

# KORELASI FRIKSI PONDASI TIANG BERDASARKAN HASIL PENGUJIAN MENGUNAKAN VWSG DAN PERUMUSAN MENGGUNAKAN DATA SPT

Andre Hutomo<sup>1</sup>, Tommy Syatriadi<sup>2</sup>, Gogot Setyo Budi<sup>3</sup>

**ABSTRAK:** Terdapat banyak formula untuk memprediksi daya dukung friksi pondasi tiang. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan prediksi nilai friksi pondasi tiang berdasarkan data hasil penyelidikan tanah dengan nilai friksi hasil pengujian VWSG (*Vibrating Wire Strain Gauge*). Pada penelitian ini pengumpulan data nilai SPT dan VWSG dilakukan pada 2 lokasi. Nilai friksi pondasi tiang berdasarkan nilai SPT digunakan metode Meyerhof (1976), Decourt (1982), Bazaraa & Kurkur (1986), Shariatmadari N, Eslami A & Karimpour-fard M (2008) dan Schmertmann (1967). Selain itu digunakan juga  $\alpha$ -method dan  $\beta$ -method untuk memprediksi nilai friksi pondasi tiang berdasarkan parameter tanah hasil penyelidikan laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai prediksi friksi pada tanah lempung sangat lunak sampai lunak dengan nilai SPT 0 sampai 4 jauh lebih kecil dari nilai friksi hasil VWSG. Sedangkan untuk tanah lempung sangat kaku dengan nilai SPT 15 sampai 30, nilai prediksi friksi berdasarkan SPT mendekati nilai VWSG. Lain halnya dengan tanah pasir, nilai prediksi friksi berdasarkan nilai SPT jauh lebih kecil dibandingkan nilai friksi hasil VWSG.

**KATA KUNCI:** Friksi pondasi tiang, VWSG, N-SPT

## 1. PENDAHULUAN

Pada umumnya pondasi terbagi atas pondasi dalam dan pondasi dangkal. Penggunaan pondasi dalam (pondasi tiang) terjadi saat pondasi dangkal tidak memungkinkan untuk digunakan. Pada umumnya tanah terbagi menjadi *cohesionless* dan *cohesive*. Untuk mendesain tiang pada tanah *cohesionless* maka yang menjadi parameter ialah sudut geser dalam. Sedangkan pada tanah *cohesive* digunakan nilai kohesi dari tanah tersebut.

Pengujian tanah yang umumnya dipakai antara lain Sondir dan N-SPT. Hasil pengujian tanah akan digunakan untuk memperoleh prediksi daya dukung berdasarkan perumusan yang mengkorelasikan N-SPT dengan daya dukung friksi. Selanjutnya untuk mengetahui daya dukung tiang di lapangan dilakukan proses pengujian tiang. Pengujian yang menggambarkan keadaan ideal ialah pengujian statis karena beban yang akan bekerja bersifat statis sesuai dengan keadaan bangunan. Dari pengujian statis diperoleh kapasitas total pondasi tiang. Untuk mengetahui distribusi kapasitas friksi tiang dapat digunakan instrumen VWSG (*Vibrating Wire Strain Gauge*) pada pondasi tiang yang diuji statis. Dalam penelitian ini membahas korelasi antara N-SPT dan friksi pondasi tiang yang mengacu pada data pengujian *static loading test* pondasi tiang yang dilengkapi dengan VWSG.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut hukum Hooke nilai regangan ( $\epsilon$ ) dapat diperoleh dari tegangan ( $\sigma$ ) dibagi dengan nilai modulus elastisitas (E). Nilai tegangan sendiri dapat diperoleh dari gaya (F) dibagi dengan luas penampang (A).

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21415165@john.petra.ac.id.

<sup>2</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21415068@john.petra.ac.id.

<sup>3</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, gogot@petra.ac.id.

Hasil yang diperoleh dari static loading test yang dilengkapi dengan instrumen VWSG adalah berupa nilai regangan sehingga diperoleh daya dukung friksi pondasi tiang. Menurut Meyerhoff (1976), Decourt (1982), Bazaraa & Kurkur (1986), Shariatmadari N, Eslami A & Karimpour-fard M (2008), dan Schmertmann (1967) terdapat korelasi antara N-SPT dengan nilai daya dukung friksi pondasi tiang.

