

MODEL STRUKTUR BANGUNAN RUMAH SEDERHANA DI DAERAH RAWAN LONGSOR – GUNUNGPATI SEMARANG

Himawan Indarto¹, Hanggoro Tri Cahyo A.²

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro (Undip). Email : himawan.indarto@gmail.com

²Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (Unnes). Email: hangs.geotek@gmail.com

Abstract: *Every rainy season, residents in some residential locations prone to landslides in Gunungpati District of Semarang always concerned about the condition of their home and village roads are constantly shifting due to soil mass movement on the slopes. The movement of soil and foundation of the house that is not followed by the movement of the structure of the building houses on them, have very often result in damage to homes. For that we need a technical solution to ease the burden on the citizens. Technical solutions that will be in the form of a study of the system structure is simple house in accordance with the environmental conditions that are prone to landslides. In principle, the concept of making a safe home building structures to ground movement is to seek and make the whole elements of the foundation of the house and sloop, frame building (beams and columns), as well as the construction of the roof of the house, into a coherent whole and can not be separated on occurs when the ground motion (rigid body movement). The application of this concept, among others, is to create a connection that is strong enough and stiff among the various elements of the house, as well as the selection and implementation of appropriate material. The building houses designed using the principle of non-engineered construction and use of cheap materials and readily available, so that development can be done by local people without involving experts. With the existence of this study is expected to be made to the design of the structural model building simple houses to be built in areas prone to landslides.*

Keywords : *structure , simple house , landslides*

ABSTRAK: Setiap musim penghujan, warga di beberapa lokasi pemukiman rawan longsor Kecamatan Gunungpati Semarang selalu khawatir akan kondisi rumah dan jalan kampung mereka yang selalu bergeser akibat gerakan massa tanah pada lereng. Pergerakan tanah dan pondasi rumah yang tidak diikuti dengan pergerakan struktur bangunan rumah di atasnya, sudah sangat sering mengakibatkan terjadinya kerusakan pada rumah warga. Untuk itu perlu adanya solusi teknis untuk meringankan beban warga. Solusi teknis yang akan dilakukan berupa penelitian terhadap sistem struktur bangunan rumah sederhana yang sesuai dengan kondisi lingkungan yang rawan longsor. Pada prinsipnya, konsep membuat struktur bangunan rumah yang aman terhadap pergerakan tanah adalah dengan mengupayakan dan membuat seluruh elemen-elemen rumah yaitu pondasi dan sloof, rangka bangunan (balok dan kolom), serta konstruksi atap rumah, menjadi satu kesatuan yang utuh dan tidak lepas pada saat terjadi gerakan tanah (*rigid body movement*). Penerapan dari konsep ini antara lain adalah dengan cara membuat sambungan yang cukup kuat dan kaku diantara berbagai elemen rumah tersebut, serta pemilihan material dan pelaksanaan yang tepat. Bangunan rumah dirancang dengan menggunakan prinsip *non-engineered construction* dan menggunakan material-material yang murah serta mudah didapatkan, sehingga pembangunannya dapat dilakukan sendiri oleh warga setempat tanpa melibatkan tenaga ahli. Dengan adanya kajian ini diharapkan dapat dibuat rancangan model struktur untuk bangunan rumah sederhana yang akan dibangun di daerah rawan longsor.

Kata Kunci : struktur, rumah sederhana, longsor

PENDAHULUAN

Setiap musim penghujan, warga Kampung Deliksari, Kelurahan Sukorejo, Kecamatan Gunungpati Semarang selalu khawatir akan kondisi rumah dan jalan kampung

mereka yang selalu bergeser akibat gerakan massa tanah pada lereng. Gerakan massa tanah ini terjadi secara berlahan sehingga tidak sampai merobohkan rumah dalam seketika, tapi menyebabkan banyak kerusakan di beberapa

bagian rumah. Akibat gerakan tanah ini, banyak rumah penduduk yang mengalami kerusakan atau bahkan mengalami kemiringan konfigurasi bangunan rumah. Setiap tahun, warga secara bergotong-royong memperbaiki rumah mereka yang rata-rata terbuat dari material kayu dan rumah tembokan sederhana.

