

JURNAL TEKNIK SIPIL

**Studi Perkuatan Kolom Eksisting Dengan Pen-Binder
Untuk Peningkatan Daktilitas Kolom Beton Bertulang**
(*Anang Kristianto, Ichsan Yansusan*)

**Kesiapsiagaan Komunitas Sekolah Dalam Menghadapi Bencana
Di Kabupaten Magelang**
(*Cindrawaty Lesmana, Nurul Purborini*)

Pelelangan Proyek Konstruksi Berbasis Internet
(*Maksum Tanubrata, Hendaryanto Wiryopranoto*)

**Pengaruh Bentuk Dan Rasio Kelangsingan Pada Tiang Pancang
Yang Dibebeani Lateral**
(*Andrias Suhendra Nugraha, Poppy Chaerani Mulyadi*)

Konstruksi Jalan Raya Di Atas Swelling Soil
(*Robby Gunawan Yahya*)

J. Tek.Sipil	Vol. 11	No. 1	Hlm. 1-74	Bandung, April 2015	ISSN 1411-9331
--------------	---------	-------	-----------	------------------------	-------------------



JURNAL TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA

Jurnal Teknik Sipil adalah jurnal ilmiah jurusan teknik sipil Universitas Kristen Maranatha yang diterbitkan 2 kali setahun pada bulan April dan Oktober. Pertama kali terbit bulan Oktober 2003. Tujuan penerbitan adalah sebagai wadah komunikasi ilmiah dan juga penyebarluasan hasil penelitian, studi literatur dalam bidang teknik sipil atau ilmu terkait.

- Pelindung** : Rektor Universitas Kristen Maranatha
- Penanggung Jawab** : Dekan Fakultas Teknik Universitas Kristen Maranatha
- Pemimpin Redaksi** : Ir. Maksum Tanubrata, MT.
- Ketua Dewan Penyunting** : Dr. Yosafat Aji Pranata, ST., MT.
- Penyunting Pelaksana** : Prof. Dr. Ir. Budi Hartanto Susilo, M.Sc.
Dr. Anang Kristianto, ST., MT.
Cindrawaty Lesmana, ST., M.Sc(Eng)., Ph.D.
Ir. Maria Christine Sutandi, M.Sc.
Ir. Herianto Wibowo, M.Sc.
Hanny Juliany Dani, ST., MT.
Andrias S. Nugraha, ST., MT.
- Perapi** : Santo Deli, A.Md.
- Sekretariat dan Sirkulasi** : Aldrin Boy Rahardjo, A.Md., Betty Heriati Sairoen
- Alamat Redaksi** : Sekretariat Jurnal Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha
Jl. Prof. drg. Suria Sumantri MPH. No. 65 Bandung 40164
Tel. 022 - 2012186 ext. 1211, 1212 ; Fax. 022 - 2017622
- E-mail** : jurnal_ts@eng.maranatha.edu
- Website** : <http://majour.maranatha.edu>
- Penerbit** : Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha
Jl. Prof. drg. Suria Sumantri MPH. No. 65 Bandung 40164



JURNAL TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA

DAFTAR ISI :

Studi Perkuatan Kolom Eksisting Dengan Pen-Binder Untuk Peningkatan Daktilitas Kolom Beton Bertulang (<i>Anang Kristianto, Ichsan Yansusan</i>)	1 - 14
Kesiapsiagaan Komunitas Sekolah Dalam Menghadapi Bencana Di Kabupaten Magelang (<i>Cindrawaty Lesmana, Nurul Purborini</i>)	15 - 28
Pelelangan Proyek Konstruksi Berbasis Internet (<i>Maksum Tanubrata, Hendaryanto Wiryopranoto</i>)	29 - 43
Pengaruh Bentuk Dan Rasio Kelangsingan Pada Tiang Pancang Yang Dibebeani Lateral (<i>Andrias Suhendra Nugraha, Poppy Chaerani Mulyadi</i>)	44 - 61
Konstruksi Jalan Raya Di Atas <i>Swelling Soil</i> (<i>Robby Gunawan Yahya</i>)	62 - 73

STUDI PERKUATAN KOLOM EKSISTING DENGAN PEN-BINDER UNTUK PENINGKATAN DAKTILITAS KOLOM BETON BERTULANG

Anang Kristianto, Ichsan Yansusan
Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha
Jalan Prof. drg. Soeria Sumantri, MPH, No. 65, Bandung, 40164
e-mail: anang.kristianto@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu persyaratan penting yang diperlukan dalam desain bangunan tahan gempa yang berhubungan dengan detailing tulangan adalah penggunaan tulangan pengekang pada kolom sistem rangka pemikul momen. Pemasangan tulangan pengekang pada perkuatan kolom eksisting pada umumnya mengalami kesulitan untuk memenuhi standar SNI, hal ini terjadi karena kondisi di lapangan yang tidak memungkinkan membuat tulangan pengekang dengan kait 135°. Penelitian yang dipaparkan dalam makalah ini memperkenalkan suatu alat sederhana yang disebut “pen-binder” yang dapat dipasangkan pada tulangan pengekang tidak standar di lapangan untuk perkuatan kolom. Spesimen yang digunakan dalam pengujian ini terdiri dari 9 buah kolom dengan luas penampang 170 mm x 170 mm dan tinggi 480 mm yang terdiri dari tiga tipe. Benda uji kolom dengan sudut kait 135° (K135), benda uji kolom dengan sudut kait 90° (K90) dan benda uji kolom yang memiliki pengekang dengan sudut kait 90° yang diberi perkuatan pen-binder (KPB) setelah berumur 28 hari. Untuk memberikan hasil yang akurat maka untuk setiap tipe benda uji dibuat 3 buah benda uji kolom. Spesimen kolom diuji tekan menggunakan Universal Testing Machine berkapasitas 1000kN. LVDT (Linear Variable Differential Transducer) ditempatkan pada muka kolom untuk mengukur deformasi aksial dari benda uji kolom. Regangan pada tulangan pengekang diukur dengan menggunakan strain gauge yang ditempatkan pada tulangan longitudinal dan transversal. Spesimen dibebani hingga mencapai kapasitas beban maksimumnya. Daktilitas aksial yang terjadi pada kolom tidak standar, kolom standar dan kolom dengan perkuatan pen-binder berturut-turut adalah 1,3, 7,5 dan 17,5. Penggunaan pen-binder untuk tulangan pengekang yang tidak standar meningkatkan daktilitas sebesar 133% lebih tinggi dari pada tulangan pengekang standar.

Kata kunci: tulangan pengekang, kolom, beton bertulang, pen-binder, daktilitas.

ABSTRACT

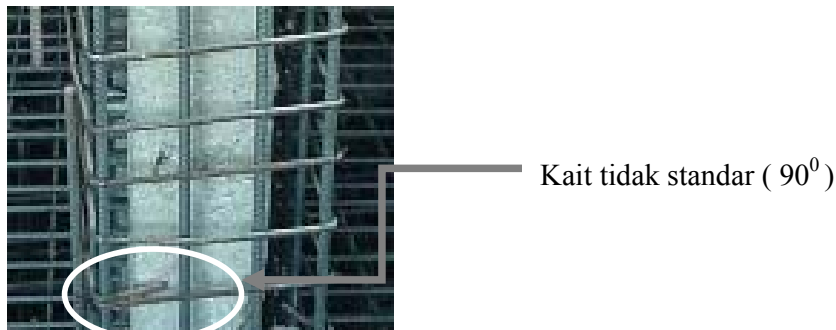
One of the important requirements for earthquake resistant buildings associated with reinforcement detailing is the use of confinement reinforcement in moment resisting frame. Installation of confinement reinforcement for strengthening on existing columns are difficult to meet SNI code requirement, because of the conditions on the site are difficult to make confinement reinforcement with 135° hooks. The research study reported in this paper introduces a simple device called “pen-binder” that can be attached onto the non-compliance confining reinforcement at construction sites for strengthening columns. The specimens tested in this study were 9 column specimens, with 170 mm x 170 mm in cross section and 480 mm in height which consists of three types. Column specimens with the hook angle 135° (K135), column specimens with hook angle 90° (K90) and column specimen with hook 90° which was strengthening with pen-binder (KPB) after 28 days. To give an accurate result for each type of column specimens are made three specimens. The column specimens were tested using a universal compression testing machine with a 1000 kN load capacity. LVDTs (Linear Variable Differential Transducers) was placed on column face to measure axial deformations of the specimens. Strain in confining reinforcement was measured using electric strain gauges were placed on longitudinal and transverse reinforcement. The specimens were loaded until reach maximum column capacity. The test results shows the use of pen-binder improve ductility very significant. Columns specimen with pen-binder (KPB) is much better than columns specimens with non-compliance confinement reinforcement (K90) and

standard confinement reinforcement (K135). Axial ductility in the columns specimens with non-compliance confinement, standard column and the column with pen-binder are respectively 1.3, 7.5 and 17.5. Using pen-binder reinforcement for non-compliance confinement reinforcement increase ductility as much as 133% higher than standard confinement (K135).

Keywords : *confinement, column, reinforced concrete, pen-binder, ductility.*

1. PENDAHULUAN

Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2847-2012 mensyaratkan diberikannya tulangan pengegang kait standar dengan sudut 135° serta panjang kait yang masuk ke dalam inti beton terkekang sebesar 6 diameter atau 75 mm pada elemen kolom yang dibangun di daerah rawan gempa. Ketidaktepatan ataupun kesalahan dalam pemasangan tulangan pengegang ini dapat mengakibatkan kegagalan bangunan pada saat mengalami beban gempa. Pada umumnya mengingat kurangnya pengawasan di lapangan terhadap pelaksanaan proyek banyak pelaksana konstruksi pada akhirnya memasang dengan menggunakan tulangan pengegang dengan kait 90° hal ini banyak diamati dari kegagalan bangunan yang terjadi di daerah rawan gempa akibat beberapa kejadian gempa terakhir.



Gambar 1. Perkuatan kolom eksisting dengan metode *concrete jacketing*

Hal lain yang penting adalah terkait pemasangan tulangan pengegang yang memenuhi standar untuk keperluan perbaikan atau perkuatan struktur kolom dengan menambahkan tulangan baru dan dilakukan pengecoran tambahan beton (*concrete jacketing*) yang pada umumnya tidak mudah diimplementasikan dilapangan. Pada saat pekerjaan perkuatan dilaksanakan dilapangan, kondisi kolom sudah menyatu dengan elemen struktur lain sehingga cukup sulit untuk memasang tulangan pengegang dengan sudut 135° , sehingga pada umumnya tulangan tambahan dipasang dengan sudut 90° (Gambar 1). Seringkali juga akibat kesulitan pemasangan ini dilakukan modifikasi pemasangan tulangan pengegang oleh pelaksana konstruksidimana kinerjanya belum teruji melalui pengujian di laboratorium. Hal ini memotivasi perlunya suatu penelitian

untuk mengembangkan kekuatan struktur kolom eksisting yang mudah pemasangannya di lapangan serta masih memenuhi persyaratan SNI sebagai kolom yang dibangun pada daerah rawan gempa.

Salah satu inovasi yang sedang dikembangkan saat ini adalah kekuatan dengan menggunakan pen-binder (Kristianto, A. et al, 2012). Pen-binder adalah suatu kait yang dipasang pada tulangan pengekang sedemikian rupa sehingga membantu tulangan pengekang tetap pada posisinya pada saat beban aksial bekerja. Pada penelitian terdahulu pen-binder dipasang dalam kondisi beton belum dicor, untuk penelitian ini dilakukan pemasangan pen-binder pada kondisi beton sudah dicor untuk merepresentasikan kekuatan pada kondisi eksisting.

2. TINJAUAN LITERATUR

Kolom (pada umumnya berarah vertikal) merupakan salah satu elemen struktur dari sistem rangka yang memikul beban dari balok serta elemen struktur lain di atasnya. Pada umumnya dominan gaya yang bekerja pada elemen kolom adalah gaya aksial tekan. Keruntuhan suatu kolom merupakan kondisi kritis yang dapat menyebabkan keruntuhan lantai yang bersangkutan dan bahkan juga seluruh struktur. Kondisi inilah yang menyebabkan keruntuhan kolom struktural merupakan hal yang sangat dihindari sehingga dalam perencanaannya harus lebih diperhatikan dengan memberikan kekuatan cadangan yang lebih tinggi dari pada balok ataupun elemen struktur horizontal lainnya, dalam desain struktur tahan gempa hal ini dikenal dengan istilah kolom kuat balok lemah (*strong column weak beam*). Untuk mendapatkan kondisi kolom kuat balok lemah maka harus dibuat perencanaan sedemikian rupa sehingga pada saat beban gempa terjadi maka balok direncanakan untuk mendisipasi energi gempa melalui pembentukan sendi plastis (pada kedua ujungnya) sementara itu kolom harus sanggup bertahan selama terjadi disipasi energi pada balok. Perkuatan pada kolom sangat diperlukan apabila dalam perkembangannya terjadi kerusakan pada kolom atau perubahan beban rencana yang memerlukan desain ulang untuk perkuatan.

2.1 Perkuatan Kolom

Perkuatan adalah suatu tindakan modifikasi struktur, dengan tujuan untuk menaikkan kekuatan, kekakuan serta daktilitas struktur. Penelitian tentang analisis perkuatan struktur diawali pada tahun 1960 oleh negara-negara maju sampai sekarang. Penelitian mengenai perkuatan dilatar belakangi oleh beberapa hal yaitu kesalahan dalam implementasinya di lapangan, kerusakan elemen struktur yang terjadi

akibat bencana (gempa bumi) serta perubahan fungsi struktur yang mengakibatkan perbedaan antarabeban rencana dengan beban disain.

Retrofitting merupakan salah satu upaya dalam meningkatkan kekuatan dan daktilitas sebuah struktur yang telah rusak. Ada dua jenis *Retrofitting* yang dapat dilakukan yaitu :

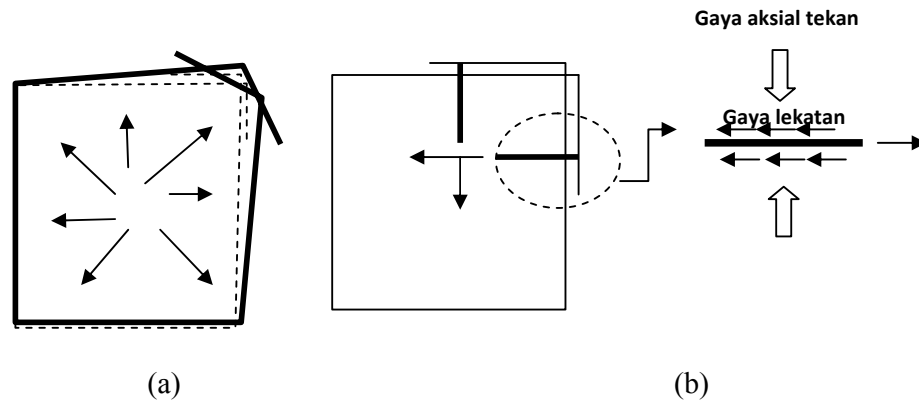
- *Repairing* adalah upaya dalam mengembalikan kekuatan dan daktilitas struktur yang telah rusak kembali seperti kondisi awal.
- *Strengthening* adalah upaya memberikan penambahan kekuatan atau perkuatan dari struktur yang telah ada dengan menambahkan material baru.

Setelah diketahui dan dimungkinkan struktur dapat diperkuat maka langkah selanjutnya adalah pemilihan metode perkuatan untuk masing-masing elemen struktur. Pemilihan metode perkuatan dipengaruhi oleh beberapa pertimbangan, antara lain : pertimbangan efektivitas perkuatan, kemudahan dalam pelaksanaan atau pemasangannya, serta biaya yang diperlukan. Beberapa metoda perkuatan yang telah banyak diimplementasikan dalam beberapa tahun terakhir antara lain adalah: memberi penyelubungan beton pada struktur (*Concrete Jacketing*), penyelubungan baja pada struktur (*Steel Jacketing*), memberi lapisan lembaran material komposit yang terbuat dari CFRP (*Carbon Fiber Reinforced Polimer*), GFRP (*Glasses Fiber Reinforced Polimer*) atau AFRP (*Aramid Fiber Reinforced Polimer*).

2.2 Perkuatan Kolom Dengan Menggunakan Material *Pen-Binder*

Perilaku kolom beton bertulang yang daktail dan tahan goyangan beban gempa memerlukan suatu bentuk dan konfigurasi tulangan pengekang yang mampu menahan inti beton agar tidak lepas sehingga memberikan kekakuan yang cukup selama beban bekerja. Ide dasar penggunaan *pen-binder* sebagai elemen pengikat adalah untuk membantu tulangan pengekang menahan inti beton tetap pada posisinya hingga menjamin proses plastifikasi berlangsung seperti yang dikehendaki dalam desain elemen struktur tersebut. Pemasangan tulangan pengekang dengan kait 90^0 merupakan salah satu contoh tulangan pengekang yang memerlukan elemen pengikat agar pada saat beban aksial dan lateral bekerja tidak mengakibatkan kegagalan. Elemen pengikat atau *pen-binder* ini harus bekerja sedemikian rupa sehingga memiliki kemampuan untuk menahan titik-titik tertentu yang akan membuka akibat ekspansi lateral inti beton.

Gambar 2 memperlihatkan ilustrasi konsep *pen-binder* sebagai elemen pengikat tulangan pengekang yang dipasang pada daerah kait tidak standar.