Menurut Reese & O'neil (1989), terdapat korelasi antara nilai kohesi dengan nilai daya dukung friksi pondasi tiang. Menurut Sowers (1953), Sowers (1962), Terzaghi & Peck (1967), Sanglerat (1972), Hara et al. (1974), Kuhawy & Mayne (1990), Stroud (1974), Schmertmann (1975), Sowers (1979), Ajayi & Balogun (1988), Decourt (1990), Serajuddin & Chowdhury (1996), dan Sivrikaya & Togrol (2006) terdapat korelasi antara N-SPT dan nilai kohesi.

Menurut Coyle & Castello (1981), terdapat korelasi antara sudut geser dalam dengan nilai daya dukung friksi pondasi tiang. Menurut Shioi & Fukui (1982), Peck et al. (1953), Osaki et al. (1959), Japan Road Association (1990), dan Hettiarachchi & Brown (2009), terdapat korelasi antara N-SPT dengan nilai sudut geser dalam. Berdasarkan N-SPT, Terzaghi & Peck (1965) mengklasifikasi tanah lempung menjadi tanah lempung sangat lunak, lunak, sedang, sangat kaku, dan keras.

### 3. METODOLOGI

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data pengujian *static loading test* yang dilengkapi dengan instrumen VWSG dan data pengujian N-SPT. Untuk memperoleh kapasitas friksi di antara setiap titik yang terpasang VWSG, maka dihitung selisih antara beban yang diterima di setiap titik VWSG. Beban yang diterima disetiap titik diperoleh dari selisih antara *applied load* terbesar pada titik tersebut.

Setelah itu dibandingkan dengan kapasitas friksi berdasarkan perumusan korelasi N-SPT dengan Friksi,  $\alpha$ -method dan juga  $\beta$ -method. Jika terdapat perbedaan yang signifikan maka dirumuskan korelasi antara data N-SPT dan kapasitas friksi yang sesuai dengan static loading test dengan VWSG.

### 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada **Tabel 1** menunjukkan jumlah dari pondasi tiang yang tersebar di 2 lokasi yang berbeda serta diameter dan kedalaman pondasi tiang. Untuk **Tabel 2** adalah perumusan yang digunakan didalam penelitian ini.

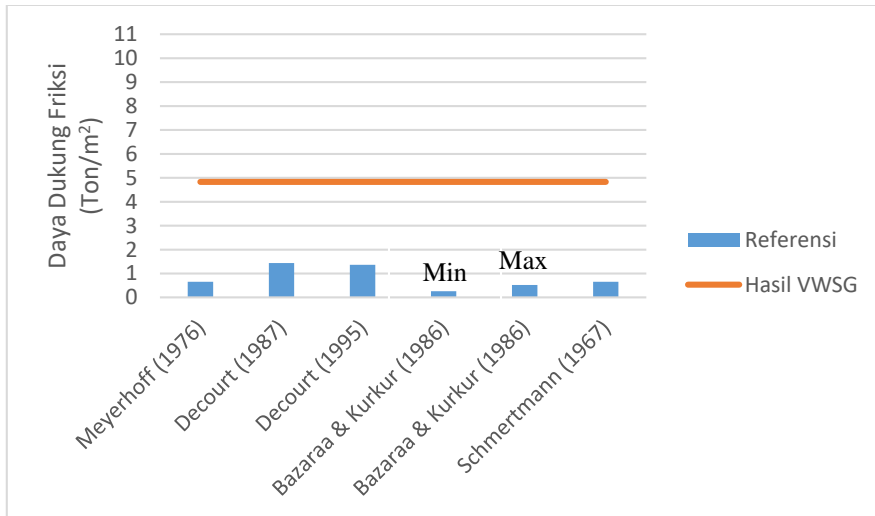
**Tabel 1. Data Pondasi Tiang**

Proyek 1			Proyek 2		
Nama	Diameter (cm)	Kedalaman (m)	Nama	Diameter (cm)	Kedalaman (m)
P1 - 1	60	35	P2 - 1	80	47,5
P1 - 2	80	44	P2 - 2	100	45,5
P1 - 3	60	33			
P1 - 4	80	39			