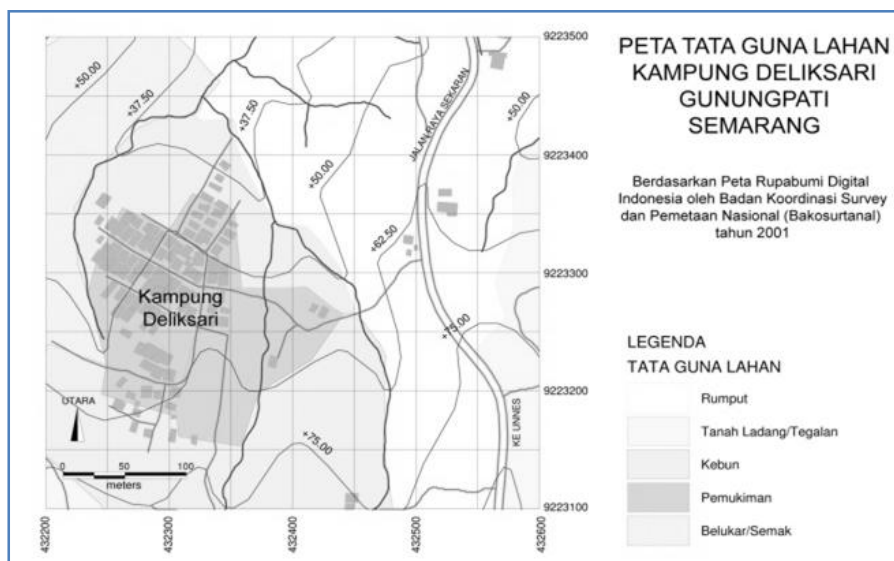
Berdasarkan hasil survey lapangan yang telah dilakukan, pondasi dan struktur rangka rumah yang digunakan oleh warga adalah jenis pondasi batu kali yang hanya berdiri pada tanah permukaan, sedangkan struktur rangka rumah menggunakan struktur kayu atau rumah tembokan sederhana. Dengan demikian, selama musim penghujan pondasi beserta rangka rumah di atasnya akan mudah bergeser secara berlahan mengikuti arah gerakan tanah pada lereng. Respon bangunan rumah terhadap gerakan tanah yang berlahan menunjukkan bahwa, struktur mengalami deformasi yang tidak sama di setiap titik pertemuan (joints) elemen sloof, balok dan kolom, atau dengan kata lain struktur kurang kaku pada arah lateral. Hal ini akan menyebabkan konsentrasi tegangan di beberapa tempat pada struktur bangunan, yang

pada akhirnya dapat menyebabkan kerusakan pada struktur bangunan rumah. Pergerakan pondasi yang tidak diikuti dengan pergerakan struktur bangunan rumah sebagai suatu kesatuan yang utuh (*rigid body movement*), akan mengakibatkan terjadinya kerusakan pada beberapa bagian rumah, bahkan dapat menyebabkan kemiringan rumah (Gambar 1).

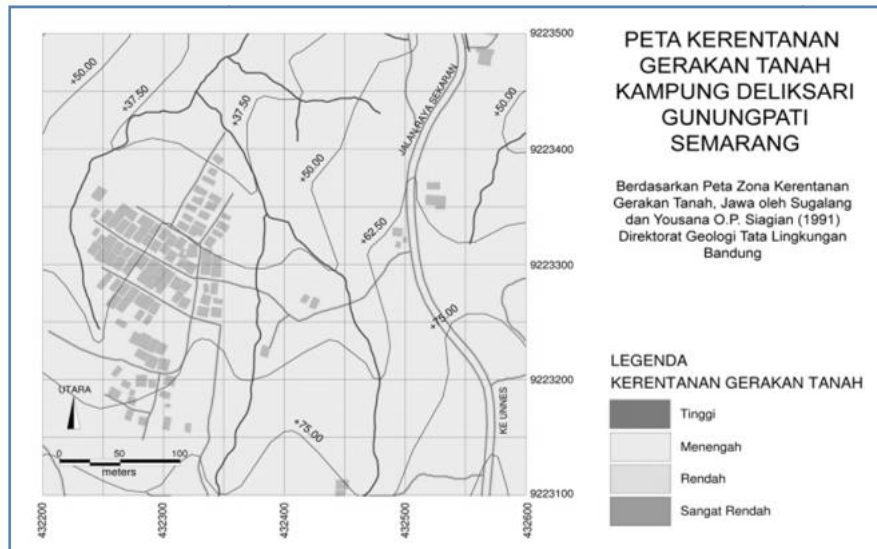
Lokasi penelitian Kampung Deliksari terletak di daerah perbukitan Gunungpati Semarang, ditunjukkan pada Peta Tata Guna Lahan Bakosurtanal 2001 (Gambar 2). Berdasarkan Peta Kerentanan Gerakan Tanah yang di keluarkan oleh Direktorat Geologi dan Tata Lingkungan 1991, Kampung Deliksari merupakan daerah rawan longsor dengan tingkat kerawanan menengah (Gambar 3).