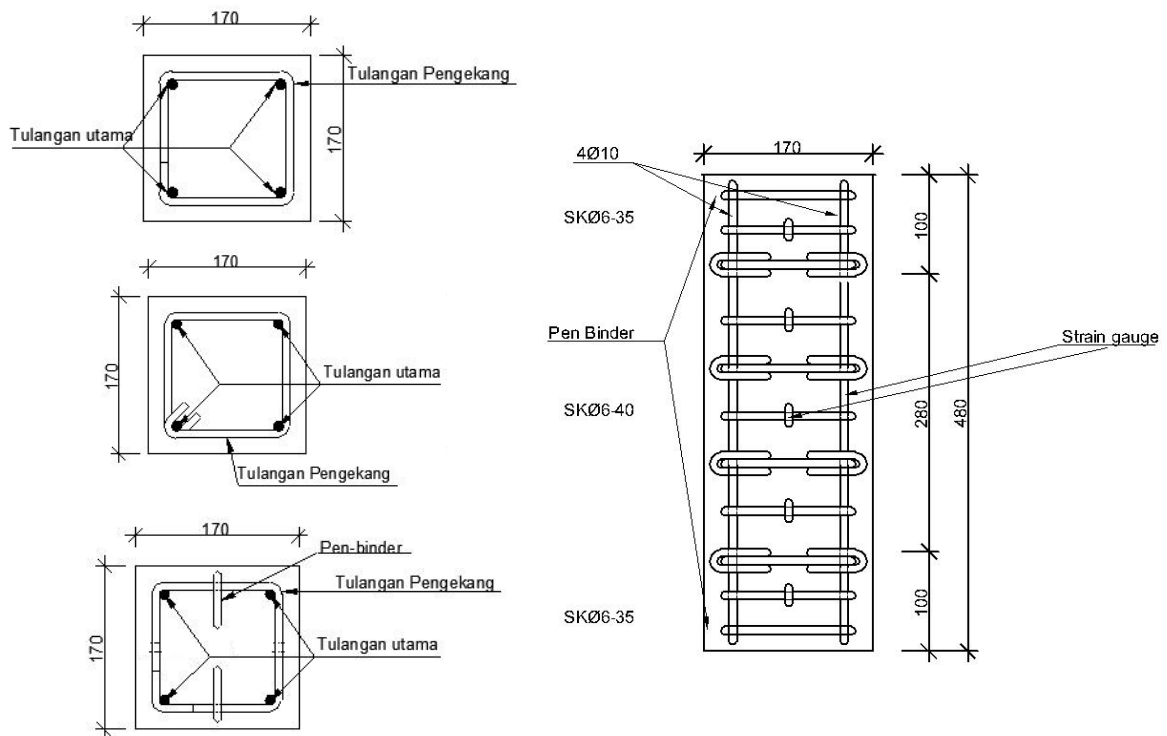
Gambar 2. Ilustrasi konsep *pen-binder* sebagai elemen pengikat: (a). Tulangan pengegang dengan kait tidak standar tanpa *pen-binder*. (b). Penambahan *pen-binder* pada tulangan pengegang.

Pemasangan *pen-binder* pada posisi tertentu seperti dalam ilustrasi Gambar 2 mengikat tulangan pengegang sehingga kait tidak terbuka seperti pada Gambar 2.a. *Pen-binder* memanfaatkan gaya aksial yang mengekang inti beton dalam arah longitudinal dengan mengembangkan kapasitas lekatannya sehingga membantu menahan tulangan pengegang menahan ekspansi lateral beton. Untuk menjamin ikatan antara tulangan pengegang dengan *pen-binder* dapat berlangsung hingga deformasi aksial dan lateral yang tinggi maka *pen-binder* dibentuk menyerupai pengikat silang dimana bagian ujung *pen-binder* ditekuk mengelilingi tulangan pengegang dengan sudut 180° , sementara ujung lainnya tertanam pada daerah inti beton.

3. PROGRAM PENGUJIAN BENDA UJI

3.1 Benda Uji

Pada penelitian ini dibuat benda uji kolom dengan dimensi penampang 170 mm x 170 mm, tinggi 480 mm yang terdiri dari 3 tipe yaitu :benda uji kolom dengan sudut kait 135° (K135), benda uji kolom dengan sudut kait 90° (K90) dan benda uji kolom yang memiliki pengegang dengan sudut kait 90° kemudian diberi perkuatan *pen-binder* (KPB) setelah berumur 28 hari. Untuk memberikan hasil yang akurat maka untuk setiap tipe benda uji dibuat 3 buah benda uji kolom. Gambar 3 memperlihatkan gambar penampang benda uji. *Pen-binder* dipasang pada 2 sisi berselingan pada arah vertikal sehingga terjadi pemerataan perkuatan pada keempat sisi kolom.



Gambar 3. Detail benda uji kolom

Pemasangan pen-binder dilakukan setelah umur beton mencapai 28 hari. Pemasangan dilakukan dengan melakukan pengeboran beton untuk membuat lobang sehingga pen-binder dapat masuk dan mengkait tulangan pengekang. Setelah pen-binder terpasang maka lobang ditutup dengan menggunakan grouting. Pemasangan pen-binder dipasang pada ke dua sisi yang berlawanan dari tulangan pengekang,

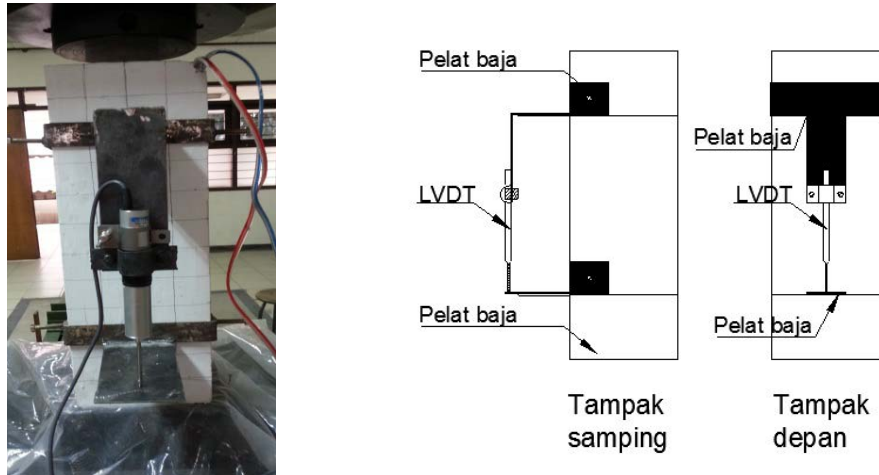


Gambar 4. Proses pemasangan pen-binder

3.2 Set Up Alat Pengujian

Untuk keperluan pengujian ini daerah yang akan dianalisis berada ditengah benda uji kolom sepanjang 280 mm sehingga pada daerah tersebut dipasang LVDT arah vertikal pada salah satu sisi. LVDT digunakan untuk mengukur deformasi aksial kolom serta memeriksa konsentrisitas pembebanan yang terjadi pada kolom. Gambar mengenai pemasangan LVDT dapat dilihat pada Gambar 5.

Untuk menganalisis besarnya regangan pada tulangan maka strain gauge dipasang pada tulangan utama dan tulangan pengekang yang posisinya berada di tengah tinggi kolom. Strain gauge berfungsi untuk mengetahui regangan yang terjadi pada baja tulangan kolom, sehingga kondisi tulangan ketika mengalami leleh dapat diketahui.



Gambar 5. Pemasangan dan posisi LVDT pada benda uji

Pengujian tekan kolom dilakukan dengan menggunakan mesin uji tekan UTM berkapasitas 1000 kN seperti pada Gambar 6. Kecepatan pembebanan yang dilakukan adalah 0,01 MPa/mm. Pembebanan dilakukan hingga terlihat penurunan beban secara signifikan atau hingga benda uji mengalami kegagalan. Proses pembebanan dicatat mulai dari retak, terlepasnya selimut beton hingga kolom mengalami keruntuhan.

Seluruh data-data pengujian yang didapat dari pemasangan strain gauge, LVDT dan gaya tekan alat yang dapat langsung dimonitor melalui komputer dan dicatat oleh data logger (Gambar 6). Pengamatan visual juga dilakukan untuk melihat perilaku retak kolom benda uji pada saat mengalami kenaikan beban aksial. Hasil pengamatan didokumentasikan untuk keperluan analisis visual.



Gambar 6. Alat uji tekan, data logger dan grafik pada monitor

4. ANALISIS HASIL PENGUJIAN

4.1 Analisis Visual

Untuk mengetahui perilaku tulangan utama dan tulangan pengekang yang berada didalam beton, sebagian selimut beton yang belum hancur dikelupas sehingga terlihat tulangan utama dan tulangan pengekangnya. Gambar benda uji yang telah terkelupas selimut betonnya dapat dilihat pada Gambar 7 hingga Gambar 9.



Gambar 7. Hasil pengujian kolom K135

Gambar 7 memperlihatkan kondisi kolom dengan kait standar (K135) yang mengalami kegagalan tekuk akibat lelehnya tulangan utama akibat beban aksial. Pengamatan visual memperlihatkan tulangan pengekang berfungsi dengan baik untuk menahan tulangan utama dan inti beton.

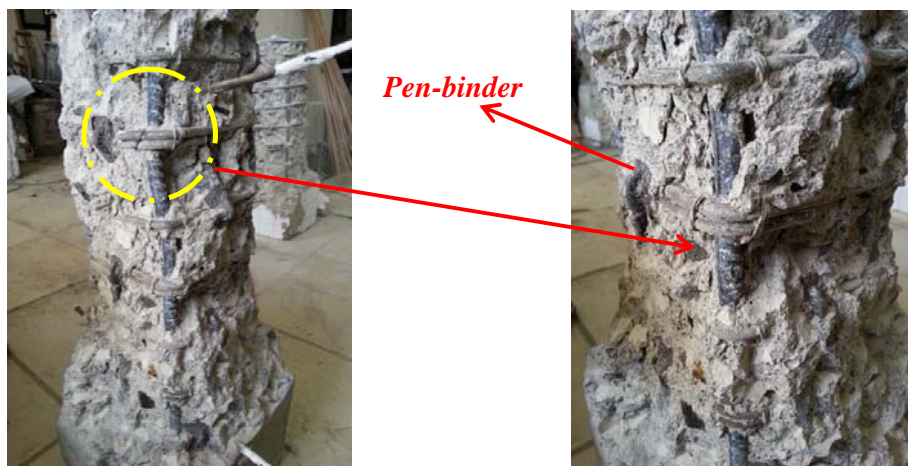
Hasil pengujian kolom K90 dapat dilihat pada Gambar 8, terlihat bahwa kait terbuka dan tulangan longitudinal mengalami tekuk berlebih pada daerah sudut yang

terdapat kait 90°. Hal ini memperlihatkan bahwa tulangan pengekuat tidak berfungsi dengan baik untuk mengekang inti kolom, terlihat pada daerah tersebut sebagian inti kolom sudah terlepas.



Gambar 8. Hasil pengujian kolom K90

Hasil pengujian secara visual pada kolom KPB dapat dilihat pada Gambar 9 berikut. Pengamatan visual memperlihatkan perkuatan dengan pen-binder memberikan hasil yang memuaskan. Tulangan pengekuat sekalipun dipasang dengan cara tidak standar menghasilkan kekangan yang baik.

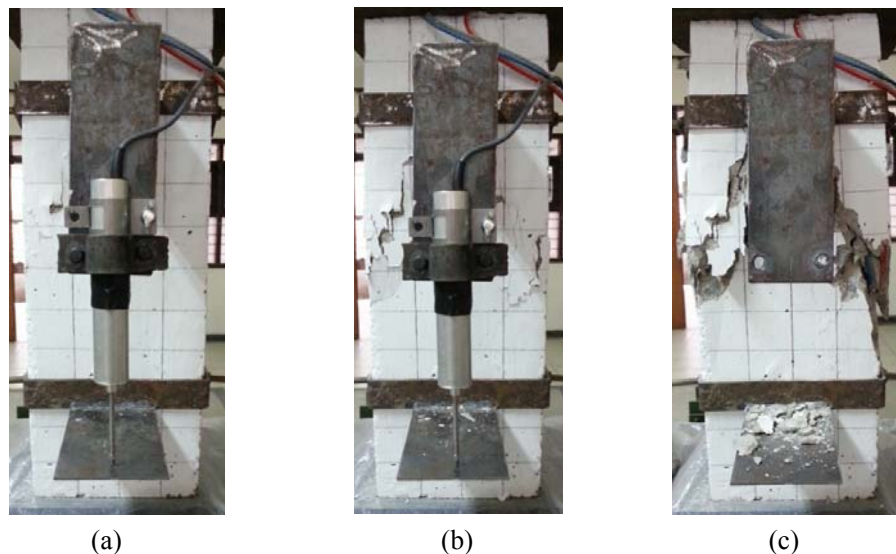


Gambar 9. Hasil pengujian kolom KPB

Pengamatan secara visual memperlihatkan bahwa penggunaan pen-binder sebagai perkuatan kolom beton eksisting yang telah dibangun dengan kait tidak standar atau kait 90⁰ memberikan hasil yang pengekangan yang baik.

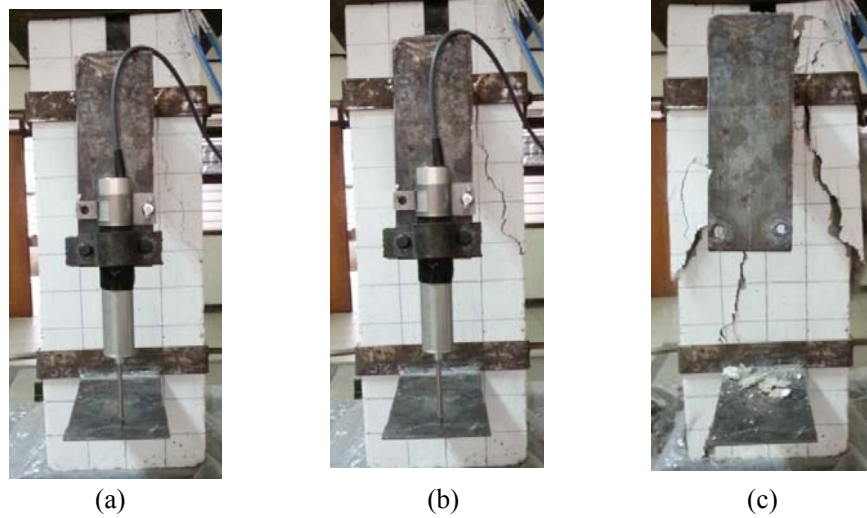
4.2 Pola Retak Kolom

Pada umumnya benda uji menunjukkan pola keruntuhan yang hampir sama hingga mencapai beban maksimum, yang membedakan adalah kecepatan keruntuhannya. Dari pengamatan visual keruntuhan kolom diawali retak-retak rambut diagonal, kemudian retak-retak melebar, setelah itu selimut beton mulai terkelupas lalu pada saat beban maksimum kolom mengalami keruntuhan pada bagian tengah terlebih dahulu. Pola retak kolom setiap tipe kolom dapat dilihat pada Gambar 10 hingga Gambar 12. Pola retak keruntuhan kolom K135 dapat dilihat pada Gambar 10 berikut.

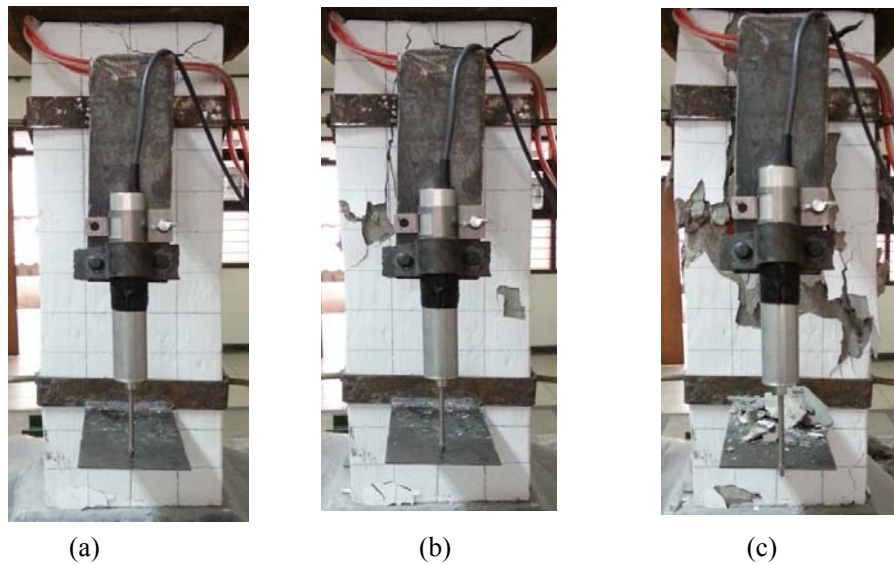


Gambar 10. Proses pengujian kuat tekan kolom mulai dari; (a) retak; (b) terkelupasnya selimut beton; (c) keruntuhan kolom K135

Terkelupasnya selimut beton membuat tulangan pengekang mulai berfungsi memberi kekangan kepada inti kolom agar tetap berada pada posisinya sehingga benda uji kolom sanggup menerima beban maksimum dalam waktu yang relatif lama sebelum mencapai keruntuhannya. Pada benda uji kolom yang memiliki kait tidak standar (K90) keruntuhan terjadi dengan mendadak sebagai akibat dari menekuknya tulangan pengekang. Pada Gambar 11 memperlihatkan urutan pola retak yang terjadi pada tulangan pengekang dengan kait tidak standar.



Gambar 11. Proses pengujian kuat tekan kolom mulai dari; (a) retak; (b) terkelupasnya selimut beton; (c) keruntuhan kolom K90



Gambar 12. Proses pengujian kuat tekan kolom mulai dari (a) retak (b) terkelupasnya selimut beton (c) keruntuhan kolom dengan KPB

4.3 Beban dan Regangan Aksial Benda Uji

Kapasitas beban aksial maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji dapat dilihat dari hasil pembacaan nilai maksimum yang terdapat pada UTM, sementara itu nilai regangan yang terjadi dapat diukur melalui LVDT yang dipasang pada benda uji. Hasil

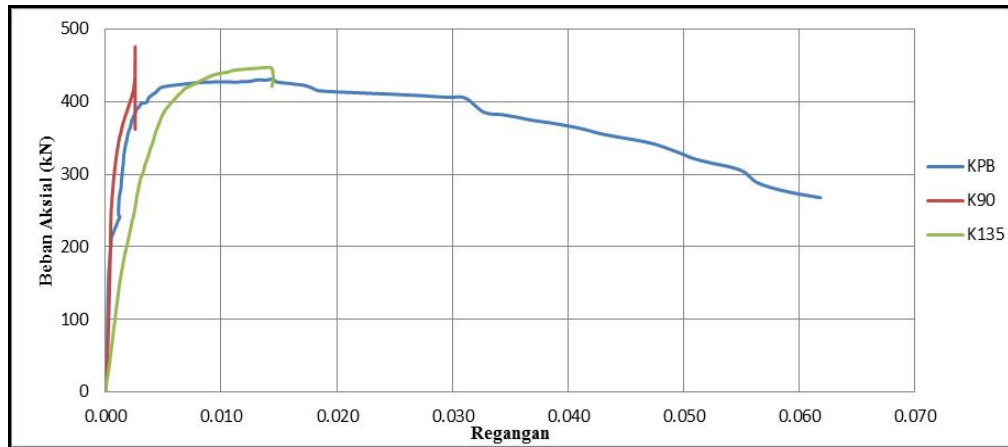
uji yang digunakan adalah hasil uji rata-rata dari tiga benda uji, hasil benda uji kolom setiap tipe dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 13 berikut.