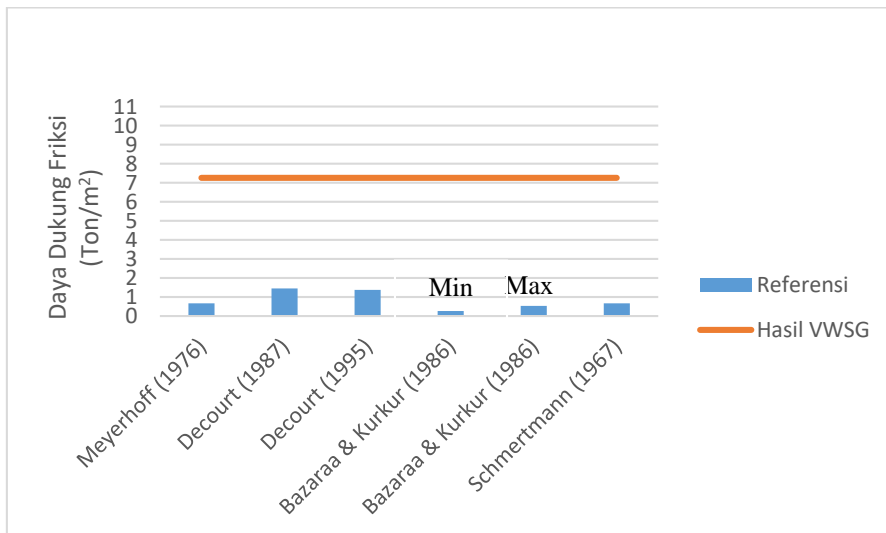
**Tabel 2. Data Perumusan yang Digunakan**

Korelasi	Pengarang
fs & N-SPT	Meyerhof (1976) , Decourt (1982 & 1985) , Bazaraa & Kurkur (1986) , Shariatmadari et al. (2008) , dan Schmertmann (1967)
fs & Cu	Reese & O'neil (1989)
fs & $\phi$	Coyle & Castello (1981)

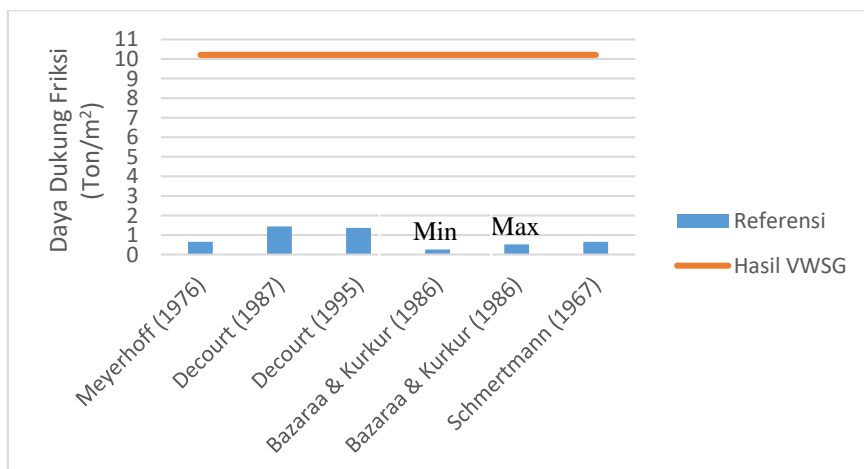
Hasil Tanah Lempung Sangat Lunak Sampai Lunak dengan N-Spt 0 – 4



Gambar 1. Korelasi SPT-Friksi (P2 – 2)