Gambar 1. Rumah Kayu dan Rumah Tembokan Yang Mengalami Kemiringan



Gambar 2. Peta Tata Guna Lahan Di Lokasi Studi

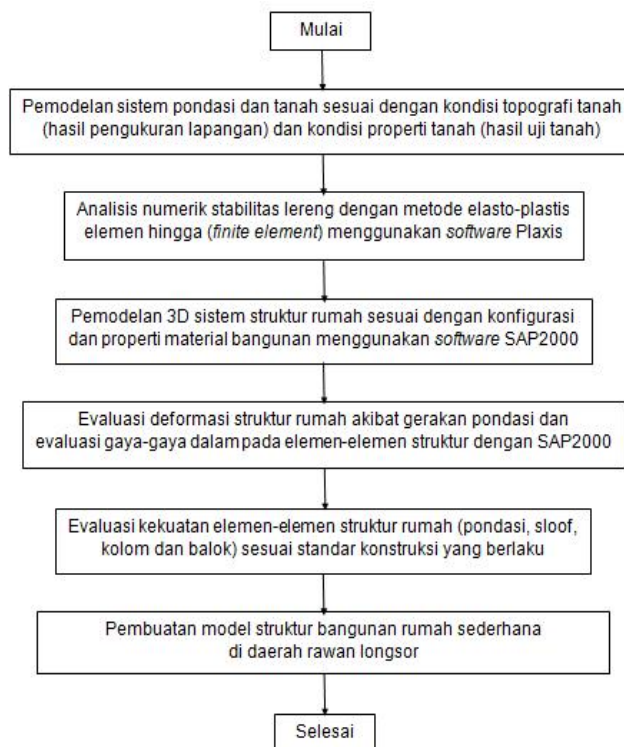


Gambar 3. Peta Kerentanan Gerakan Tanah Di Lokasi Studi

METODE PENELITIAN

Pada prinsipnya, konsep membuat struktur bangunan rumah yang aman terhadap pergerakan tanah adalah, dengan membuat seluruh elemen-elemen rumah yaitu pondasi, rangka bangunan, dan atap rumah, menjadi satu kesatuan yang utuh dan yang tidak lepas pada saat terjadi gerakan tanah. Untuk

mendapatkan model struktur bangunan rumah sederhana yang ramah terhadap gerakan tanah, dilakukan penelitian dengan menggunakan software Plaxis & SAP2000. Penelitian dilakukan dengan melakukan kajian terhadap kekakuan dan kekuatan dari sistem pondasi dan struktur rangka bangunan. Secara garis besar, diagram alir penelitian sbb. :



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN ANALISIS

Hasil Pengujian Sondir

Pada penelitian sebelumnya di lokasi studi Indarto et. al, (2014) melakukan perhitungan nilai faktor aman stabilitas lereng dan deformasi yang terjadi pada lereng. Penelitian diawali dengan penyelidikan tanah dengan uji sondir kapasitas 2,5 ton sebanyak 7 titik yang tersebar di lokasi studi. Berdasarkan hasil pengujian sondir, lereng pada lokasi studi diduga memiliki 2 (dua) jenis stratifikasi lapisan tanah yaitu :

- Stratifikasi lapisan tanah jenis yang pertama, pada hasil sondir terdapat lapisan tanah keras ($q_c > 250 \text{ kg/cm}^2$) yang relatif dangkal.
- Stratifikasi lapisan tanah jenis yang kedua, pada hasil sondir terdapat nilai q_c relatif sama yakni 25 kg/cm^2 hingga kedalaman 12 meter.