Tabel 1. Tabel hasil pengujian berdasarkan alat LVDT

	Kolom K135		Kolom K90		Kolom KPB	
	Beban aksial (kN)	Regangan	Beban aksial (kN)	Regangan	Beban aksial (kN)	Regangan
Beban leleh	340,00	0,0020	395,00	0,0020	335,00	0,0020
Beban maksimum	447,26	0,011	471,77	0,0026	441,31	0,01
Beban ultimate	380,17	0.0150	401,0	0,0026	375,11	0,035
Daktilitas		7.5		1.3		17.5

Tabel 1 memperlihatkan besarnya beban yang terjadi pada saat tulangan longitudinal mencapai leleh (beban leleh) dan pada saat beban ultimate terjadi. Beban leleh berkorelasi dengan nilai beban pada saat tulangan longitudinal mencapai nilai leleh. Beban ultimate diambil pada titik saat terjadi penurunan kapasitas kolom sebesar 15% dari beban maksimum (puncak) yang terjadi. Regangan yang dianalisis adalah regangan aksial kolom benda uji yang didapat dari deformasi aksial hasil pengukuran LVDT dibagi panjang daerah pengujian (280 mm). Besarnya daktilitas dihitung dari perbandingan regangan ultimate dengan regangan lelehnya. Kolom dengan kait tidak standar memiliki beban aksial maksimum yang relatif sedikit lebih tinggi dari benda uji lainnya, meskipun begitu apabila dilihat dari beban lelehnya terlihat bahwa kolom dengan pen-binder lebih dulu mengalami leleh tulangan longitudinal. Hal ini menunjukkan bahwa kekangan berfungsi dengan baik sehingga tulangan kolom mengalami kegagalan leleh terlebih dahulu. Sementara pada benda uji kolom dengan tulangan kait tidak standar terjadi pergeseran kait sehingga segera setelah beban maksimum tercapai segera terjadi kegagalan (mencapai beban ultimate) pada regangan yang sama. Benda uji kolom standar memiliki perilaku yang lebih baik daripada kait tidak standar, kolom dapat mempertahankan kapasitas maksimumnya setelah leleh hingga mengalami kegagalan.

Gambar 13 memperlihatkan grafik beban dan regangan yang terjadi untuk masing-masing benda uji. Berdasarkan grafik terlihat bahwa tulangan dengan kait tidak standar 90⁰ mengalami kegagalan yang mendadak, hal ini dapat dilihat dari kurva yang mendadak mengalami penurunan gaya aksial pada regangan yang masih awal yaitu 0,0026, sehingga dapat dikatakan benda uji memiliki daktilitas 1,3.



Gambar 13 GrafikBeban dan Regangan benda uji

Benda uji dengan kait standar 135⁰ memperlihatkan perilaku daktilitas yang lebih baik, setelah mengalami leleh pada tulangan longitudinal kapasitas aksial kolom tidak segera menurun sehingga menghasilkan nilai daktilitas yang lebih baik yaitu sebesar 7,5. Benda uji dengan pen-binder memberikan perilaku pengekangan yang jauh lebih baik. Pada grafik terlihat perilaku benda uji dengan perkuatan penbinder menghasilkan daktilitas yang lebih baik yaitu sebesar 17,5, terjadi peningkatan sebesar 133%. Kondisi ini memperlihatkan bahwa penggunaan pen-binder dapat memberikan hasil yang lebih baik dalam hal daktilitasnya daripada penggunaan kait standar, perilaku kolom dengan daktilitas yang tinggi sangat diperlukan untuk struktur yang dibangun di daerah rawan gempa.

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Mekanisme keruntuhan pada kolom hingga mencapai beban maksimum umumnya sama. Pola keruntuhan kolom diawali retak-retak rambut diagonal, kemudian retak-retak melabar, setelah itu selimut beton mulai terkelupas dilanjutkan tulangan longitudinal mencapai kapasitas lelehnya, setelah beban maksimum tercapai terjadi penurunan kapasitas aksialnya secara signifikan.
2. Benda uji kolom dengan tulangan tidak standar (kait 90⁰) mengalami penurunan kapasitas aksial yang mendadak, hal ini terjadi karena kait segera terbuka setelah teganan leleh tulangan longitudinal tercapai.

3. Penggunaan pen-binder memberikan kemampuan daktilitas yang jauh lebih baik daripada tulangan sengkang yang tidak standar maupun tulangan pengekang yang standar (kait 135⁰).
4. Daktilitas yang terjadi pada kolom tidak standar, kolom standar dan kolom dengan perkuatan pen-binder berturut-turut adalah 1,3 , 7,5 dan 17,5. Terjadi peningkatan sebesar 133% daktilitas apabila menggunakan perkuatan dengan pen-binder dari pada penggunaan kolom standar.

SARAN

Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai perkuatan kolom eksisting dengan dimensi lingkaran menggunakan perkuatan pen-binder agar lebih efisien dalam pemasangan dan penggunaannya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bae, S. and Bayrak, O.(2008),” Seismic Performance of Full Scale Reinforced Concrete Column”, *ACI Structural Journal*, V. 105, No. 2, March-Apr., pp. 123-133.
2. James G.M, James K.Wight (2005).” Reinforced Concrete Mechanics and Design, Fourth Edition”, Prentice Hall.
3. Kristianto, A. et al. (2012),” Confinement of Reinforced Concrete Columns with Non Compliance Confining Reinforcement plus Supplemental Pen-Binder”, *ITB J. Eng. Sci.*, Vol. 44, No. 3, pp. 220-237
4. Paultre P.; Legeron F.,(2008). ” Confinement Reinforcement Design for Reinforced Concrete Columns”, *ASCE Journal of Structural Engineering*, Vol 134. No5 May 2008.pp738-749
5. Purwono, R., Tavio, Imran, I., Raka, I.G.P, 2006, *Indonesian Concrete Code for Buildings (SNI 03-2847-2002) with Commentary* , ITS Press, Surabaya, Indonesia.
6. Sheikh, S.A and Uzumeri, S.M.(1980).”Strength and Ductility of Tied Concrete Column”, *Proceedings, ASCE*, V.106, ST5, May 1980, pp 1079-1102.
7. Sheikh, S. A., and Yeh, C.,(1990). “Tied Concrete Columns under Axial Load and Flexure,” *Journal of Structural Engineering*, ASCE, V. 116, No. 10, Oct. 1990, pp. 2780-2800.
8. Razvi S.R and Saatcioglu M.(1994) “Strength and Deformability of confined High-Strength Concrete Columns “,*ACI Structural Journal*, V. 91, No. 6, Nov-Dec. 1994, pp. 1-10.
9. Watanabe, F.; Muguruma, H.; Matsutani, T.; and Sanda, D.(1987).”Utilization of High Strength Concrete for Reinforced Concrete High Rise Buildings in Seismic Area,” *Utilization of High Strength Concrete Proceeding*, Stavanger, Norway, Tapir Publishers, pp 655-666.

KESIAPSIAGAAN KOMUNITAS SEKOLAH DALAM MENGHADAPI BENCANA DI KABUPATEN MAGELANG

Cindrawaty Lesmana, Nurul Purborini

¹ Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha,
email: cindra@eng.maranatha.edu

² Jurusan Keperawatan, Fakultas Ilmu Kesehatan,
Universitas Muhammadiyah Magelang,
email: ners.nurul@gmail.com

ABSTRAK

Sekolah siaga bencana adalah kunci utama untuk melindungi anak-anak dan generasi muda dalam membentuk lingkungan belajar yang kondusif dan aman dari bencana yang tidak dapat dihindarkan. Pencapaian kesiapsiagaan sekolah sangatlah penting mengingat Indonesia termasuk negara dengan resiko bencana yang tinggi. Data dikumpulkan dari komponen sekolah seperti kepala sekolah, guru, dan tenaga administratif untuk meninjau kesiapsiagaan sekolah dalam pengurangan resiko bencana di Kabupaten Magelang, Jawa Tengah, Indonesia yang terancam bahaya lahar dari Gunung Merapi. Hasil survey menunjukkan bahwa kesiapsiagaan sekolah masih perlu ditingkatkan.

Kata kunci: sekolah siaga bencana, kesiapsiagaan bencana, manajemen bencana

1. LATAR BELAKANG

Bencana alam seperti gempa, erupsi dari gunung berapi, banjir, dan lainnya dapat berdampak secara langsung dan tidak langsung pada kerugian material, lingkungan, pendidikan dan sosial ekonomik dalam komunitas (Carr, 1932; UNESCO, 2003; ADPC, 2008; IFC, 2010; Seyle, Widyatmoko et al., 2013). *The Economy and Environment Program for Southeast Asia* (EEPSEA) menyatakan bahwa Indonesia adalah salah satu negara sangat rawan dengan perubahan iklim di peta perubahan iklim untuk Asia Tenggara (Yusuf and Francisco, 2009). Indonesia secara geografis termasuk ke dalam wilayah yang tidak stabil dan rawan bencana. Hal ini dikarenakan letak geografis Indonesia yang diapit lempeng Eurasia Asia – Australia serta lempeng Pasifik dan Philipine yang cukup aktif.

Menurut data statistik bencana di Indonesia yang terangkum pada Tabel 1, banjir merupakan bencana yang paling sering terjadi dan berdampak terbesar untuk masyarakat (BNPB, 2014). Bencana gempa dan longsor merupakan bencana yang menghasilkan banyak korban jiwa. Selain itu, gempa juga berdampak pada kerusakan gedung sekolah. Indonesia juga termasuk rawan

terhadap bencana gunung berapi. Indonesia memiliki 400 gunung berapi dan 129 diantaranya adalah gunung berapi yang masih aktif.

Tabel 1 Statistik bencana di Indonesia periode 2004-2014

Jenis bencana	Terdampak	Meninggal	Kerusakan sekolah
Gempa	2,906,647	8,324	20,970
Banjir	17,283,349	2,013	5,170
Gunung berapi	308,762	427	617
Longsor	85,081	1,673	99

Sumber: (BNPB, 2014)

Bencana dapat berdampak pada melemahnya perekonomian dan ketahanan pemerintahan. Bencana juga dapat memberikan dampak pada dunia pendidikan. Kerugian pada elemen sekolah seperti guru dan murid, proses belajar mengajar, properti, dan penyediaan akibat bencana, mengakibatkan jutaan masa depan generasi muda terancam. Terhentinya pendidikan akibat dari konflik dan bencana alam merupakan sebab utama dari keluarnya anak-anak dan generasi muda dari jalur pendidikan (Pereznieto and Harding, 2013). Ditiadakannya hak mereka untuk mendapatkan pendidikan merenggut kesempatan mereka untuk mengembangkan diri untuk keluar dari kemiskinan dan marginalisasi (Pereznieto and Harding, 2013). Oleh sebab itu, bencana alam berdampak pada anak-anak dan generasi muda.

Bencana menyebabkan banyak sekolah yang rusak maupun hancur. Banyaknya sekolah yang hancur maupun rusak pada saat gempa dan Tsunami Aceh (2004), Gempa Yogyakarta (2006), Erupsi Gunung Merapi (2010), dan bencana alam lainnya mengakibatkan terhentinya kegiatan belajar mengajar. Hal ini menunjukkan bahwa bencana tidak dapat dihindari akan tetapi komunitas dapat bersiap untuk mengurangi bahaya bencana. Oleh sebab itu, pengenalan dan pengurangan resiko bencana harus dilakukan sejak dini.

Pengurangan resiko bencana di sekolah adalah sangat penting mengingat Indonesia termasuk negara yang rawan akan bencana (KPB, 2011). Pencapaian

kesiapsiagaan bencana sangat penting terutama untuk daerah-daerah yang sering terjadi bencana. Pengalaman akan bencana alam yang berulang diyakini menjadi alasan untuk komunitas untuk lebih siap siaga. Jawa Tengah teridentifikasi di zona dengan potensial resiko bencana tinggi (BAPENAS, 2010). Kabupaten Magelang adalah salah satu daerah yang berada di kaki Gunung Merapi. Kampanye nasional Indonesia tahun 2010, 1 juta sekolah dan rumah sakit aman, telah diluncurkan di Magelang, sehingga seharusnya sekolah-sekolah tersebut telah siap siaga terhadap bencana. Penelitian ini bertujuan untuk melihat sejauh mana kesiapsiagaan pengurangan resiko bencana pada SMA di Kabupaten Magelang. Apakah pengalaman berulang akan bencana memicu kesiapsiagaan akan pengurangan resiko bencana di sekolah? Penelitian ini akan berguna bagi pembuat kebijakan, lembaga swadaya masyarakat, yayasan sosial, aparat pemerintahan, peneliti, dan komunitas sekolah untuk mendapatkan realita kesiapsiagaan bencana sekolah di daerah yang rawan akan bencana.

2. SEKOLAH SIAGA BENCANA

Pada tahun 2006, hasil penelitian dari Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) bekerjasama dengan *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) di tiga daerah di Indonesia (Aceh, Bengkulu, dan Padang) menyatakan bahwa kesiapsiagaan bencana untuk sekolah adalah paling rendah dibandingkan dengan kesiapsiagaan rumah tinggal dan masyarakat (LIPI, 2007). Diawali pada Mei 2010, Platform Nasional untuk Pengurangan Resiko Bencana (Planas-PRB) bekerjasama dengan partner lainnya meluncurkan kampanye “1 juta sekolah dan rumah sakit aman” di beberapa kota besar di Indonesia seperti: Jakarta, Yogyakarta, Aceh, Sumatera Barat (Padang), Jawa Barat (Bandung dan Sukabumi), Jawa Tengah (Magelang dan Kebumen), dan Jawa Timur (Surabaya dan Jember). Konsorsium pendidikan bencana di Indonesia (KPB) juga meluncurkan kerangka kerja sekolah siaga bencana dan strategi pengurangan resiko bencana di sekolah pada tahun 2011.

Bencana di sekolah dapat didefinisikan sebagai segala kejadian yang mengakibatkan titik balik, seringkali penderitaan, tekanan, atau ketidakaturan fungsi secara fisik dan atau psikologis (Reeves, Kanan et al., 2010). Sekolah Siaga

Bencana (SSB) meliputi pengembangan prosedur dan tindakan dalam sekolah untuk memfasilitasi koordinasi dan respon yang sigap dan efektif ketika terjadi bencana (OSDFS, 2007). SSB mencakup juga pra-pembentukan pos komando, area evakuasi, tim bencana dan perannya, persiapan peralatan dan perlengkapan, simulasi dan praktek kesiap siagaan dengan mitra dari multi lembaga (IFC, 2010). Hal ini berarti SSB adalah sekolah yang memiliki kemampuan untuk mengatasi bencana di lingkungan sekitarnya yang diukur dari rencana penanggulangan bencana (pra-bencana, bencana darurat, dan setelah bencana), logistic, keamanan di lingkungan belajar, infrastruktur, sistem darurat, prosedur operasional yang telah distandarkan, dan sistem peringatan dini (KPB, 2011).

Federal Emergency Management Agency (FEMA) membagi tanggung jawab kepala sekolah, guru, tenaga administratif dan pihak lainnya yang terkait di kesiap siagaan sekolah dalam Multi-Phase Comprehensive Safe School Plans (FEMA, 2011). Kemampuan setiap personil sangat berpengaruh pada kesuksesan SSB. *Inter-Agency Network for Education in Emergencies* (INEE) pada *Planning in an Emergency Checklist* mencantumkan standar minimum untuk sekolah dalam menanggulangi bencana. Pendidikan mengenai bencana perlu dimasukkan ke dalam sistem pendidikan, kurikulum dan pengajaran, serta kesinambungan pendidikan dalam situasi bencana (INEE, 2004). Tujuan dari SSB adalah menciptakan kesiapsiagaan dan budaya aman di lingkungan sekolah serta membangun kekuatan setiap elemen sekolah untuk Pengurangan Resiko Bencana – PRB (KPB, 2011). Dalam perkembangannya, empat parameter ditetapkan sebagai parameter kesiapsiagaan sekolah, yaitu: 1. Sikap dan tindakan; 2. Kebijakan sekolah; 3. Perencanaan kesiapsiagaan; dan 4. Mobilisasi sumber daya.

3. METODOLOGI

Data dikumpulkan dengan metode kuantitatif melalui survei kuesioner berdasarkan KPB (2011). Empat parameter tersebut kemudian ditinjau ulang dan diadaptasi dengan literatur lainnya, yaitu: sikap dan tindakan (INEE, 2004; Marla Petal and Rebekah Green 2008; IFC, 2010; KPB, 2011), kebijakan sekolah (OSDFS, 2003; IFC, 2010; FEMA, 2011; KPB, 2011), perencanaan kesiapsiagaan (OSDFS, 2003; IFC, 2010; FEMA, 2011; KPB, 2011), dan mobilisasi sumber

daya (OSDFS, 2003; IFC, 2010; FEMA, 2011; KPB, 2011). Setiap indikator diukur dari tanggapan dari responden dalam skala Likert berderajat 4 (1= belum diimplementasikan sama sekali, 2 = baru dalam pengembangan, 3 = dalam pengembangan sampai batasan tertentu, dan 4 = diimplementasikan secara lengkap). Beberapa indikator dalam kuesioner meliputi “sekolah memiliki dokumen kesiap siagaan sekolah yang direview secara rutin dan diperbaharui secara partisipatif”, “adanya bangunan sekolah yang aman terhadap bencana”, “sekolah memiliki lokasi evakuasi yang tersosialisasikan serta disepakati oleh seluruh komponen sekolah, orang tua murid, masyarakat sekitar, dan pemerintah daerah”, dan lainnya.