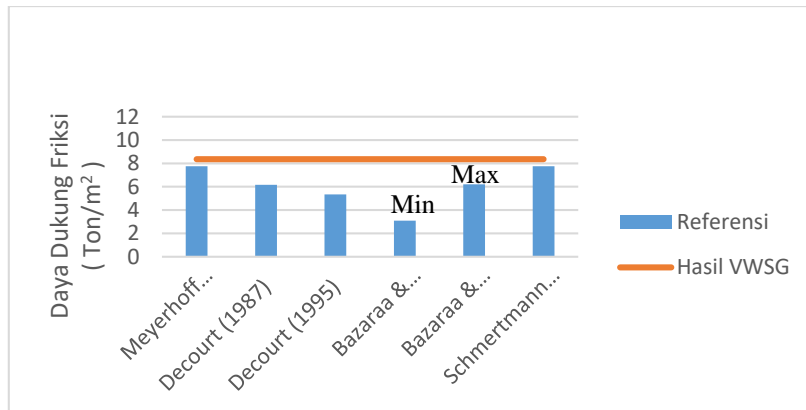
Gambar 2. Korelasi SPT-Friksi (P2 – 1)



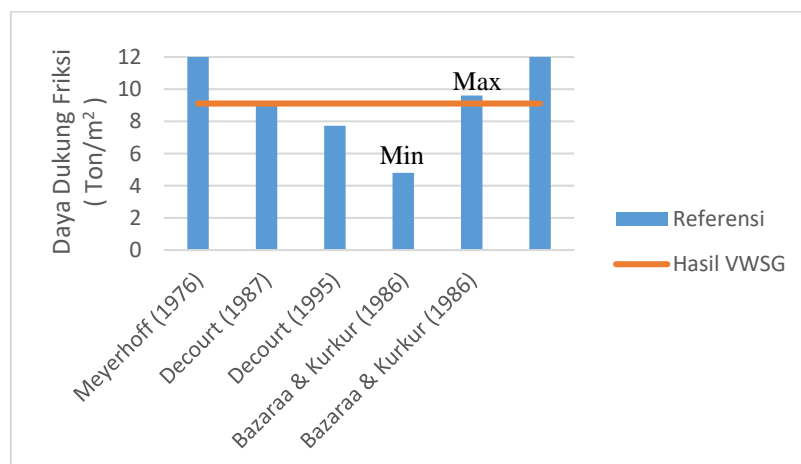
Gambar 3. Korelasi SPT-Friksi (P1 – 1)

Berdasarkan **Gambar 1** sampai **Gambar 3** untuk tiang 2 di Proyek 2, tiang 1 di Proyek 2, dan tiang 1 di Proyek 1 dapat dilihat bahwa prediksi dengan menggunakan Decourt (1987) paling mendekati dibandingkan dengan prediksi metode yang lain. Tetapi secara keseluruhan terlihat bahwa hasil prediksi daya dukung friksi pondasi tiang dengan tanah lempung sangat lunak sampai lunak jauh lebih kecil daripada hasil VWSG

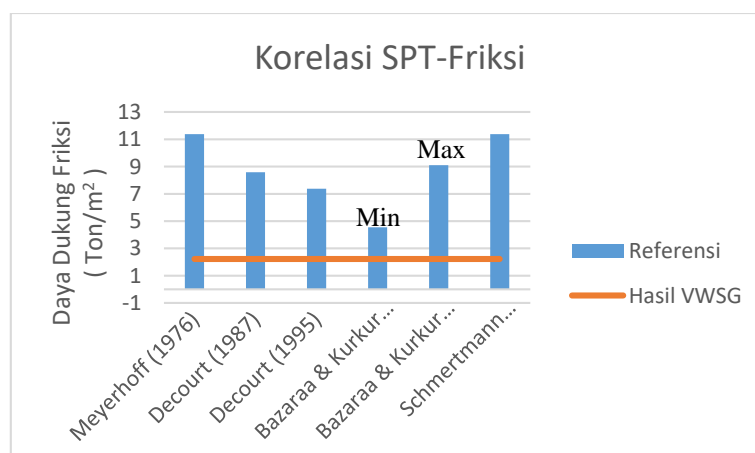
Hasil Tanah Lempung Sangat Kaku dengan N-Spt 15 – 30