Desain struktur pondasi rumah sederhana pada daerah rawan longsor kampung Deliksari Gunungpati Semarang berorientasi pada desain pondasi sederhana yang dapat dilakukan sendiri oleh warga, menggunakan material beton bertulang dengan tulangan baja yang digunakan berasal dari tulangan bekas pakai. Berdasarkan penelitian Indarto et. al (2006) di sekitar lokasi studi maka desain pondasi yang dipilih berupa pondasi tiang jenis tiang bor yang relatif dalam menembus tanah keras (q_c sondir $> 250 \text{ kg/cm}^2$) dengan diameter 20 cm. Kegunaan pondasi tiang bor untuk meminimalkan gerakan pondasi.

Analisis Stabilitas Lereng Tanah

Berdasarkan hasil pengukuran topografi dan pengujian sondir, dilakukan analisis

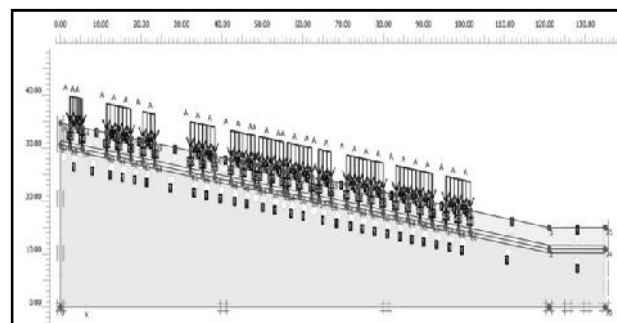
stabilitas lereng. Tanah dimodelkan memiliki sudut lereng $9,25^\circ$ dengan lapisan atas berupa tanah lanau kelempungan dan lapisan bawah berupa tanah keras. Parameter tanah pada lereng disajikan pada Tabel 1 dan parameter elemen struktur disajikan pada Tabel 2. Pemodelan tanah dan beban bangunan rumah pada lereng diperlihatkan pada Gambar 5.

Tabel 1. Parameter Tanah

Deskripsi Tanah	Tipe	γ_{unsat} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ν [-]	E_{ref} [kN/m ²]	c_{ref} [kN/m ²]	ϕ [$^\circ$]	R_{inter} [-]
Tanah Kelempungan	Drained	14	16	0,2	10000	1	10	0,9
Tanah Keras	Drained	17	18	0,3	50000	5	30	1

Tabel 2. Parameter Elemen Struktur

Elemen Struktur	Tipe	EA [kN/m]	EI [kNm ² /m]	w [kN/m ²]	ν [-]
Mini Bored Pile D=20 cm	Elastis	567712	1419,3	0,754	0,25
Tie Beam 12x40 cm	Elastis	867840	11571,2	1,152	0,25

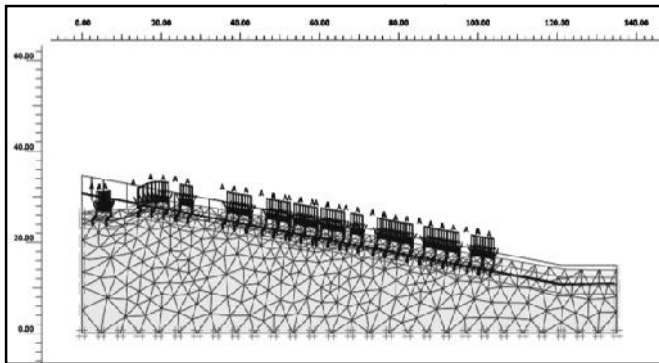


Gambar 5. Model tanah dan rumah untuk analisis stabilitas lereng dengan Plaxis (Indarto et. al, 2014).

Elevasi muka air tanah (m.a.t) model lereng adalah pada elevasi $\pm 0,00$ meter dari permukaan lereng.