Tabel 2 Karakteristik responden

Indikator	Total
Jumlah responden	80 (100%)
Peran di sekolah	
Kepala sekolah	3 (3.75%)
Guru	54 (67.50%)
Administrasi	23 (28.75%)
Jenis kelamin	
Pria	35 (43.75%)
Wanita	45 (56.25%)
Lama kerja	
0-3 tahun	24 (30.00%)
3-6 tahun	10 (12.50%)
6-9 tahun	9 (11.25%)
> 9 tahun	37 (46.25%)

4. SAMPEL

Di Jawa Tengah terdapat 5 gunung berapi yang tergolong aktif dan salah satu diantaranya adalah Gunung Merapi. Data diambil dari kuesioner yang disebarakan pada tiga Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) di Kabupaten Magelang (Muntilan

dan Salam) yang terdampak bencana lahar dingin dari Gunung Merapi, Magelang – Indonesia pada tahun 2010. Total responden adalah 80 orang yang terdiri dari kepala sekolah, guru, dan tenaga administratif sekolah. Karakteristik responden lebih lengkapnya dapat dilihat di Tabel 2.

4.1 Analisis dan Pembahasan

Walaupun jumlah sampel relatif kecil untuk pengolahan data statistik, penelitian telah membuktikan bahwa aturan untuk jumlah sampel minimum adalah tidak terlalu valid dan berguna (MacCallum, Widaman et al., 1999; Preacher and MacCallum, 2002). Sulit disimpulkan jumlah sampel absolut adalah penting untuk pengolahan data, tetapi minimum sampel tergantung pada aturan lainnya seperti: angka *communality* tinggi yang menyatakan sampel terdistribusi normal dengan baik (MacCallum, Widaman et al., 2001), angka ini harus lebih besar dari 0.6 dengan rata-rata keseluruhan minimum adalah 0.7, dan faktor beban di atas 0.8 termasuk tinggi, di atas 0.6 termasuk moderat, dan di bawah 0.4 dianggap lemah (Velicer and Fava, 1998).

Pada penelitian ini, *Exploratory factor analysis* (EFA) dianalisis dengan menggunakan SPSS v.17 untuk menentukan jumlah indikator yang mempengaruhi setiap parameter (Yong and Pearce, 2013). Pada akhirnya faktor beban minimum adalah 0.946 untuk sikap dan tindakan, 0.650 untuk kebijakan sekolah, 0.702 untuk perencanaan kesiapsiagaan, dan 0.797 untuk mobilisasi sumber daya. Nilai dari *Cronbach's alpha* adalah 0.867 yang berarti relasi yang kuat antar parameter.

Sekolah siaga bencana adalah sekolah yang memberi perhatian bagaimana resiko bencana dapat dicegah dan diatasi secara efektif (Ryan, Campbell et al., 1999; Atack, Parker et al., 2009). Sikap dan tindakan dalam SSB adalah persepsi pengetahuan dan kemampuan dari komponen sekolah untuk mengatasi bahaya bencana secara efektif. Tabel 3 mengilustrasikan masih kurangnya sikap dan tindakan komponen sekolah dalam pengetahuan dan upaya-upaya Penanganan Resiko Bencana (PRB). Hal ini terlihat dari nilai rata-rata yang relatif kecil mendekati 1 ($\mu = 1.20$) dimana 1 berarti belum ada implementasi. Sosialisasi SSB telah dilakukan oleh pemerintah akan tetapi implementasi di internal sekolah masih sangatlah kurang.

Kebijaksanaan sekolah meliputi kebijakan, kesepakatan, maupun peraturan sekolah untuk PRB. Pondasi dan petunjuk dalam PRB dalam pengembangan yang dapat diimplementasikan sebagian. Hal ini terlihat pada rata-rata = 2.23 pada Tabel 3. Rata-rata sekolah telah siap dengan rencana alternatif pendidikan pada saat bencana untuk kesinambungan proses belajar mengajar pada saat kritis.

Tabel 3 Analisis deskriptif SSB

Parameter	Indikator	Rata-rata μ	Standard deviasi σ
Sikap dan tindakan $\mu = 1.20$ $\sigma = 0.07$	Pengetahuan akan bahaya	1.23	0.55
	Upaya PRB	1.23	0.55
	Pelatihan terintegrasi	1.15	0.42
Kebijakan sekolah $\mu = 2.23$ $\sigma = 0.29$	Kebijakan sekolah mendukung PRB	1.92	0.95
	Akses informasi mengenai PRB	1.95	0.98
	Rencana alternatif pendidikan selama bencana	2.83	1.46
Perencanaan kesiap siagaan $\mu = 1.43$ $\sigma = 0.10$	Dokumen penilaian resiko bencana	1.35	0.71
	Rencana tindakan penanggulangan bencana	1.58	0.98
	Sistem peringatan dini	1.48	0.93
	Peta evakuasi sekolah	1.39	0.83
	Lokasi evakuasi tersosialisasi	1.35	0.80
Mobilisasi sumber daya $\mu = 2.21$ $\sigma = 0.11$	Bangunan sekolah yang aman	1.88	1.25
	Kerjasama dengan tim penanggulangan bencana	2.08	1.41
	Memiliki unit kesehatan dan konseling	2.67	1.46

Note: untuk keseluruhan SSB meliputi empat parameter, rata-rata = 1.77 dan standar deviasi = 0.10.

Perencanaan kesiapsiagaan adalah tahapan menyiapkan tindakan yang efektif dan efisien saat bencana, termasuk dokumen dan rencana sistem lokal beserta penyesuaian (KPB, 2011). Kurangnya implementasi sekolah dalam perencanaan

kesiapsiagaan dapat terlihat pada Tabel 3. Pengembangan sistem peringatan dini di sekolah, peta dan sosialisasi lokasi evakuasi harus ditingkatkan. Pengambilan keputusan dan alur koordinasi untuk penanganan bencana harus berlangsung dengan cepat dan fleksibel saat terjadinya bencana. Keefektifan dan kecepatan ini bertujuan untuk menyelesaikan masalah yang mungkin terjadi terkait terbatasnya informasi saat bencana (FEMA, 2011). Oleh sebab itu, rencana tindakan penanggulangan bencana perlu dikembangkan lebih lanjut untuk mencegah kepanikan pada saat menghadapi bahaya bencana. Walaupun sosialisasi SSB dan kampanye 1 juta sekolah dan rumah sakit aman telah diluncurkan, hasil survei menunjukkan bahwa perencanaan kesiapsiagaan sekolah adalah hasil kerja pihak luar sekolah, seperti: pemerintah dan institusi lainnya. Dikarenakan prakarsa dari SSB belum dilakukan oleh sekolah sendiri, prosedur maupun informasi tentang kesiapsiagaan bencana hanyalah dokumen yang tersimpan dan sekolah sendiri belum menciptakan lingkungan yang aman dari bahaya bencana.

SSB bergantung pada persiapan dari sumber daya manusia, fasilitas dan infrastruktur dari sekolah dalam PRB maupun penanggulangan bahaya bencana. Mobilisasi sumber daya meliputi kapasitas sekolah, pemerintah, komunitas di sekitar lingkungan sekolah dan pihak luar lainnya yang terkait (KPB, 2011). Kualitas gedung sekolah seperti perkuatan struktur dari bangunan itu sendiri, tata letak dan desain kelas, fasilitas, dan infrastruktur yang aman, dll. perlu ditingkatkan. Banyak responden meragukan kemampuan gedung sekolah mereka pada saat menghadapi bencana ($\mu = 1.88$). Rata-rata sekolah telah dilengkapi dengan fasilitas unit kesehatan dan bimbingan konseling yang siap bertindak pada pra-bencana, saat bencana, dan setelah bencana ($\mu = 2.67$). Secara umum, mobilisasi sumber daya perlu ditingkatkan. Sekolah harus memiliki kesiapan dan kesiagaan terhadap bencana, bukan hanya mengandalkan instruksi dan bantuan dari pihak luar.

Bencana alam sulit diprediksi, baik waktu terjadi maupun dampaknya. Oleh sebab itu, penanganan bencana yang efektif perlu disiapkan. Penanganan bencana yang efektif dapat mengurangi dampak dari bencana yang terjadi (Cornell and Sheras, 1998; UNESCO, 2003; FEMA, 2012; INEE, 2012). Sekolah juga harus memiliki kesiapan dalam menghadapi bencana. Saat terjadi bencana, setiap

komponen sekolah harus siap sehingga dapat berkoordinasi secara efektif dan berbagi informasi yang sama (Paine and Sprague, 1999; Reeves, Kanan et al., 2010).

Kampanye “1 juta sekolah dan rumah sakit aman” telah diluncurkan di Magelang sejak 2010, akan tetapi hasil survei menunjukkan kebijakan dan kampanye masih menjadi tantangan terbesar dalam mengimplementasikan dokumen dan aturan yang ada untuk menghasilkan lingkungan sekolah yang aman terutama di daerah yang rawan bahaya bencana. Upaya dari pihak luar untuk SSB lebih besar daripada kesadaran komponen sekolah untuk menghasilkan lingkungan sekolah yang aman. Rencana dan persiapan yang baik disusul dengan implementasinya pada saat penanganan bencana dapat mengurangi dampak negatif dari bahaya bencana (FEMA, 2012). Implementasi SSB adalah tantangan bagi sekolah untuk memperkuat PRB dan pihak luar untuk menyadarkan sekolah akan pentingnya mengimplementasikan SSB.

4.2 Pengalaman berulang akan bencana dan sekolah siaga bencana

Pengalaman pribadi akan menghasilkan daya adaptasi dalam kesiapsiagaan untuk pengalaman yang berikutnya (Mulilis and Duval, 1997; Karanci, Aksit et al., 2005). Pengalaman dari peristiwa sebelumnya akan meningkatkan persepsi resiko tentang bahaya bencana dan memperkuat motivasi individu dalam perilaku kesiapsiagaan bencana (Terpstra, 2011). Penelitian ini meninjau apakah pengalaman berulang terhadap bencana dapat memicu kesiapsiagaan dan pengurangan resiko bencana di sekolah.

Tabel 4 Korelasi model antara pengalaman berulang akan bencana dan SBB

	Sikap dan tindakan	Kebijakan sekolah	Perencanaan kesiap siagaan	Mobilisasi sumber daya
Pengalaman bencana	0.135*	0.066	0.081	0.203
<i>Intercept</i>	3.598***	2.701***	3.461***	2.497***
<i>Adjusted R²</i>	0.073	0.005	0.015	0.027
<i>P-value</i>	0.024	0.581	0.312	0.181

***p<0.001, **p<0.01, *p<0.05, + p<0.1

Tabel 4 menampilkan hasil korelasi hubungan dari pengalaman ke parameter dalam SSB. Pengalaman berulang akan bencana secara statistik signifikan hanya terhadap sikap dan tindakan sekolah dalam PRB ($p < 0.05$) dan tidak signifikan untuk kebijakan sekolah, perencanaan kesiapsiagaan, dan mobilisasi sumber daya. Kebijakan sekolah dan perencanaan kesiapsiagaan lebih pada dokumen dan prosedur penanganan bencana dimana diperlukan upaya yang lebih daripada sekedar mengandalkan pengalaman. Pada umumnya individu yang pernah mengalami bencana akan lebih sensitif terhadap sistem peringatan dini dan lebih antusias bekerjasama dalam penanganan bencana (Anderson, 1969), akan tetapi, pengalaman dapat juga menurunkan anggapan akan ancaman bahaya di masa depan (Peacock, Brody et al., 2005).

Pengalaman pribadi dapat memicu perasaan bersalah yang berpotensi untuk adaptasi menghadapi kejadian di masa yang akan datang (Terpstra, 2011). Pengalaman sebelumnya menciptakan pengetahuan akan bahaya bencana dan mendorong usaha penyelamatan diri dari bahaya bencana. Dalam hal ini komponen sekolah belajar dari pengalaman bencana sebelumnya, akan tetapi pengalaman pribadi tidaklah cukup sebab pengalaman dapat membawa individu untuk menjadi lebih baik atau lebih buruk dalam menghadapi kejadian di masa depan (Wang and Yuan, 2011). Kekurangan dari kognitif manusia, kebiasaan, struktur dan karakter dari organisasi dan lingkungannya menciptakan masalah dalam pembelajaran dari pengalaman hidup (Milton, 2010). Oleh sebab itu perlunya perencanaan dan kebijakan sekolah serta program pelatihan untuk memastikan terlaksananya kesiap siagaan akan bencana (Karanci, Aksit et al., 2005).

5. KESIMPULAN

Implementasi sekolah siaga bencana sangatlah penting terutama di daerah rawan bencana. Secara umum kesiapsiagaan sekolah perlu ditingkatkan untuk mendukung kampanye “1 juta sekolah dan rumah sakit aman” dan juga menciptakan lingkungan sekolah yang aman dari bahaya bencana. Rata-rata dari hampir semua parameter SSB yang relatif kecil menandakan kesiapsiagaan komponen sekolah yang masih di bawah harapan. Hal ini dikarenakan masih

barunya sosialisasi SSB ini, dimana beberapa area di Kabupaten Magelang mendapat giliran pada tahun 2013. Perlunya peninjauan ulang bagaimana sosialisasi SSB dapat meningkatkan kesadaran yang lebih baik dari komponen sekolah untuk membentuk lingkungan sekolah yang aman dari bahaya bencana.

Kunci keberhasilan dari PRB adalah menciptakan kestabilan kesiapsiagaan pada waktu sebelum terjadi bencana (Graham, Shirm et al., 2006). Pengalaman berulang akan bencana tidaklah cukup, maka pelatihan yang terintegrasi dan sosialisasi lebih lanjut akan SSB sangatlah diperlukan. Rencana yang terdokumentasi harus mulai dibuat, disosialisasikan dan disimulasikan, sebab organisasi termasuk sekolah harus selalu beranggapan bahwa tulisan saja tidak cukup (Kano and Bourque, 2007). Rencana tertulis harus didukung dengan pelatihan dan simulasi nyata akan penanganan bencana.

Penelitian diselenggarakan di dua daerah pada Kabupaten Magelang. Sampel sekolah yang diambil adalah sekolah yang rawan bencana lahar dingin, maka diasumsikan lebih siap menghadapi bencana. Kampanye “1 juta sekolah dan rumah sakit aman” telah disosialisasikan secara baik pada tahun 2013 di daerah tersebut hanya saja penelitian menunjukkan bahwa kesiapsiagaan sekolah masih sangatlah kurang dan perlu dikembangkan lebih lanjut. Oleh sebab itu kerjasama dari kedua belah pihak, sekolah dan pihak luar, perlu terus ditingkatkan untuk menciptakan lingkungan sekolah yang aman dari bahaya bencana di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

1. ADPC (2008), *A study on impact of disasters on the education sector in Cambodia*, Bangkok, Asian Disaster Preparedness Center (ADPC).
2. Anderson, W. A. (1969), *Disaster Warning and Communication Processes in Two Communities*, *Journal of Communication* **19**(2): 92-104.
3. Atack, L., K. Parker, et al. (2009), *The impact of an online interprofessional course in disaster management competency and attitude towards interprofessional learning*, *Journal of Interprofessional Care* **23**(6): 586-598.
4. BAPENAS (2010), *National platform for disaster risk reduction (RAN-PRB) 2010-2012*, Jakarta.
5. BNPB. (2014), *Data dan informasi bencana Indonesia*, Retrieved 31 Maret 2014, from <http://dibi.bnppb.go.id/>.

6. Carr, L. J. (1932), *Disaster and the sequence-pattern concept of social change*, American Journal of Sociology **38**(2): 207-218.
7. Cornell, D. G. and P. L. Sheras (1998), *Common errors in school crisis response: Learning from our mistakes*, Psychology in The Schools **35**(3): 297-307.
8. FEMA (2011), *Sample school emergency operations plan*.
9. FEMA (2012), *Crisis response and disaster resilience 2030: Forging strategic action in an age of uncertainty*, Washington, DC, Federal Emergency Management Agency.
10. Graham, J., S. Shirm, et al. (2006), *Mass-Casualty Events at Schools: A National Preparedness Survey*, Pediatrics **117**(1): e8-e15.
11. IFC (2010), *Disaster and emergency preparedness: Guidance for schools*, Washington, DC, International Finance Cooperation - World Bank Group.
12. INEE (2004), *Minimum standards for education in emergencies, chronic crises and early reconstruction*, Canada, Inter-Agency Network for Education in Emergencies (INEE).
13. INEE (2012), *Minimum standards for education: Preparedness, response, recovery*, Canada, Inter-Agency Network for Education in Emergencies (INEE).
14. Kano, M. and L. B. Bourque (2007), *Experiences With and Preparedness for Emergencies and Disasters Among Public Schools in California*, NASSP Bulletin **91**(3): 201-218.
15. Karanci, A. N., B. Aksit, et al. (2005), *Impact of A Community Disaster Awareness Training Program in Turkey: Does It Influence Hazard-Related Cognitions and Preparedness Behaviors*, Social Behavior and Personality An International Journal **33**(3): 243-258.
16. KPB (2011), *Kerangka kerja sekolah siap bencana*, Jakarta, Konsorsium Pendidikan Bencana (KPB)
17. LIPI (2007), *Study of community crisis preparedness 2006-2007 (in Bahasa)*, Jakarta, Indonesian Institute of Science.
18. MacCallum, R. C., K. F. Widaman, et al. (1999), *Sample size in factor analysis*, Psychological Methods **4**(1): 84-99.
19. MacCallum, R. C., K. F. Widaman, et al. (2001), *Sample size in factor analysis: The role of model error.*, Multivariate Behavioral Research **36**(4): 611-637.
20. Marla Petal and Rebekah Green (2008), *School disaster readiness: Lessons from the first great southern california shakeout*, Los Angeles California, Risk RED & Coalition for Global School Safety & Disaster Prevention Education: International School Safety Observation Team.
21. Milton, N. (2010), *The lessons learned handbook: Practical approaches to learning from experience*
22. Chandos Publishing.
23. Mulilis, J.-P. and T. S. Duval (1997), *The PrE Model of Coping and Tornado Preparedness: Moderating Effects of Responsibility*, Journal of Applied Social Psychology **27**(19): 1750-1766.