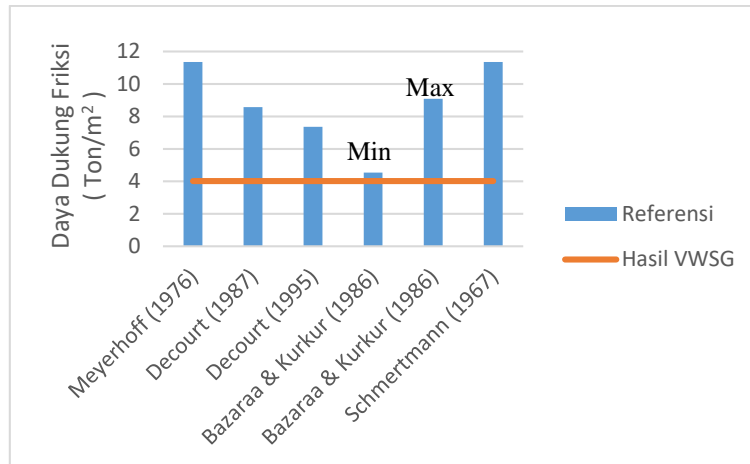
**Gambar 4. Korelasi SPT-Friksi (P1 – 2)**



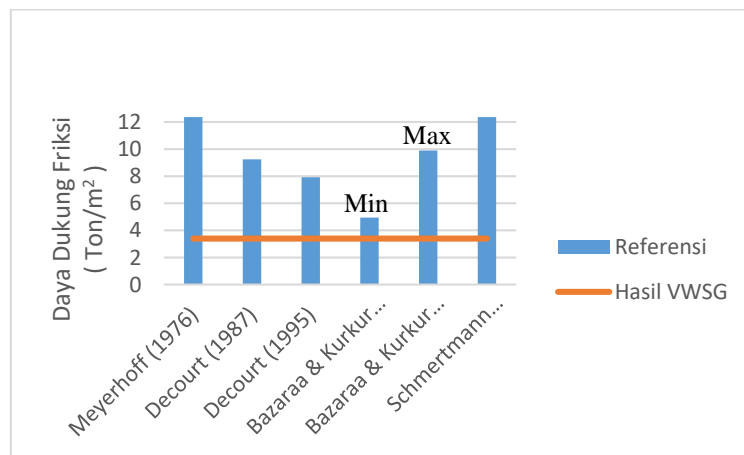
**Gambar 5. Korelasi SPT-Friksi (P1 – 2)**



**Gambar 6. Korelasi SPT-Friksi (P1 – 1)**



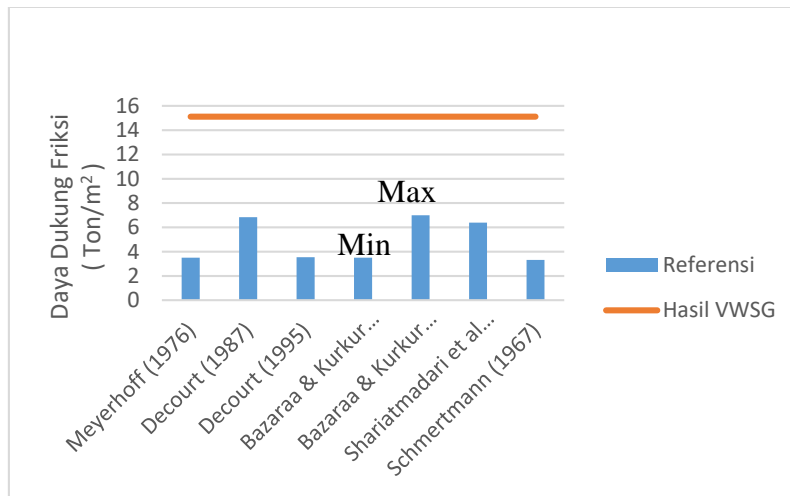
**Gambar 7. Korelasi SPT-Friksi (P1 – 3)**