Dari hasil analisis stabilitas lereng dengan Teknik Reduksi Kekuatan Geser (*Shear Strength Reduction Technique*) Metode Elemen Hingga (SSR-FEM), didapatkan angka keamanan (safety factor/SF) terhadap stabilitas lereng adalah 1,22. Berdasarkan hasil deformasi pada pondasi, penggunaan pondasi *Mini Bored Pile* \varnothing 20 cm sedalam 3 meter dengan bagian yang menembus tanah keras sedalam 1,00 m (mencapai kedalaman tanah kerasnya atau menurut hasil uji sondir $q_c > 250 \text{ kg/cm}^2$), dapat

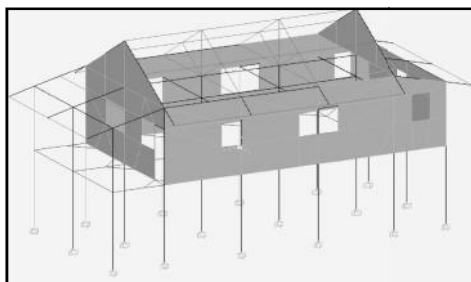
mengurangi beda pergerakan pondasi bangunan. Hasil analisis stabilitas lereng, diperlihatkan pada Gambar 6.



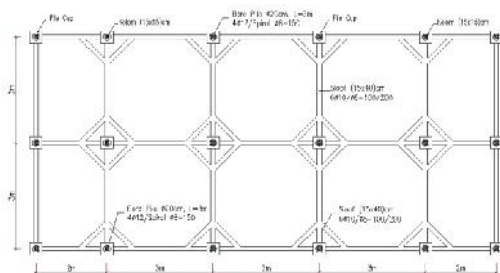
Gambar 6. Deformasi tanah pada lereng hasil simulasi Plaxis (Indarto et. al, 2014).

Analisis Kekuatan Struktur Bangunan Rumah

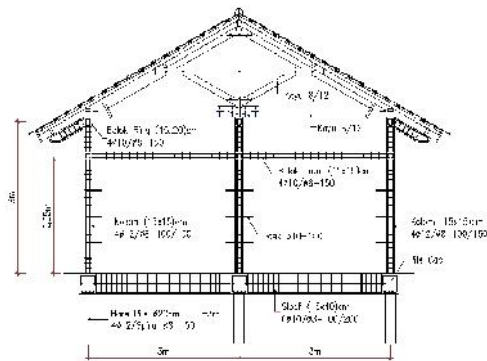
Untuk mengkaji kekuatan struktur rumah terhadap gerakan tanah, dilakukan analisis menggunakan SAP2000. Bangunan rumah dimodelkan sebagai struktur 3 dimensi. Untuk elemen-elemen balok dan kolom beton, sloof dan pondasi mini bored pile dimodelkan dengan menggunakan elemen frame, sedangkan untuk pasangan dinding rumah dimodelkan dengan menggunakan elemen shell. Model struktur 3 dimensi dari bangunan rumah ditampilkan pada Gambar 7 dan 8.



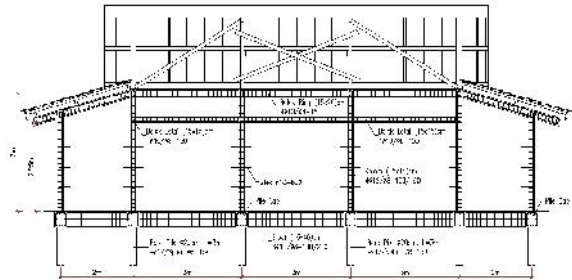
Gambar 7. Model 3 Dimensi Struktur Bangunan Rumah



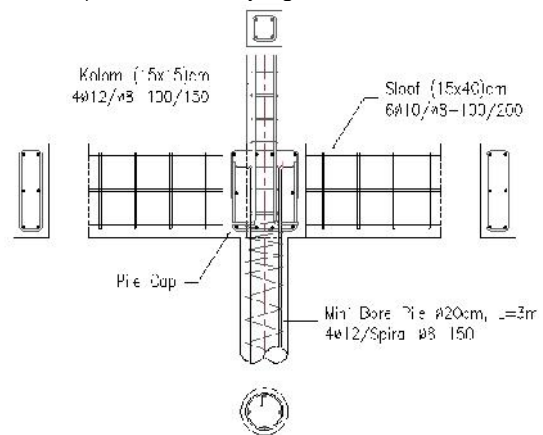
a.) Denah Sloof & Pondasi Bore Pile Ø20 cm



b.) Portal Melintang Struktur Rumah



c.) Portal Memanjang Struktur Rumah



d.) Detail Sambungan Kolom, Sloof, & Pondasi Mini Bore Pile pada Pile Cap.

Gambar 8. Model Struktur Bangunan Rumah Sederhana Di Daerah Rawan Longsor.