24. OSDFS (2003), *Practical information on crisis planning: A guide for schools and communities*, Washington, D.C., Office of Safe and Drug-Free Schools, U.S. Department of Education, **ED-01-CO-0082/0006**.
25. OSDFS (2007), *Practical information on crisis planning: A guide for schools and communities*, Washington, D.C., Office of Safe and Drug-Free Schools, U.S. Department of Education.
26. Paine, C. and J. Sprague (1999), *Crisis prevention and response: Is your school prepared?*, Oregon school study council **43**(2): 1-25.
27. Peacock, W. G., S. D. Brody, et al. (2005), *Hurricane risk perceptions among Florida's single family homeowners*, Landscape and Urban Planning **73**(2-3): 120-135.
28. Perezniето, P. and J. H. Harding (2013), *Investing in Youth in International Development Policy: Making the case*, London, Overseas Development Institute (ODI).
29. Perezniето, P. and J. H. Harding (2013), *Youth and international development policy: the case for investing in young people*, London, Overseas Development Institute (ODI).
30. Preacher, K. and R. MacCallum (2002), *Exploratory Factor Analysis in Behavior Genetics Research: Factor Recovery with Small Sample Sizes*, Behavior Genetics **32**(2): 153-161.
31. Reeves, M. A., L. M. Kanan, et al. (2010), *Comprehensive planning for safe learning environments: A school professional's guide to integrating physical and psychological safety, prevention through recovery*, Routledge.
32. Ryan, M., N. Campbell, et al. (1999), *Continuing professional education and interacting variables affecting behavioral change in practice: instrument development and administration*, Journal of continuing education in nursing **30**(4): 168-175; quiz 190-161.
33. Seyle, D. C., C. S. Widyatmoko, et al. (2013), *Coping with natural disasters in Yogyakarta, Indonesia: A study of elementary school teachers*, School Psychology International **34**(4): 387-404.
34. Terpstra, T. (2011), *Emotions, Trust, and Perceived Risk: Affective and Cognitive Routes to Flood Preparedness Behavior*, Risk Analysis **31**(10): 1658-1675.
35. UNESCO (2003), *Education in situations of emergency, crisis, and reconstruction, UNESCO Strategy*, Paris, Division of Policies and Strategies of Education.
36. Velicer, W. F. and J. L. Fava (1998), *Effects of variable and subject sampling on factor pattern recovery*, Psychological Methods **3**(2): 231-251.
37. Wang, J. and H. Yuan (2011), *Factors affecting contractors' risk attitudes in construction projects: Case study from China*, International Journal of Project Management **29**(2): 209-219.
38. Yong, A. G. and S. Pearce (2013), *A Beginner's Guide to Factor Analysis: Focusing on Exploratory Factor Analysis*, Tutorials in Quantitative Methods for Psychology **9**(2): 79-94.

39. Yusuf, A. A. and H. A. Francisco (2009), *Climate change vulnerability mapping for Southeast Asia*, Singapore, Economy and Environment Program for Southeast Asia (EEPSEA).

PELELANGAN PROYEK KONSTRUKSI BERBASIS INTERNET

Maksum Tanubrata, Hendaryanto Wiryopranoto

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha
Jalan Suria Sumantri 65, Bandung, 40164
e-mail: maksum.tanubrata150@gmail.com

ABSTRACT

Procurement implementation by auction can be done efficient, effective and comparable, transparent, fairness, not discriminative and accountable with the system which can accommodate the above criteria. With the fast development of information technology the above implementation can be realized with the online auction system base on internet by web. E-procurement, it is an application for auction implementation by electronic with internet basis where web as an implementation medium. This application can be used as an announcement, document storage also as a tool in selection process. With internet base the interaction between buyers and vendors can be optimized without any limitation in distance and time.

Keywords: *efficient, effective, transparent, E-Procurement.*

1. LATAR BELAKANG

Dalam menyikapi era globalisasi pemerintah berupaya melakukan perubahan dalam peraturan proses pelelangan pekerjaan konstruksi dimana proses pelelangan pekerjaan konstruksi diharapkan menjadi lebih efisien, efektif, terbuka, bersaing, transparan, adil dan akuntabel. Seiring dengan kemajuan teknologi maka proses pelelangan yang selama ini dilaksanakan secara *offline* dapat berevolusi menjadi proses pelelangan yang *online* karena dapat mendukung prosers pelelangan yang memenuhi kriteria yang diinginkan. Untuk itu perlu dilakukan *E-Procurement* , yaitu pelaksanaan pelelangan konstruksi berbasis internet.

Pelelangan secara *online* merupakan salah satu dari kemajuan teknologi informasi yang perkembangannya di Indonesia kurang begitu pesat, khususnya dalam pelelangan pekerjaan konstruksi, sehingga sangat diharapkan setelah adanya perubahan peraturan dalam proses pelelangan pekerjaan konstruksi, pelelangan pekerjaan konstruksi secara *online* mulai dapat diimplementasikan dan diaplikasikan secara lebih luas di masa mendatang.

2. E-PROCUREMENT

E-Procurement merupakan aplikasi dari pelaksanaan pelelangan secara elektronik berbasis internet. Aplikasi ini dapat berfungsi untuk media pengumuman, tempat penyimpanan dokumen sekaligus sebagai alat bantu dalam proses seleksi. Sehingga

interaksi antara *buyers* dan *vendors* dapat dilakukan secara optimal, tanpa ada batasan jarak dan waktu.

Tingkatan dalam Proses Penyelenggaraan *E-Procurement*

Penyelenggaraan aplikasi *e-procurement* memerlukan waktu serta proses bertahap, karena adanya perubahan kebiasaan kerja yang fundamental serta kesiapan seluruh komponen sistem yang terkait. Oleh karena itu, urutan logis dari penerapan *e-procurement*, dimulai dari aktivitas yang dampak efisiensinya paling besar, namun mudah pelaksanaannya yang dibagi dalam beberapa tingkatan.

Tingkat Persiapan

- a. Pembuatan situs dengan aplikasi dasar *e-procurement*;
- b. Pendidikan dan pelatihan sumber daya manusia menuju penerapan *e-procurement*;
- c. Sosialisasi keberadaan aplikasi *e-procurement*, baik untuk publik maupun penggunaan internal;
- d. Penyiapan peraturan pendukung.

Tingkat Pematangan

- a. Pembuatan situs informasi layanan publik interaktif, antara lain dengan menambahkan fasilitas mesin pencari (*search engine*), fasilitas tanya jawab dan lain-lain;
- b. Pembuatan hubungan dengan situs informasi lembaga lainnya (*hyperlink*).

Tingkat Pemantapan

- a. Penyediaan fasilitas transaksi secara elektronik antara lain dengan menambahkan fasilitas penyerahan formulir, fasilitas pembayaran dan lain-lain yang menjamin konektivitas yang aman, handal, dapat diakses oleh masyarakat;
- b. Penyatuan penggunaan aplikasi dan data dengan lembaga lain (*interoperabilitas*).

3. INFRASTRUKTUR SITUS

Dalam pembuatan situs diperlukan suatu infrastruktur untuk membangun situs tersebut. Infrastruktur ini digunakan sebagai sarana untuk meletakkan informasi dan layanan publik secara *on-line*.

Infrastruktur situs merupakan gabungan perangkat keras dan lunak yang membentuk fasilitas dasar (*platform*) untuk kegiatan layanan publik yang dilakukan oleh suatu lembaga.

Infrastruktur situs meliputi jaringan komputer dan jaringan telekomunikasi yang menjamin konektivitas yang aman, handal, dapat diakses oleh masyarakat dan dapat digunakan sebagai media pertukaran informasi antar lembaga.

Aspek utama yang perlu diperhatikan di dalam mengembangkan infrastruktur situs adalah :

- Arah pengembangan infrastruktur informasi elektronik secara keseluruhan;
- Arah pengembangan jasa layanan publik secara keseluruhan;
- Arah pengembangan jenis layanan publik serta mitra dalam pembangunan dan pengoperasiannya.

Komponen utama dari suatu infrastruktur situs yang diperlukan adalah:

- Jalur fisik informasi;
- Aplikasi-aplikasi dasar untuk mendukung kegiatan *front-office* dan *back-office*;
- Jaringan informasi global (internet).

4. JALUR FISIK INFORMASI

Merupakan saluran komunikasi yang menghubungkan semua pengguna, baik di satu lembaga, maupun antar lembaga, dan antar daerah. Jalur fisik informasi selain merupakan penghubung antar seluruh wilayah dalam Negara Kesatuan Republik Indonesia, juga dapat dimanfaatkan untuk menyalurkan data dan informasi yang terhubung dengan jaringan informasi global (internet).

Jalur fisik ini dapat berupa jaringan yang menggunakan kabel (kawat tembaga, kabel listrik dan serat optik), frekuensi radio (*fixed wireless, mobile wireless, broadband wireless*) atau satelit (VSAT, *narrowband mobile*).

Pada umumnya, jalur fisik ini digunakan untuk menghubungkan berbagai perangkat elektronik dan komputer, yang dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- * Jaringan lokal (*Local Area Network - LAN*)
- ** Jaringan metropolitan (*Metropolitan Area Network-MAN*)
- *** Jaringan jarak jauh (*Wide Area Network - WAN*)

* Merupakan jaringan komputer yang saling terhubung dalam satu gedung atau satu kompleks perkantoran yang berdekatan, yang digunakan untuk komunikasi data dalam suatu area kerja tertentu.

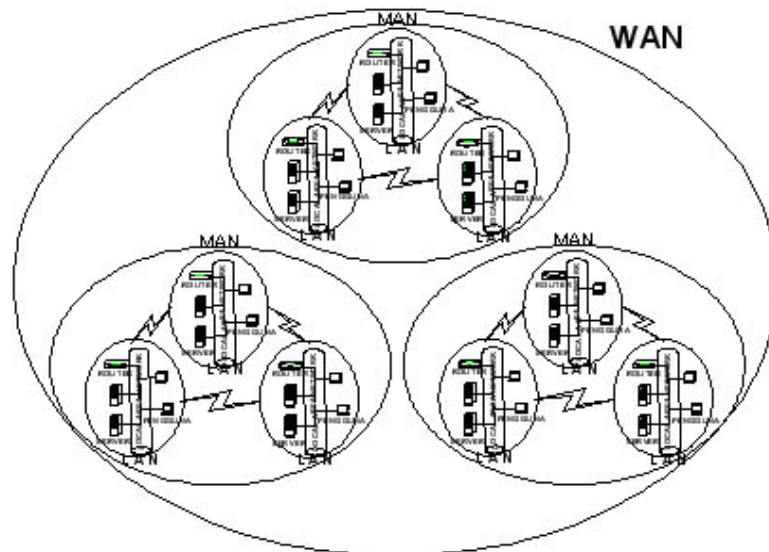
Peralatan minimum yang dibutuhkan untuk membangun LAN adalah *server*, *workstation* dan perangkat lunaknya, serta hub dan jalur komunikasi berupa kabel atau perangkat nirkabel.

Jaringan lokal pada umumnya digunakan untuk keperluan *e-mail*, mengakses basis data serta pertukaran file, data dan informasi.

** Merupakan jaringan komputer dengan cakupan area lebih luas daripada LAN. Pada umumnya MAN mencakup area satu kota yang dapat berupa gabungan dari sejumlah LAN yang terpisah. MAN terhubung dengan jalur transmisi yang dinamakan backbone.

*** Merupakan jaringan yang terdiri dari sejumlah MAN yang mencakup wilayah antar kota, antar propinsi, antar negara, dan bahkan antar benua untuk melakukan komunikasi data jarak jauh.

Persyaratan minimum untuk membangun WAN adalah *server*, *workstation*, *hub*, *router* dan jalur komunikasi berupa jaringan kabel atau perangkat nirkabel.



Gambar 1 : jalur Fisik Informasi

Adapun langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk membangun jaringan fisik informasi adalah sebagai berikut:

Analisis terhadap tahapan dari layanan yang akan dibangun;

1. Menetapkan jenis jaringan informasi yang dibutuhkan;

2. Menetapkan jaringan informasi yang perlu dibangun;
3. Menetapkan spesifikasi teknis dari seluruh perangkat yang dibutuhkan, meliputi:
 - a. Penentuan koneksi internal dan eksternal yang akan dipergunakan
 - b. Penentuan kebutuhan bandwidth sesuai dengan jenis layanan.
4. Menyusun studi kelayakan finansial dan ekonomi untuk masing-masing jenis layanan;
5. Mempersiapkan rencana implementasi.

5. INTERNET

Jaringan komputer global (internet) adalah kumpulan jaringan komputer yang saling terhubung dan menganut konsep terbuka, sehingga informasi yang ada di dalamnya dapat diakses secara luas. Internet menggunakan protokol komunikasi *Transfer Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP).

Ketersediaan internet dapat dimanfaatkan sebagai media bagi masyarakat untuk mengakses informasi publik melalui Warung Internet (Warnet) ataupun *Internet Service Provider* (ISP). Selain itu internet dapat dimanfaatkan pula oleh lembaga pemerintah untuk mencari informasi global secara on-line dan menyebarkan informasi ke masyarakat dan manca negara.

5.1 Sistem Keamanan Jaringan

Keterhubungan suatu jaringan lokal dengan berbagai pihak secara global memerlukan berbagai perangkat pengaman untuk menghindari ancaman dari pihak yang tidak berhak mengaksesnya.

Pada suatu jaringan terbuka terdapat beberapa potensi yang membahayakan keamanan sistem, yaitu pada tingkat:

- a. Sistem operasi (*operating system* - os), seperti virus.
- b. Sistem jaringan, seperti penyadapan data pada jalur komunikasi dari, dan atau ke internet.
- c. Sistem aplikasi seperti pengrusakan web, database.

Aspek yang perlu diperhatikan dalam mengelola suatu jaringan lokal atau intranet adalah:

- Adanya jaringan (*network availability*), sistem cadangan (*redundancy system*) dan sistem penanggulangan bencana (*disaster recovery system*);
- Adanya perangkat pengaman jaringan (*network security*);

- Adanya jaminan kehandalan jaringan (*network reliability*) terhadap beroperasinya suatu jaringan.

Suatu jaringan lokal secara umum harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- Privasi (*privacy/confidentiality*).** Aspek ini berkaitan dengan kerahasiaan data, misalnya data pegawai negeri hanya boleh diakses oleh orang yang berhak.
- Integritas (*integrity*).** Data atau informasi tidak boleh berubah tanpa ijin dari pemilik dan tidak boleh diubah oleh orang yang tidak berhak.
- Otentikasi (*authentication*).** Aspek ini digunakan untuk menjamin keaslian data, sumber data, orang yang mengakses data dan server yang digunakan.
- Ketersediaan (*availability*).** Aspek ini menjamin bahwa data dan informasi harus tersedia saat diperlukan.
- Riwayat kejadian (*occurrence history*).** Aspek yang menjamin bahwa seseorang tidak dapat menyangkal apabila dia telah melakukan suatu pertukaran informasi.
- Pengendalian akses (*access control*).** Aspek ini membatasi atau mengatur hak akses pengguna (siapa boleh melakukan apa). Berbagai langkah perlu diambil untuk menjamin keamanan terhadap hal-hal tersebut di atas:
- Prosedur pengamanan.** Menetapkan kebijakan dan prosedur untuk menjamin keamanan sistem dalam berinteraksi dengan pengguna.
- Pengamanan fisik jaringan.** Menggunakan *firewall*, *intrusion detection system*, anti virus dan *virtual private network* (vpn).
- Pengamanan akses.** Menggunakan password.
- Otentikasi data/informasi yang dikirim.** Menggunakan enkripsi.
- Otentikasi penerima data/informasi.** Menggunakan *certification of authority* (ca)/ *public key infrastructure* (pki).
- Pengamanan data/record.** Menetapkan prosedur manajemen sistem dokumen elektronik.
- Pengamanan ruangan.** Membatasi akses ke ruangan peralatan jaringan ditempatkan.

5.2 Latar Belakang Pembuatan Dokumen Elektronik

Hampir semua instansi saat ini masih menyimpan atau mengarsipkan dokumen dalam bentuk kertas. Praktek ini memiliki banyak kekurangan, antara lain : kemungkinan seorang staf lupa untuk mencetak dan mengarsipkan dokumen;

Selain itu dokumen elektronik yang sudah ada pun memiliki kekurangan seperti:

- Pesan e-mail atau dokumen elektronik terhapus dari komputer tanpa diarsipkan sebelumnya;
- Dokumen elektronik dari situs web dan intranet tidak terkontrol versi dan perkembangannya secara efektif;
- Tidak dapat mengelola dokumen multimedia (teks, gambar dan suara) secara terintegrasi.

Pengarsipan dokumen elektronik perlu dikelola secara elektronik untuk mendapatkan manfaat yang maksimal, antara lain :

- Pengumpulan informasi yang lebih baik, konsisten dan mudah dicari kembali;
- Memudahkan penggunaan dokumen secara bersama.

Dokumen dalam bentuk elektronik mudah dibuka dan ditelusuri isi dan riwayatnya, yang sebelumnya sulit dilakukan pada dokumen kertas.

Dokumen elektronik harus dikelola dengan baik untuk menjamin integritas, keabsahan, dan keasliannya. Dokumen elektronik yang berisi transaksi elektronik harus dijaga agar tetap memenuhi syarat legal dan bobot buktinya.

Dokumen elektronik harus memiliki tingkat kepercayaan sebagai sebuah dokumen legal. Dengan diakuinya dokumen elektronik sebagai dokumen legal, maka dokumen elektronik dapat dijadikan bukti. Dalam konteks legal, sebuah bukti dapat berupa dokumentasi, perkataan, audio-visual, baik secara elektronik maupun bentuk lain.

Sebuah dokumen harus memiliki sifat sebagai sesuatu yang utuh dan akurat yang harus memiliki tiga karakteristik utama yaitu:

- **Konten/kandungan:**
Merupakan informasi yang membangun sebuah dokumen yang dapat berupa kata-kata, gambar, simbol, dan sebagainya.
- **Konteks:**
Lingkungan di luar konten yang turut serta dalam pembuatan, penerimaan, serta penggunaan sebuah dokumen yaitu lingkungan organisasi, fungsional, dan operasional.
- **Struktur :**
Format fisik dan logika sebuah dokumen serta hubungan antar elemen di dalamnya.