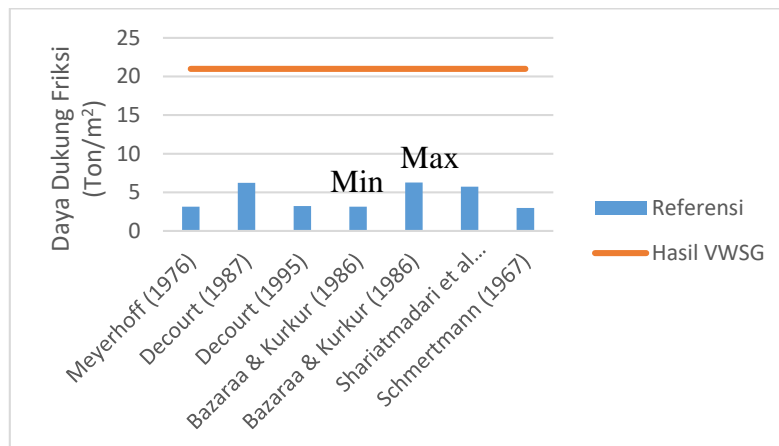
**Gambar 8. Korelasi SPT-Friksi (P1 – 4)**

Berdasarkan **Gambar 4** sampai **Gambar 8** untuk tiang 2 di Proyek 1 (kedalaman 20 m – 22 m dan 29 m – 43,5 m), tiang 1 di Proyek 1, tiang 3 di Proyek 1 dan tiang 4 di Proyek 1 dapat dilihat bahwa prediksi daya dukung friksi yang paling mendekati dengan data VWSG bervariasi mulai dari metode Meyerhoff (1976), Decourt (1987), Bazaraa & Kurkur (1986), dan Schmertmann (1967). Seperti terlihat pada **Gambar 4** dimana metode dari Meyerhoff (1976) dan Schmertmann (1967) memiliki nilai yang mendekati dengan data VWSG. Sedangkan pada **Gambar 5** metode dari Decourt (1987) memiliki nilai yang hampir sama dengan data VWSG. Dari **Gambar 6** sampai **Gambar 8** hampir hasil prediksi dari keseluruhan metode memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan data VWSG. Tetapi secara keseluruhan terlihat bahwa hasil prediksi daya dukung friksi pondasi tiang dengan tanah lempung sangat kaku lebih tinggi daripada hasil VWSG.

Berikut ialah hasil perhitungan pada tanah pasir.



**Gambar 9. Korelasi SPT-Friksi (P1 – 2)**



**Gambar 10. Korelasi SPT-Friksi (P1 – 1)**

Berdasarkan **Gambar 9** sampai **Gambar 10** untuk tiang 2 di Proyek 1 dan tiang 1 di Proyek 1 terlihat bahwa semua perumusan prediksi daya dukung friksi pada pondasi tiang tidak ada yang memiliki nilai yang mendekati dengan data dari VWSG atau jauh dibawah (20% - 30%).

## 5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Pada tanah lempung sangat lunak sampai lunak dengan nilai SPT 0 – 4, prediksi friksi pondasi tiang dengan menggunakan nilai SPT jauh lebih kecil dibandingkan friksi yang diperoleh dari hasil VWSG. Prediksi friksi pondasi tiang menggunakan  $\alpha$ - method dengan nilai  $\alpha$  dari Kulhawy et al. (1984) menghasilkan nilai yang cenderung mendekati nilai friksi pondasi tiang yang diperoleh dari hasil VWSG.
2. Pada tanah lempung keras dengan nilai SPT sekitar 15 (very stiff clay) , nilai dari semua perumusan prediksi friksi pondasi tiang dengan menggunakan nilai SPT tanah mendekati nilai VWSG. Sedangkan tanah dengan nilai SPT lebih tinggi dari 20, nilai prediksi metode Bazaraa & Kurkur (1986) mendekati dengan nilai yang diperoleh dari hasil VWSG. Prediksi friksi pondasi tiang menggunakan  $\alpha$ -method dengan nilai  $\alpha$  dari Standard DNV-OS-J101-2007 nilainya paling mendekati nilai yang diperoleh dari VWSG.
3. Pada tanah pasir, prediksi friksi pondasi tiang dengan menggunakan nilai SPT dari semua metode hasilnya jadi lebih kecil dari friksi yang diperoleh dari hasil VWSG. Sedangkan untuk prediksi

dengan menggunakan  $\beta$ -method, nilai koefisien tekanan lateral tanah ( $K_s$ ) yang dapat dipakai supaya nilai dari prediksi mendekati dengan nilai dari hasil VWSG adalah pada rentang 4 – 6.