Parameter material struktur yang berupa modulus elastisitas (E), berat jenis beton (γ), Angka Poisson (ν) untuk beton, kayu, dan pasangan dinding bata, disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter Material Struktur

Material	E [kg/cm ²]	γ [kg/m ³]	ν [-]
Beton	200000	2400	0,25
Kayu	100000	1200	0,20
Dinding Bata	10000	1700	0,10

*) Mutu beton K-225.

Untuk memeriksa kekuatan dari elemen-elemen struktur rumah (kolom, balok, dan sloof), dilakukan dengan cara menghitung nilai Rasio Tegangan (*Stress Ratio*) dari elemen-elemen struktur akibat kombinasi pembebanan yang ditinjau. Rasio tegangan adalah perbandingan antara tegangan yang terjadi pada elemen struktur akibat kombinasi pembebanan yang bekerja pada struktur, dengan kapasitas kekuatan elemen struktur yang dihitung berdasarkan jumlah tulangan yang terpasang. Suatu elemen struktur dinyatakan kuat jika nilai rasio tegangannya $1,0$.

Pada kajian ini struktur rumah ditinjau terhadap kombinasi antara beban mati (D), beban hidup (L), dan pergerakan pondasi (S) bangunan rumah. Kombinasi pembebanan yang ditinjau di dalam analisis struktur adalah : $U = 1,2.D + 1,6.L + 1,2.S$. Evaluasi kekuatan elemen-elemen struktur dilakukan dengan SAP2000, dengan menggunakan data-data antara lain : pergerakan (*displacement*) horisontal dan vertikal yang terjadi pada pondasi rumah akibat pergerakan tanah, ukuran elemen-elemen struktur berdasarkan tulangan yang terpasang dan mutu beton yang direncanakan, serta bentuk geometrik dari bangunan rumah.

Dari hasil analisis struktur dengan menggunakan SAP2000, didapat nilai Rasio Tegangan yang maksimum dari elemen-elemen struktur rumah akibat kombinasi pembebanan yang ditinjau. Nilai Rasio Tegangan yang maksimum dari elemen-elemen struktur yang didapat dari analisis, disajikan pada Tabel 4. Dari hasil analisis struktur diketahui bahwa nilai Rasio tegangan maksimum yang terjadi pada pada elemen-elemen struktur rumah adalah $<1,0$. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa, ukuran elemen-elemen struktur serta

jumlah pemasangan tulangan yang direncanakan, memenuhi persyaratan kekuatan.

Tabel 4. Nilai Rasio Tegangan Maksimum

Elemen Struktur Rumah	Rasio Tegangan
Balok Kuda-Kuda dan Balok Ring (15x20) cm	0,87
Balok Lantai (15x15) cm	0,26
Balok Sloof (15x40) cm	0,40
Kolom (15x15) cm	0,26

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian model struktur bangunan rumah sederhana di daerah rawan longsor adalah: (1) Struktur bangunan rumah yang ramah terhadap gerakan tanah dirancang dengan cara membuat sambungan-sambungan yang cukup kuat dan kaku antara elemen-elemen struktur (pondasi, sloof, balok, kolom, atap), sehingga jika terjadi gerakan tanah, bangunan rumah dapat bergerak bersama-sama sebagai satu kesatuan struktur yang utuh (*rigid body movement*). Adanya pergerakan yang seragam dari struktur rumah dapat mengurangi terjadinya konsentrasi tegangan pada elemen-elemen struktur; (2) Bangunan rumah dirancang dengan menggunakan prinsip *non-engineered construction* dan menggunakan material-material yang murah dan mudah didapatkan, sehingga pembangunannya dapat dilakukan sendiri oleh warga setempat tanpa melibatkan tenaga ahli.

DAFTAR PUSTAKA

- Indarto H., Hanggoro, T.C.A, 2006, *Studi Perilaku Tiang Bor Sebagai Pondasi Perumahan di Daerah Rawan Longsor Gunungpati Semarang*, Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan X, Himpunan Ahli Teknik Tanah Indonesia, Jakarta.
- Indarto H., Hanggoro, T.C.A, 2014, *Model Pondasi Untuk Rumah Sederhana di Daerah Rawan Longsor Deliksari Gunungpati Semarang*, Prosiding Seminar Nasional Geoteknik 2014, Yogyakarta.