6. ALUR PROSES E-PROCUREMENT DEP. KIMPRASWIL (PEMUKIMAN PRASARANA WILAYAH)

Pada tabel 1 di bawah ini terlihat masih ada beberapa tahapan yang diproses secara *offline* oleh karena itu penulis mencoba menganalisis dan membahas kendala-kendala dan pemecahannya terhadap suatu tahapan lelang yang belum dapat diproses secara *online* selain itu dibahas juga mengenai penyempurnaan terhadap suatu tahapan lelang yang sudah diproses secara *online* agar aplikasi *e-procurement* ini dapat berjalan secara optimal.

Tabel 1. Alur Proses Semi E-Procurement Dep. Kimpraswil

No	Tahapan	Proses
1	Pemaketan	v
2	Pengumuman lelang	v
3	Pendaftaran lelang	v
4	PQ long list	v
5	PQ short list	v
6	Pengambilan dokumen lelang	v
7	Anwijzing	o
8	Pemasukan dokumen proposal/penawaran	o
9	Pembukaan lelang	o
10	Evaluasi	o
11	Hasil penilaian administrasi	v
12	Hasil penilaian teknis	v
13	Hasil penilaian harga	v
14	Pengumuman penetapan pemenang	v
15	Masa sanggah: Sanggahan dan Jawabannya	v
16	Penunjukan pemenang	v
17	Penayangan proposal/penawaran bagi yang menang	v
18	Informasi kontrak	v

Keterangan: v = on line | o = off line

Aplikasi *e-procurement* di departemen Kimpraswil dapat dikatakan cukup *aplicable* sesuai dengan data terbaru di Kimpraswil dimana penayangan tahapan lelang di internet mencapai 908 lelang dari 2.679 paket yang dikontrak-kan (33,89%). Sementara itu, proyek yang dilakukan melalui *e-procurement* mencapai hampir 90% dari total lelang

yang ada. Total rekanan yang memenuhi syarat untuk mengikuti lelang semi-*e-procurement* sudah mencapai 400-an penyedia jasa.

6.1 Pemaketan

Sistem aplikasi e-procurement di situs Kimpraswil belum memberikan fasilitas untuk pengadaan paket pekerjaan di luar departemen Kimpraswil sehingga diharapkan pada pengembangannya mampu berafiliasi dengan departemen lain agar dapat menjadi fasilitator untuk pengadaan paket pekerjaan di luar departemen Kimpraswil.

6.2 Pendaftaran Kualifikasi

Pengisian data form tambahan prakualifikasi dengan cara mengupload file data prakualifikasi dalam format *file word* sebaiknya digantikan dengan metode pengisian data melalui form digital sehingga dapat memandu user untuk mengisi data-data dengan lengkap dan benar selain itu data-data tersebut bisa langsung dikelola oleh suatu sistem aplikasi database sehingga waktu pemrosesan data relatif lebih cepat. Model formnya dapat berbentuk seperti pada tayangan di bawah ini.

IJIN USAHA
Bentuk Ijin: --Pilih--
Nomor:
Tgl - bln - thn: --Tgl-- --bln-- --tahun--
Masa Berlaku Ijin Usaha: 1 Tahun
Instansi Pemberi Ijin:
Ditulis lengkap, contoh: Dinas Perindustrian dan Perdagangan.

LAHDASAH HUKUM
1. Akta Pendirian PT/CV/Firma/Koperasi
No Akta:
Tanggal: --Tgl-- --bln-- --tahun--
Nama Notaris:
2. Akta Perubahan Terakhir
No Akta:
Tanggal: --Tgl-- --bln-- --tahun--
Nama Notaris:

PEHIGURUS
1. Komisaris (Hanya Diisi untuk Jenis Usaha PT)

No	Nama	No. KTP	Jabatan
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
5	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
6	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
7	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Gambar 2. model form prakualifikasi

9			
10			

2. Direksi/Penanggung Jawab/ Pengurus Perusahaan

No	Nama	No. KTP	Jabatan
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

DATA KEUANGAN

1. Susunan Kepemilikan Saham

No	Nama	No. KTP	Jabatan	Prosentase
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Gambar 3. Model Form Pengisian Data Prakualifikasi

2. Pajak

No. Pokok Wajib Pajak :

Bukti pelunasan Pajak Tahunan terakhir : Nomor Tanggal --Tgl-- --bln-- --tahun--

Laporan Bulanan PPh/PPN Iqta Bulan terakhir : Nomor Tanggal --Tgl-- --bln-- --tahun--

DATA PERSONALIA

No	Nama	Tajitah dan Baku	Pendidikan	Jabatan Dalam Proyek	Pengalaman (s.d. tahun)	Profil Ilmiah	Cerita/Keahlian
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

DATA PENGALAMAN

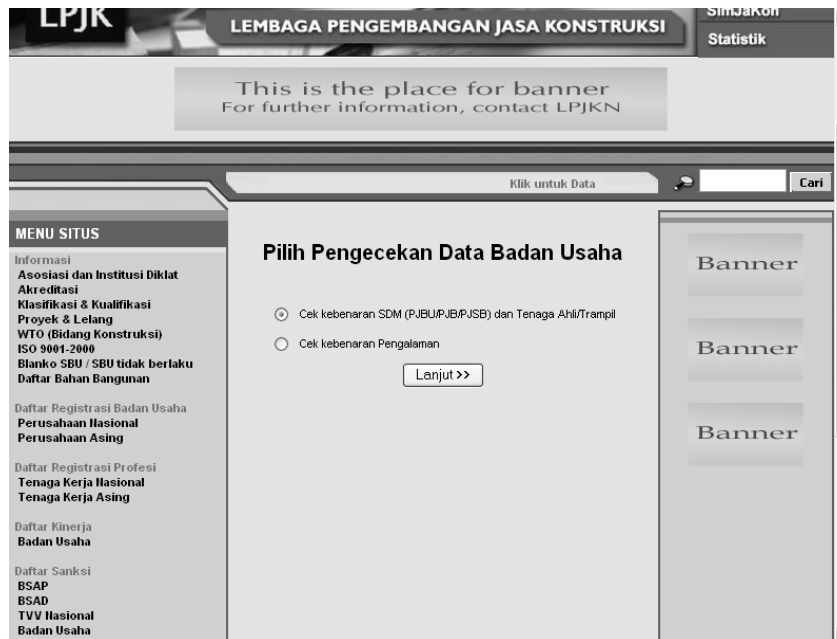
No	Nama Perusahaan	Lokasi	SKD/ Bidang Pekerjaan	Nama	Alamat/TP	No/ Tanggal	Hub	Tanggal Orisinal Maksimal	Formulir	SA, GSKB, T/Inha
1										
2										
3										
4										
5										
6										

Gambar 4. Model Form Pengisian Data Prakualifikasi (Lanjutan)

Fasilitas untuk perbaikan data prakualifikasi melalui form pengisian dan upload file data prakualifikasi yang telah terkirim belum tersedia berbeda halnya dengan pemaketan dimana diberikan fasilitas untuk memperbaiki data paket pekerjaan yang dilelangkan.

Untuk mengecek kebenaran data yang diberikan peserta kualifikasi dapat memanfaatkan fasilitas cek kebenaran data yang disediakan oleh situs LPJK dan Departemen Perindustrian dan Perdagangan

Pada situs LPJK diberikan fasilitas untuk mengecek kebenaran data SDM dan pengalaman suatu badan usaha seperti pada tayangan berikut

The image shows a screenshot of the LPJK (Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi) website. The header includes the LPJK logo and the text 'LEMBAGA PENGEMBANGAN JASA KONSTRUKSI'. Below the header is a banner area with the text 'This is the place for banner For further information, contact LPJKN'. The main content area is titled 'Pilih Pengecekan Data Badan Usaha' and contains two radio button options: 'Cek kebenaran SDM (PUBU/PJB/PJSB) dan Tenaga Ahli/trampil' (selected) and 'Cek kebenaran Pengalaman'. A 'Lanjut >>' button is located below these options. The left sidebar contains a 'MENU SITUS' section with various links such as 'Informasi Asosiasi dan Institutasi Diklat Akreditasi', 'Daftar Registrasi Badan Usaha', and 'Daftar Sanksi'. The right sidebar contains three 'Banner' placeholders.

Gambar 5. Form Pengecekan Data Badan Usaha

7. AANWIJZING (PENJELASAN PEKERJAAN)

Aanwijzing belum bisa dilaksanakan secara online karena hal-hal sebagai berikut:

- Peninjauan lapangan tidak bisa diproses secara online
- Penjelasan dengan menggunakan fasilitas forum diskusi *online* dan *chatting* dinilai tidak efektif

Dengan begitu maka tahapan *aanwijzing* masih berjalan secara manual dan ada kontak langsung antar kontraktor sehingga masih membuka peluang KKN tetapi penulis berpendapat urusan KKN kembali ke moralitas masing-masing dan tak ada sistem yang seratus persen sempurna namun, setidaknya dapat meminimalkan KKN. Namun kekhawatiran akibat dari proses *aanwijzing* yang belum dapat dilaksanakan secara *online* sehingga kontak langsung antar kontraktor tak dapat dihindarkan ternyata untuk saat ini ditolong oleh Keppres no 80 tahun 2003 dimana mewadahi hal *progressive* dengan diberlakukannya suatu aturan baru yang menyebutkan tidak bisa digugurkannya

penawaran calon penyedia barang/ jasa yang tidak hadir pada *Aanwijzing* yang diadakan panitia pengadaan. Sehingga calon kontraktor/ *supplier* yang tidak ingin hadir karena takut dipaksa kolusi antar mereka atau tidak bisa hadir karena alasan teknis dan jarak tetap bisa memberikan penawaran

7.1 Pemasukan Dokumen Penawaran

Proses tersebut belum bisa dilaksanakan secara *online* sehingga otomatis untuk tahap pembukaan dan evaluasi penawaran dilaksanakan secara *offline*. pemasukan dokumen penawaran belum bisa dilaksanakan secara *online* karena hal-hal sebagai berikut:

- Dokumen yang memerlukan legalisasi pihak lain seperti surat jaminan penawaran yang dilegalisasi oleh bank yang sebenarnya dapat diatasi dengan 2 cara yaitu:
 - * Dukungan pengesahan kelengkapan melalui media elektronik seperti materai digital, tanda tangan digital, *bid bond* dan *bank guarantee*, dll.
 - ** Database Mitra Pendukung

* Dimana dokumen elektronik tersebut harus memiliki standar umum yang dapat mendukung interoperabilitas

** Merupakan tabel data untuk institusi pendukung pelaksanaan pengadaan barang/jasa, meliputi ; data identitas institusi dan personel yang terkait, data dukungan bank, data ijin usaha, data perpajakan dan data kelakuan baik/bebas sangsi pidana.

Keberadaan berbagai institusi pendukung dalam pelaksanaan pengadaan barang/jasa pemerintah yang bersifat sebagai pendukung dalam penyiapan dokumen secara integral dalam aplikasi yang dilengkapi dengan multilink system yang mampu menghubungkan berbagai komponen yang terkait secara interoperability. Ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 6.

Legalisasi suatu dokumen dengan menggunakan metode database mitra pendukung lebih cepat dapat diimplementasikan karena tidak mengalami proses standarisasi dan registrasi yang kompleks selain itu metode database mitra pendukung dapat mempercepat proses pengolahan data.

Pemasukan dokumen penawaran secara *online* akan sangat strategis bila beberapa proses yang memungkinkan dapat di-otomatisasi seperti pencatatan terhadap data waktu, tanggal penerimaan dokumen penawaran, pemblokiran dokumen penawaran yang waktu pemasukannya melampaui waktu batas akhir sehingga tidak diperlukan konfirmasi untuk

setiap penawaran yang diblokir kepada peserta lelang, dokumen penawaran pada surat penawaran untuk data seperti yang tidak memerlukan uraian yang panjang seperti jangka waktu berlaku surat penawaran, jangka waktu pelaksanaan pekerjaan sebaiknya diisikan melalui suatu form digital untuk memudahkan dalam pengolahan data sedangkan pada daftar kuantitas dan harga satuan sebaiknya dalam *format file excel* sehingga data-data bisa langsung diolah dan dievaluasi oleh suatu *tools makro microsoft excel decision tools*.



Gambar 6. Sistem Aplikasi E-procurement

Pada pengimplementasian fasilitas transaksi secara elektronik untuk fasilitas penyerahan formulir bahkan fasilitas pembayaran selain diperlukan suatu konsep dan sistem yang mendukung maka diperlukan juga suatu landasan peraturan perundang-undangan yang berhubungan dengan pemanfaatan aplikasi *e-procurement* khususnya yang mengatur masalah keamanan dan kejahatan komputer atau kejahatan yang dilakukan menggunakan internet.

8. KESIMPULAN dan SARAN

8.1 Kesimpulan

1. Penerapan *semi-e-procurement* ini, membuat sebagian proses tatap muka, mulai dari tahap pengumuman, prakualifikasi, hingga pelelangan, berkurang dan digantikan internet. Baik itu untuk pengambilan formulir secara *online*, *download*

dokumen lelang berita acara pembukaan dokumen lelang, hingga sanggahan sehingga dapat meminimalkan KKN namun penerapan semi-*e-procurement* masih membuka peluang KKN. Pasalnya, sebagian proses masih berjalan manual dan ada kontak langsung

2. Aplikasi sistem *e-procurement* memerlukan waktu dan proses bertahap, karena perubahan kebiasaan kerja yang fundamental serta kesiapan seluruh komponen yang terkait.
3. Apabila *e-procurement* sudah diterapkan secara penuh, maka:
 - a. Baik panitia maupun pengguna dapat melakukan interaksi terkait dengan tanggungjawab masing-masing secara lebih bebas, tanpa terbatas oleh jarak dan waktu. Sehingga proses secara keseluruhan dapat diselesaikan dengan cepat.
 - b. Berbagai persyaratan dokumen, sarana dan prasarana pelelangan, honorarium staf, konsumsi, kurir dan hal-hal lain yang membutuhkan biaya dapat diminimalisir. Demikian pula untuk penyedia, berbagai aktifitas terkait dengan penyiapan persyaratan pelelangan yang akan diikuti juga dapat dilakukan dengan lebih hemat.

8.2 Saran

Agar pelaksanaan *e-procurement* optimal maka dalam sistem aplikasi *E-Procurement* harus dilengkapi dengan :

1. Sistem Aplikasi
Perlu didukung aplikasi yang memiliki kemampuan interoperabilitas cukup bagus agar dapat menghubungkan berbagai komponen yang terkait dengan proses *e-procurement*.
2. Keamanan Sistem Aplikasi *E-Procurement*
Diantaranya adalah keamanan jaringan yang menjamin konektivitas yang aman, handal dan cepat termasuk tingkat proteksi keamanan dokumen elektronik yang memenuhi aspek legal dan bobot bukti.
3. Landasan Peraturan
Menyiapkan landasan peraturan yang mendukung implementasi pengadaan barang/jasa milik pemerintah secara elektronik. Menurut perkembangan terakhir Kementerian Kominfo dan Bappenas diketahui sedang menyiapkan landasan peraturan implementasi *e-procurement* yang direncanakan akan dikeluarkan dalam bentuk Keputusan Presiden (Keppres).

DAFTAR PUSTAKA

1. Ervianto Wulfram I., (2002), *Manajemen Proyek Konstruksi*, ANDI, Yogyakarta
2. Tim Penyusun Keppres, (2003), *KEPPRES no. 80 tahun 2003 tentang Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah*, CV. Tamika Utama, Jakarta.
3. Tim Penulis GIPI, (2004), *Rating Web*, <http://gipi.go.id>,
4. Tim Penulis Quantum eCommerce College, (2001), *Diktat Kuliah Pemrograman Internet Dasar*, Quantum eCommerce College, Bandung.
5. Tim Penulis Quantum eCommerce College, (2002), *Diktat Kuliah Teknologi Server dan Jaringan*, Quantum eCommerce College, Bandung.
6. Tim Penulis Quantum eCommerce College, (2002), *Diktat Kuliah Web Design dan Tata Letak Web*, Quantum eCommerce College, Bandung.
7. Tim Telematika Indonesia, (2003), *Infrastruktur Informasi Elektronik*, <http://www.kominfo.go.id>
8. Tim Telematika Indonesia, (2003), *Manajemen Dokumen Elektronik*, <http://www.kominfo.go.id>
9. Tim Telematika Indonesia, (2003), *Pemerintah RI Dengan Seluruh Jajarannya Dapat Melaksanakan Pengadaan Barang/Jasa Secara Elektronik (E-Procurement)*, <http://www.kominfo.go.id>
10. Tim Telematika Indonesia, (2003), *Sistem Keamanan Jaringan*, <http://www.kominfo.go.id>

PENGARUH BENTUK DAN RASIO KELANGSINGAN PADA TIANG PANCANG YANG DIBEBANI LATERAL

Andrias Suhendra Nugraha, Poppy Chaerani Mulyadi
Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha
Jalan Prof. drg. Suria Sumatri, MPH., no.65 Bandung, 40164
Email: andrias.sn@eng.maranatha.edu, chaeranipm@gmail.com

ABSTRAK

Tiang pancang adalah salah satu jenis pondasi dalam (*deep foundation*). Pondasi tiang pancang berfungsi untuk meneruskan beban-beban yang bekerja pada suatu struktur ke dalam tanah. Kedalaman pemancangan tiang bergantung pada besarnya beban kerja (*working load*), jenis tanah, dan spesifikasi tiang yang digunakan. Pada penelitian ini bentuk tiang pancang yang dianalisis adalah bentuk dengan penampang melintang (*cross section*) segiempat dengan dimensi 0.35 m x 0.35 m dan lingkaran dengan diameter 0.35 m. Panjang tiang pancang yang dianalisis adalah 7.0 m, 10.0 m dan 15.0 m. Jenis tanah yang ditinjau adalah tanah non-kohefif ; *loose sand*, *medium sand* dan *dense sand*. Hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas lateral tiang pancang beton bentuk persegi lebih besar dibandingkan dengan kapasitas lateral tiang pancang beton bentuk lingkaran dengan perbandingan 17.61 % untuk kondisi pemancangan pada tanah *loose sand*, 13.41 % untuk kondisi pemancangan pada tanah *medium sand*, 23.24 % untuk kondisi pemancangan pada tanah *dense sand*. Perubahan nilai rasio kelangsingan, L/d tidak mempengaruhi besarnya kapasitas lateral tiang pancang baik untuk tiang persegi maupun tiang lingkaran. Penurunan nilai rasio kelangsingan, L/d akan memperkecil nilai defleksi lateral pada kepala tiang baik untuk tiang persegi maupun tiang lingkaran

Kata kunci: Tiang pancang, rasio kelangsingan, kapasitas lateral, defleksi lateral.