## 6. REFERENSI

- Ajayi, L.A. and Balogum, L.A. (1988). "Penetration Testing in Tropical Lateritic and Residual Soils – Nigerian Experience." In: De Ruiter (Eds.). *Penetration Testing ISOPT-1*. (pp. 315-328). Rotterdam, Netherland: Balkema
- Bazaraa, A. R. & Kurkur, M. M. (1986). "N-Values Used to Predict Settlements of Piles in Egypt." *Proceedings of In Situ '86.*, (pp. 462-474). New York, America
- Decourt, L. (1982). "Prediction of the Bearing Capacity of Piles Based Exclusively on N-Value of the SPT." Vol 1. *Proceedings of 2nd European Symposium on penetration testing* (pp. 29-34), Amsterdam, Netherland.
- Decourt, L. (1990). *The Standard Penetration Test, State of the Art Report*. (pp. 1-12). Oslo, Norway: Norwegian Geotechnical Institute Publication
- Hara, A., Ohta, T., Niwa, M., Tanaka, S., and Banno, T. (1974) *Shear Modulus and Shear Strength of Cohesive Soils, Soils and Foundation.*, 14(3), 1-12.
- Hettiarachchi, H., Brown, T. (2009). "Use of SPT Blow Counts to Estimate Shear Strength Properties of Soils: Energy Balance Approach." *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, ASCE, 135 (6), (pp. 830-834).
- Japan Road Association (1990). Part V Seismic Design, *Design Specifications of Highway Bridges*. Maruzen, Tokyo, Japan.
- Kulhawy, F. H., O'Rourke, T. D., Cornell University., & Electric Power Research Institute. (1983). *Transmission Line Structure Foundations for Uplift-Compression Loading: Load Test Summaries*. Palo Alto, Calif: Electric Power Research Institute.
- Coyle, M, Harry & R. Castello, Reno. (1981). "New Design Correlations for Piles in Sand." *Journal of the Geotechnical Engineering Division*. (Vol.107.pp. 965-986).
- Meyerhof, G. G. (1976). "Bearing Capacity of Settlement of Pile Foundations." The Eleventh Terzaghi Lecture, *ASCE Journal of Geotechnical Engineering*. (Vol. 102. pp. 195-228).
- Peck, R.B., Hanson, W.E., and Thornburn, T.H. (1953). *Foundation Engineering*, John Wiley and Sons. pp.222.
- Reese, L.C & O'Neill, M.W. (1989). "New Design Method for Drilled Shafts from Common Soil and Rock Tests." *Proceed-Ing's of Congress Foundation Engineering-Current Princi-Ples and Practices ASCE*. (Vol. 2. pp 1026-1039).
- Sanglerat, G. (1972) *The Penetration and Soil Exploration*. (pp.464). Amsterdam, Netherlands: Elsevier Publishing Co.
- Schmertmann, J.H. (1967). "Static Cone Penetrometer for Soil Exploration", *Civil Engineering*. 37 (6), 71-73.
- Shariatmadari, Nader & Eslami, A & Karimpour-Fard, Mehran. (2008). "Bearing Capacity of Driven Piles in Sands from SPT-Applied to 60 Case Histories." *Iranian Journal of Science & Technology*. (32), 125-140.
- Shioi, Y. and Fukui, J. (1982) *Application of N-Value to Design of Foundation in Japan*. (Vol. 1. pp. 40-93).
- Sowers, G. F. (1979) *Introductory Soil Mechanics and Foundations*, 4th edition. New York, United States: Macmillan.
- Sowers, G.F. (1953). Soil Problems in the Southern Piedmont Region. *Proceeding of ASCE 80*. (pp. 18)
- Stroud, M. A. (1974). The Standard Penetration Test in Insensitive Clays and Soft Rock. *Proceedings of the 1st European Symposium on Penetration Testing*. (vol. 2(2). Pp. 367-375). Stockholm, Sweden
- Terzaghi, K. And Peck, R. B. (2000). *Soil Mechanic in Engineering Practice*, 2nd ed., John Wiley. New York.
- Terzaghi, K. and Peck, R.B. (1967). *Soil Mechanics in Engineering Practice*, John Wiley, New York. 729.