *Mackintosh Probe* yang diperlukan juga semakin banyak.



Gambar 4.16. Korelasi antara *Mackintosh Probe* dan Sondir

Pada Gambar 4.16., ditunjukkan bahwa semakin banyak pukulan *Mackintosh Probe* maka semakin tinggi juga nilai q_c yang didapatkan. Hal ini menandakan hubungan yang linear antara keduanya. Dari Gambar 4.16., diperoleh persamaan korelasi antara *Mackintosh Probe* dengan sondir:

$$q_c = 0.0622MPT \quad (4.4)$$

Persamaan 4.4 berlaku untuk nilai MPT berkisar $0 \leq MPT \leq 375$. Koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh adalah 0.8506. Berdasarkan Persamaan 4.4, dapat diartikan 1 q_c dibutuhkan jumlah pukulan *Mackintosh Probe* sebanyak 16 kali pukulan.

Dari persamaan 4.1 dan persamaan 4.4 didapatkan juga korelasi dari hasil nilai sondir dan SPT yang telah dikorelasikan dengan *Mackintosh Probe* untuk tanah lempung sebesar $\frac{q_c}{N-SPT} = 1.17$.

Dalam melaksanakan pengujian tanah di lapangan, banyak sekali kesulitan-kesulitan yang dihadapi. Tiap daerah memiliki kesulitan berbeda-beda. Berikut ini hal-hal yang dihadapi pada saat melaksanakan pengujian tanah di lapangan :

1. Pada tanah di Mojosari harus mencari posisi yang pas untuk dilakukan pengujian karena tanah campuran di Mojosari banyak terdapat bebatuan di bawahnya.
2. Pada tanah lunak harus lebih berhati-hati pada saat melakukan pengujian karena pada saat melakukan pengujian per satu pukulan beban jatuh bisa membuat alat ujinya masuk begitu cepat.
3. Pengujian tanah di Pakuwon, memerlukan pencahayaan yang terang karena pengujian dilakukan di dalam bangunan yang gelap (tidak ada listrik untuk penerangan).