ABSTRACT

Driven pile classified as deep foundation. The function of driven pile is to transfer loads of a structure into the ground. The depth of driven pile depends on working loads, type of soils, and pile specifications. This research analyzed the square pile shape of concrete driven pile with the dimension 0.35 m x 0.35 m and the circle pile shape of concrete driven pile with the diameter of 0.35 m. Length of driven concrete pile are 7.0 m, 10.0 m, and 15.0 m. Type of non-cohesive soils which analyzed in this research are loose sand, medium sand and dense sand ..The analysis showed that the lateral capacity of concrete piles with square pile shape larger than lateral capacity of concrete pile with circular pile shape with ratio as follows ; 17.61% which driven into loose sand, 13.41% which driven in medium sand, 23.24% which driven into dense sand. Changes in the value of the slenderness ratio, L / d did not affect the amount of lateral capacity of driven piles either square pile shape or circular pile shape. Decrease of slenderness ratio, L / d would reduce the value of the lateral deflection of the pile head either square pile shape or circular pile shape

Keyword: driven pile, slenderness ratio, lateral capacity, lateral deflection,

1. PENDAHULUAN

Tiang pancang adalah salah satu jenis pondasi dalam (*deep foundation*). Fungsi dari pondasi tiang pancang adalah untuk meneruskan beban-beban yang bekerja pada struktur atas ke dalam tanah. Kedalaman pemancangan tiang diantaranya bergantung pada besarnya beban kerja (*working load*), jenis tanah, dan spesifikasi tiang yang digunakan.

Bentuk penampang melintang (*cross section*) tiang pancang beton bervariasi, diantaranya adalah ; lingkaran, segiempat, segitiga, *spun pile*, dan lain-lain. Kedalaman tiang, L dan diameter/lebar tiang, d serta rasio kelangsingan, L/d (*slenderness ratio*) akan mempengaruhi perilaku tiang yang dibebani lateral. Pada penelitian ini, bentuk tiang dan rasio kelangsingan akan dianalisis pengaruhnya terhadap kapasitas lateral tiang dan defleksi pada tiang pancang beton yang dibebani lateral dan dipancang pada tanah non-kohesif ; pasir (*sand*) homogen.

1.1 TUJUAN PENELITIAN

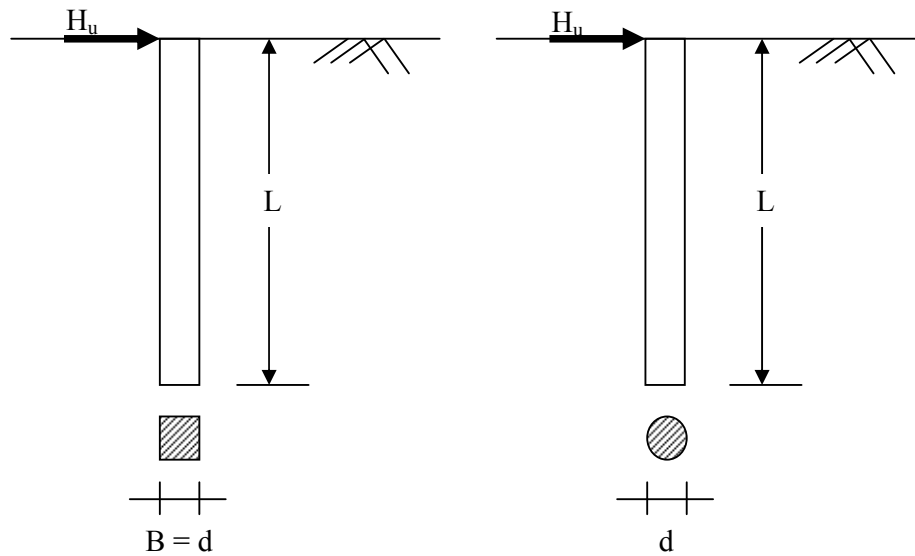
Tujuan penelitian adalah untuk melakukan analisis pengaruh dari bentuk dan rasio kelangsingan tiang terhadap kapasitas lateral tiang dan defleksi tiang pancang yang dibebani lateral.

1.2 RUANG LINGKUP PENELITIAN

Ruang Lingkup yang menjadi batasan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tiang pancang yang dianalisis adalah tiang pancang beton dengan kepala tiang bebas (*free head*).
2. Bentuk penampang melintang (*cross section*) dari tiang pancang yang akan dianalisis adalah bentuk lingkaran dengan diameter, $d = 0.35$ m dan bentuk persegi dengan sisi, $B = 0.35$ m (0.35 m x 0.35 m).
3. Kedalaman pemancangan tiang, L yang ditinjau berturut-turut adalah 7, 10, dan 15 meter.
4. Lapisan tanah yang dianalisis adalah tanah non-kohesif ; *loose sand*, *medium sand* dan *dense sand*.
5. Beban lateral bekerja di permukaan tanah.
6. Analisis kapasitas lateral dan defleksi lateral tiang pancang pada penelitian ini menggunakan metode Broms dan *software Allpile*.

Penempatan posisi beban lateral yang bekerja pada tiang serta dimensi tiang yang akan dianalisis pada penelitian ini tampak pada Gambar 1.



Gambar 1. Penempatan posisi beban lateral yang bekerja dan bentuk penampang melintang tiang pancang beton (a) tiang bentuk persegi (b) tiang bentuk lingkaran

2. DATA TANAH DAN SPESIFIKASI TIANG

Pada penelitian ini tiang pancang beton dimodelkan dipancang pada jenis tanah non-koheusif yaitu pasir (*sand*) homogen. Data tanah seperti *compactness*, nilai N-SPT, sudut geser dalam (ϕ), berat volume tanah (γ), dan *constant of horizontal subgrade reaction* (η_h) tampak pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Tanah

	Tanah 1	Tanah 2	Tanah 3
<i>Compactness</i>	<i>Loose Sand</i>	<i>Medium Sand</i>	<i>Dense Sand</i>
N-SPT	6	20	45
ϕ ($^{\circ}$)	28	33	39.8
γ (kN/m^3)	17	18.9	20.8
η_h (MN/m^3)	2.5	7.5	20

Tiang pancang yang digunakan pada penelitian ini adalah tiang pancang beton dengan bentuk persegi dan bentuk lingkaran. Pada pembahasan selanjutnya tiang pancang beton dengan bentuk persegi akan disebut tiang persegi dan tiang pancang beton dengan bentuk lingkaran selanjutnya akan disebut tiang lingkaran.

Data tiang yang digunakan pada penelitian ini tampak pada Tabel 2. Tiang lingkaran dan tiang persegi akan dianalisis pada pemancangan tiang di tanah *loose sand*, *medium sand*, dan *dense sand*.

Tabel 2. Data Tiang

	Tiang 1	Tiang 2	Tiang 3
Panjang Tiang, L (m)	7.0	10.0	15.0
Lebar/Diameter, d (m)	0.35	0.35	0.35
Rasio kelangsingan, L/d	20.00	28.57	42.86
Modulus Elastisitas	23500	23500	23500
Tiang, E_p (MPa)			
Tegangan leleh baja tulangan, f_y (MPa)	400	400	400
Kuat tekan beton, f_c' (MPa)	25	25	25

3. METODA BROMS

Pada metoda ini digunakan diagram tegangan tanah yang disederhanakan dengan anggapan bahwa sepanjang kedalaman tiang reaksi atau tahanan tanah mencapai nilai ultimit.

3.1 PENENTUAN KRITERIA TIANG PENDEK (*SHORT PILE*) DAN TIANG PANJANG (*LONG PILE*)

Kriteria penentuan tiang pendek dan tiang panjang didasarkan pada kekakuan relatif antara pondasi tiang dengan tanah.

Faktor kekakuan R untuk menentukan perilaku tiang adalah sebagai berikut :

$$R = \sqrt[4]{\frac{E_p \cdot I_p}{k_s \cdot B}} \quad (1)$$

dimana :

E_p = modulus elastisitas tiang (ton/m²)

I_p = momen inersia tiang (m⁴)

k_s = modulus *subgrade* tanah dalam arah horizontal (ton/m³) = $k_1/1.5$

k_1 = modulus *subgrade* tanah

B = d = diameter atau lebar sisi tiang (m)

Faktor kekakuan T adalah sebagai berikut :

$$T = \sqrt[5]{\frac{E_p \cdot I_p}{\eta_h}} \quad (2)$$

dimana :

η_h = constant of horizontal subgrade reaction (Tabel 3)

Modulus *subgrade* horizontal, k_s , dinyatakan sebagai berikut :

$$k_s = \frac{\eta_h \cdot x}{B} \quad (3)$$

dimana :

x = kedalaman yang ditinjau

Tabel 3. Nilai η_h untuk tanah non-koheusif

<i>Relative density</i>	<i>Loose</i>	<i>Medium</i>	<i>Dense</i>
η_h untuk <i>dry</i> atau <i>moist soil</i> (MN/m ³) (Terzaghi)	2.5	7.5	20
η_h untuk <i>submerged soil</i> (MN/m ³) (Terzaghi)	1.4	5	12
η_h untuk <i>submerged soil</i> (MN/m ³) (Reese, dkk)	5.3	16.3	34

Kriteria tiang pendek atau panjang ditentukan berdasarkan nilai R atau T seperti tampak pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria jenis perilaku tiang (Broms, 1964)

Jenis perilaku tiang	Kriteria	
Pendek (kaku)	$L \leq 2 T$	$L \leq 2 R$
Panjang (elastis)	$L \geq 4 T$	$L \geq 3.5 R$

3.2 TIANG PANJANG DENGAN KEPALA TIANG BEBAS (*FREE HEAD*) PADA TANAH NON-KOHEusif

Mekanisme keruntuhan, distribusi tahanan tanah dan momen lentur untuk tiang panjang dengan kepala tiang bebas pada tanah non-kohefif tampak pada Gambar 2. Kapasitas lateral tiang ultimit, H_u dan momen maksimum, M_{max} dinyatakan sebagai berikut :

$$M_{max} = H_u (e + 0.67 x_0) \quad (4)$$

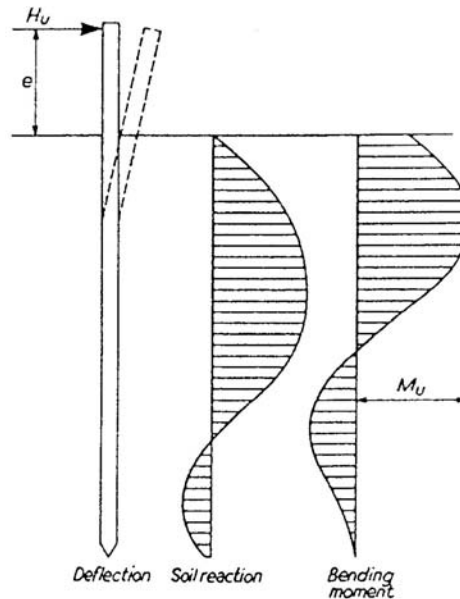
$$x_0 = 0.82 \left(\frac{H_u}{\gamma' B K_p} \right)^{0.5} \quad (5)$$

$$H_u = \frac{M_u}{e + 0.54 \left(\frac{H_u}{\gamma' B K_p} \right)} \quad (6)$$

dimana :

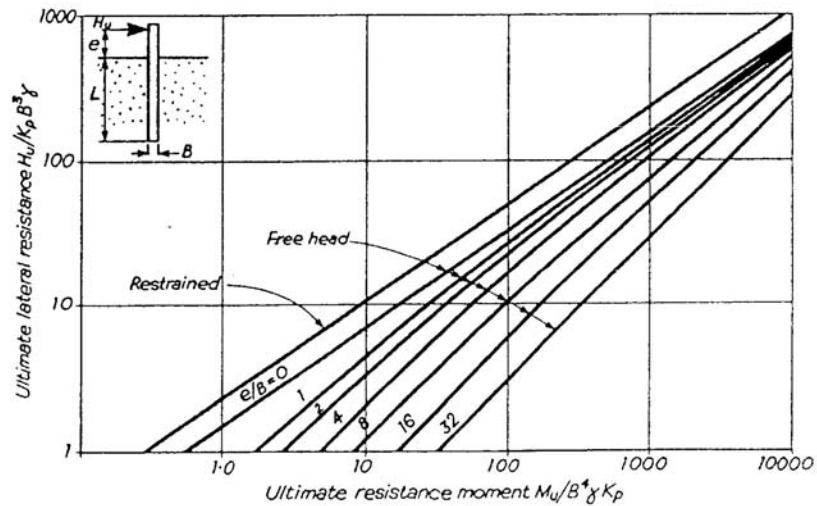
- M_u = kapasitas momen ultimit dari penampang tiang
- e = jarak dari H_u ke permukaan tanah
- K_p = $(1 + \sin \phi) / (1 - \sin \phi)$
- γ' = berat volume tanah efektif

Nilai H_u dapat dihitung dengan menggunakan diagram yang menyatakan hubungan antara nilai $H_u / (K_p \gamma' B^3)$ dan nilai $M_u / (K_p \gamma' B^4)$ seperti tampak pada Gambar 3.



Gambar 2. Perlawanan tanah dan momen lentur pada tiang panjang dengan kepala tiang

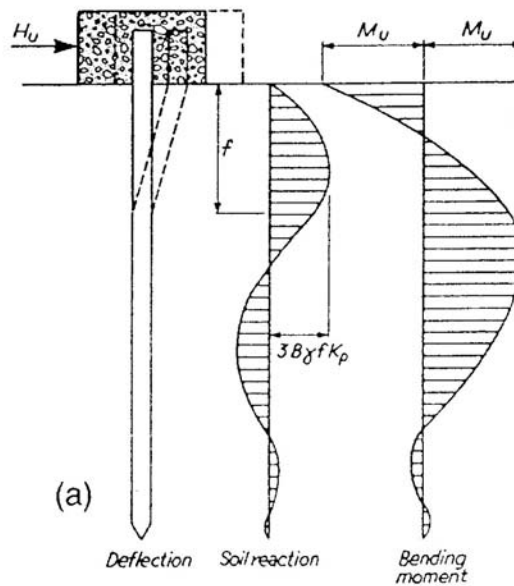
bebas pada tanah non kohesif (Broms, 1964)



Gambar 3. Kapasitas lateral ultimit untuk tiang panjang pada tanah non-kohesif (Broms, 1964)

3.3 TIANG PANJANG DENGAN KEPALA TIANG TERJEPIT (*FIXED HEAD*) PADA TANAH NON-KOHESIF

Mekanisme keruntuhan, distribusi tahanan tanah dan momen lentur untuk tiang panjang dengan kepala tiang terjepit pada non-kohesif tampak pada Gambar 4.



Gambar 4. Perlawanan tanah dan momen lentur tiang panjang dengan kondisi kepala tiang terjepit pada tanah non-kohefif (Broms, 1964)

Kapasitas lateral tiang, H_u dan momen maksimum, M_{max} dinyatakan sebagai berikut :

$$H_u = \frac{2 M_u}{(e + 0.67 x_0)} \quad (7)$$

$$x_0 = 0.82 \left(\frac{H_u}{\gamma' B K_p} \right)^{0.5} \quad (8)$$

$$M_{max} = H_u (e + 0.67 x_0) \quad (9)$$

Kapasitas lateral ultimit untuk tiang dapat diperoleh dari Gambar 3.

4. HASIL ANALISIS

Hasil analisis kriteria tiang untuk tiang lingkaran yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 5 hingga Tabel 7, sementara untuk tiang persegi ditunjukkan pada Tabel 8 hingga Tabel 10.

Tabel 5. Hasil analisis kriteria tiang untuk tiang lingkaran pada tanah *loose sand*

Tiang	L (m)	d (m)	L/T	Kriteria Tiang
1	15.0	0.35	4.754 > 4	Tiang Panjang
2	10.0	0.35	6.791 > 4	Tiang Panjang
3	7.0	0.35	10.186 > 4	Tiang Panjang

Tabel 6. Hasil analisis kriteria tiang untuk tiang lingkaran pada tanah *medium sand*

Tiang	L (m)	d (m)	L/T	Kriteria Tiang
1	15.0	0.35	5.922 > 4	Tiang Panjang
2	10.0	0.35	8.460 > 4	Tiang Panjang
3	7.0	0.35	12.869 > 4	Tiang Panjang

Tabel 7. Hasil analisis kriteria tiang untuk tiang lingkaran pada tanah *medium sand*

Tiang	L (m)	d (m)	L/T	Kriteria Tiang
1	15.0	0.35	7.205 > 4	Tiang Panjang
2	10.0	0.35	10.293 > 4	Tiang Panjang
3	7.0	0.35	15.440 > 4	Tiang Panjang

Tabel 8. Hasil analisis kriteria tiang untuk tiang persegi pada tanah *loose sand*

Tiang	L (m)	d (m)	L/T	Kriteria Tiang
1	15.0	0.35	4.276 > 4	Tiang Panjang
2	10.0	0.35	6.109 > 4	Tiang Panjang
3	7.0	0.35	9.163 > 4	Tiang Panjang

Tabel 9. Hasil analisis kriteria tiang untuk tiang persegi pada tanah *medium sand*

Tiang	L (m)	d (m)	L/T	Kriteria Tiang
1	15.0	0.35	5.327 > 4	Tiang Panjang
2	10.0	0.35	7.610 > 4	Tiang Panjang
3	7.0	0.35	11.415 > 4	Tiang Panjang

Tabel 10. Hasil analisis kriteria tiang untuk tiang persegi pada tanah *dense sand*

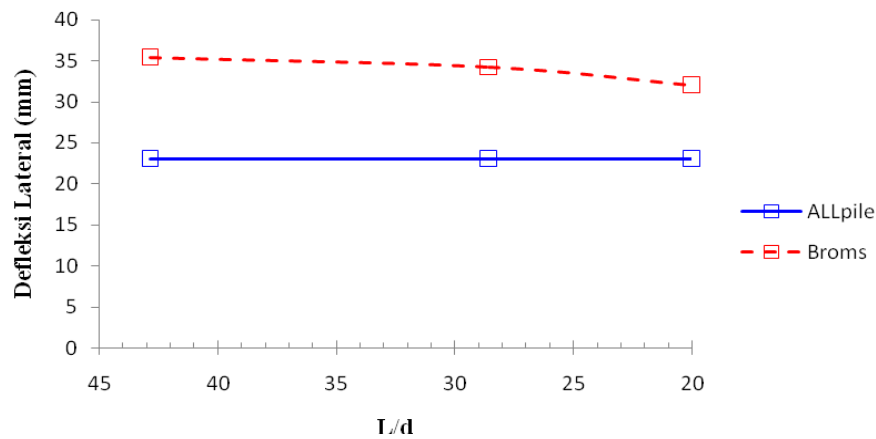
Tiang	L (m)	d (m)	L/T	Kriteria Tiang
1	15.0	0.35	6.481 > 4	Tiang Panjang
2	10.0	0.35	9.259 > 4	Tiang Panjang
3	7.0	0.35	13.889 > 4	Tiang Panjang

Hasil analisis dengan metoda Broms untuk tiang lingkaran yang dipancang pada tanah *loose sand*, *medium sand* dan *dense sand* menunjukkan bahwa perubahan rasio kelangsingan, L/d dengan kondisi dimana diameter tiang, d tetap dan kedalaman tiang, L bertambah, menghasilkan kapasitas lateral tiang ultimit, H_u yang konstan, hasil analisis ditunjukkan pada Tabel 11 hingga Tabel 13.

Defleksi lateral pada kepala tiang (*pile head*) dianalisis dengan metoda Broms dan *software* Allpile. Kurva hubungan antara rasio kelangsingan, L/d dan defleksi lateral pada tiang lingkaran kondisi kapasitas lateral tiang ultimit pada tanah *loose sand*, *medium sand* dan *dense sand* ditunjukkan pada Gambar 5 hingga Gambar 7.

Tabel 11. Kapasitas lateral tiang ultimit dan defleksi lateral untuk tiang lingkaran pada tanah *loose sand*

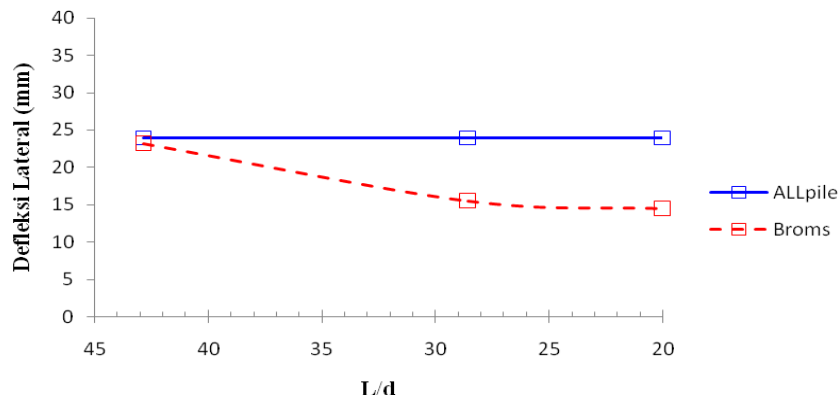
Tiang	L (m)	d (m)	L/d	Kapasitas lateral tiang ultimit, H_u (kN)		
				Defleksi lateral (mm)		
				Broms	Allpile	Broms
1	15.0	0.35	42.86	66.81	23.00	35.38
2	10.0	0.35	28.57	66.81	23.00	34.24
3	7.0	0.35	20.00	66.81	23.00	31.95



Gambar 5. L/d vs Defleksi Lateral antara metoda Broms dan *Allpile* untuk tiang lingkaran pada tanah *loose sand*

Tabel 12. Kapasitas lateral tiang ultimit dan defleksi lateral untuk tiang lingkaran pada tanah *medium sand*

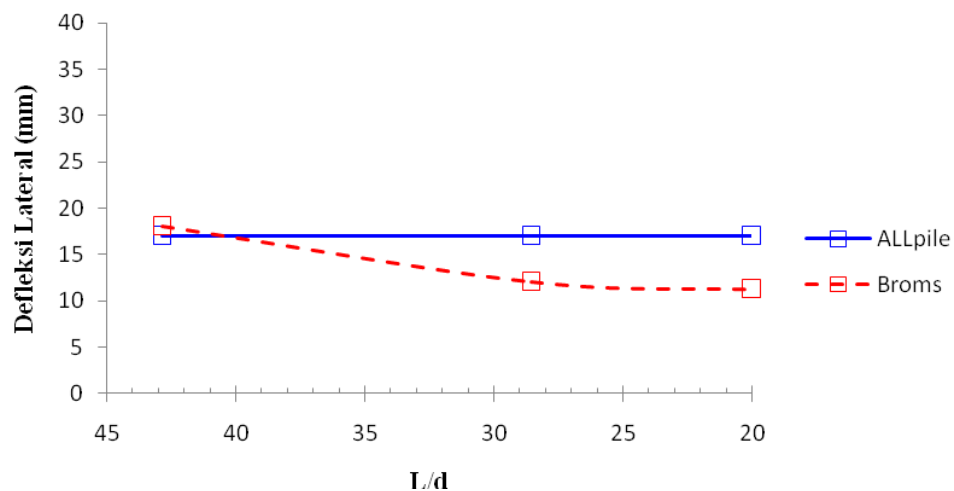
Tiang	L (m)	d (m)	L/d	Kapasitas Dukung Lateral Ultimit, H_u (kN)		
				Defleksi Lateral (mm)		
				Broms	Allpile	Broms
1	15.0	0.35	42.86	92.43	24.00	23.16
2	10.0	0.35	28.57	92.43	24.00	15.44
3	7.0	0.35	20.00	92.43	24.00	14.41



Gambar 6. L/d vs Defleksi Lateral antara metoda Broms dan *Allpile* untuk tiang lingkaran pada tanah *medium sand*

Tabel 13. Kapasitas lateral tiang ultimit dan defleksi lateral untuk tiang lingkaran pada tanah *dense sand*

Tiang	L (m)	d (m)	L/d	Kapasitas Beban Lateral		Defleksi Lateral (mm)	
				Ultimit, H_u (kN)			
				Broms	Allpile	Allpile	Broms
1	15.0	0.35	42.86	106.44	17.00	18.01	
2	10.0	0.35	28.57	106.44	17.00	12.01	
3	7.0	0.35	20.00	106.44	17.00	11.21	



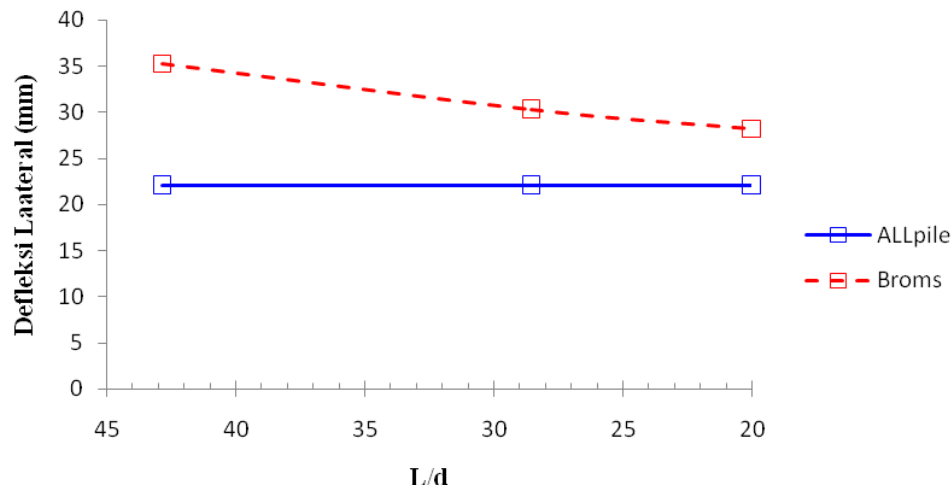
Gambar 7. L/d vs Defleksi Lateral antara metoda Broms dan *Allpile* untuk tiang lingkaran pada tanah *dense sand*

Hasil analisis dengan metoda Broms untuk tiang persegi yang dipancang pada tanah *loose sand*, *medium sand* dan *dense sand* menunjukkan bahwa perubahan rasio kelangsingan, L/d dengan kondisi dimana diameter tiang, d tetap dan kedalaman tiang, L bertambah, menghasilkan kapasitas lateral tiang ultimit, H_u yang konstan, hasil analisis ditunjukkan pada Tabel 14 hingga Tabel 16.

Defleksi lateral pada kepala tiang (*pile head*) dianalisis dengan metoda Broms dan *software* Allpile. Kurva hubungan antara rasio kelangsingan, L/d dan defleksi lateral tiang persegi pada kondisi kapasitas lateral tiang ultimit pada tanah *loose sand*, *medium sand* dan *dense sand* ditunjukkan pada Gambar 8 hingga Gambar 10.

Tabel 14. Kapasitas lateral tiang ultimit dan defleksi lateral untuk tiang persegi pada tanah *loose sand*

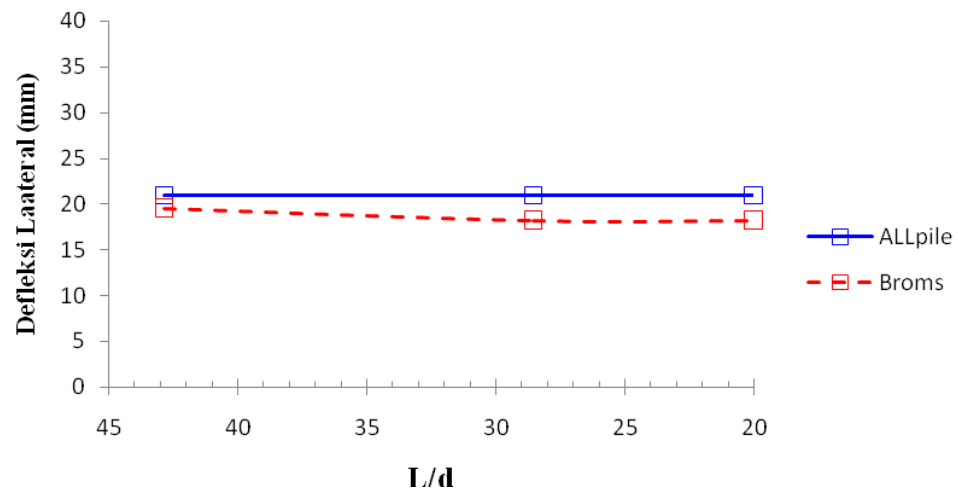
Tiang	L (m)	d (m)	L/d	Kapasitas Beban Lateral		
				Ultimit, H_u (kN)		Defleksi Lateral (mm)
				Broms	Allpile	Broms
1	15.0	0.35	42.86	81.09	22.00	35.27
2	10.0	0.35	28.57	81.09	22.00	30.24
3	7.0	0.35	20.00	81.09	22.00	28.21



Gambar 8. L/d vs Defleksi Lateral antara metoda Broms dan *Allpile* untuk tiang persegi pada tanah *loose sand*

Tabel 15. Kapasitas lateral tiang ultimit dan defleksi lateral untuk tiang persegi pada tanah *medium sand*

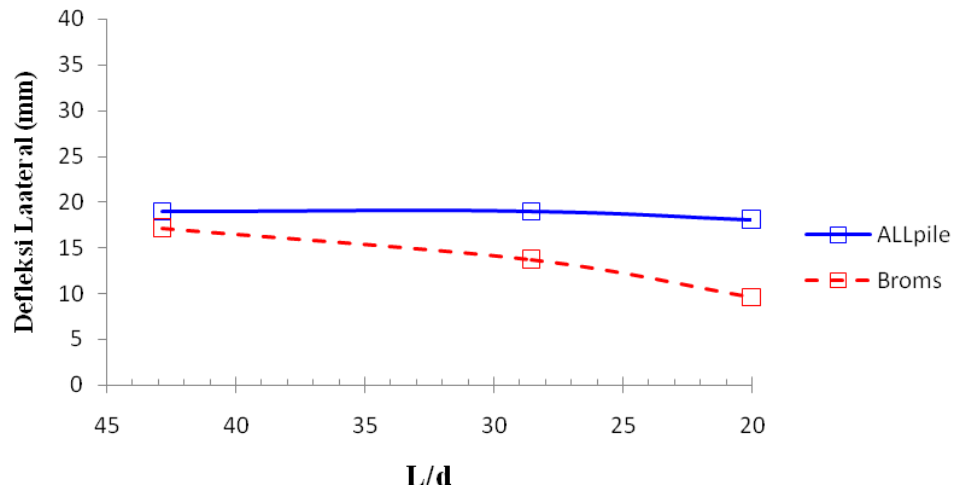
Tiang	L (m)	d (m)	L/d	Kapasitas Beban Lateral		
				Ultimit, H_u (kN)		
				Broms	Allpile	Broms
1	15.0	0.35	42.86	106.75	21.00	19.47
2	10.0	0.35	28.57	106.75	21.00	18.17
3	7.0	0.35	20.00	106.75	21.00	18.17



Gambar 9. L/d vs Defleksi Lateral antara metoda Broms dan *Allpile* untuk tiang persegi pada tanah *medium sand*

Tabel 16. Kapasitas lateral tiang ultimit dan defleksi lateral untuk tiang persegi pada tanah *dense sand*

Tiang	L (m)	d (m)	L/d	Kapasitas Beban Lateral		
				Ultimit, H_u (kN)		
				Broms	Allpile	Broms
1	15.0	0.35	42.86	138.67	19.00	17.08
2	10.0	0.35	28.57	138.67	19.00	13.67
3	7.0	0.35	20.00	138.67	18.00	9.63



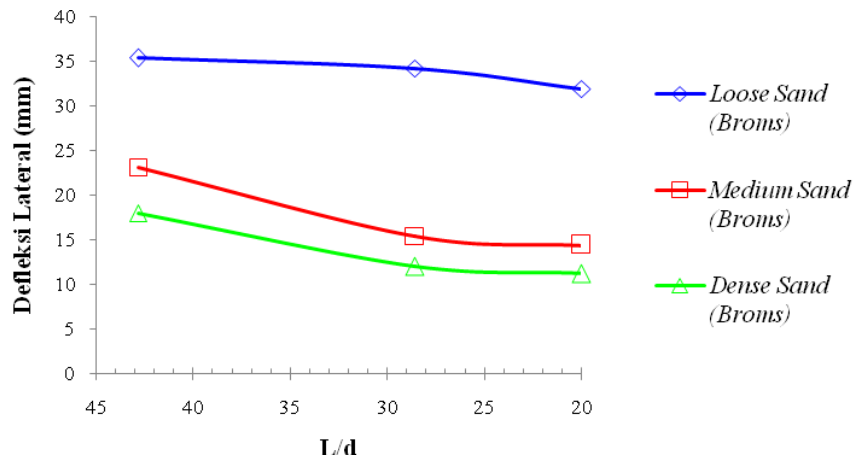
Gambar 10. L/d vs Defleksi Lateral antara metoda Broms dan *Allpile* untuk tiang persegi pada tanah *dense sand*

Pada tiang lingkaran, peningkatan *compactness* pada tanah pasir akan menghasilkan peningkatan kapasitas lateral tiang ultimit dan memperkecil nilai defleksi lateral pada kepala tiang seperti ditunjukkan pada Tabel 17.

Tabel 17. Hasil analisis kapasitas lateral tiang ultimit dan defleksi lateral untuk tiang lingkaran

Tiang	Soil <i>Compactness</i>	L/d	Kapasitas lateral tiang ultimit, H_u (kN)		Defleksi Lateral (mm)
					Broms
			Broms	Broms	Broms
1	<i>Loose Sand</i>	42.86	66.81	35.38	
2		28.57	66.81	34.24	
3		20.00	66.81	31.95	
1	<i>Medium Sand</i>	42.86	92.43	23.16	
2		28.57	92.43	15.44	
3		20.00	92.43	14.41	
1	<i>Dense Sand</i>	42.86	106.44	18.01	
2		28.57	106.44	12.01	
3		20.00	106.44	11.21	

Penurunan nilai rasio kelangsingan, L/d akan memperkecil nilai defleksi lateral pada kepala tiang untuk tiang lingkaran seperti ditunjukkan pada Gambar 11.



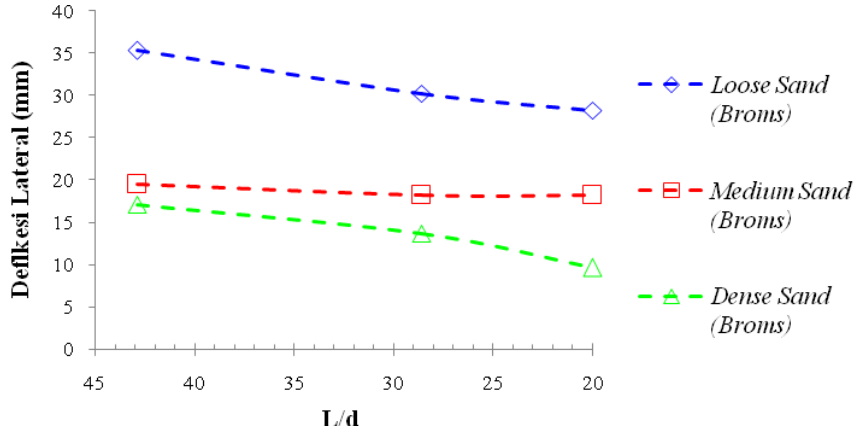
Gambar 11. L/d vs Defleksi Lateral tiang lingkaran

Demikian juga halnya pada tiang persegi, peningkatan *compactness* pada tanah pasir akan menghasilkan peningkatan kapasitas lateral tiang ultimit dan memperkecil nilai defleksi lateral pada kepala tiang seperti ditunjukkan pada Tabel 18.

Tabel 18. Hasil analisis kapasitas lateral tiang ultimit dan defleksi lateral untuk tiang persegi

Tiang	Soil Compactness	L/d	Kapasitas lateral tiang ultimit, H_u (kN)		Defleksi Lateral (mm)
			Broms	Broms	Broms
1	Loose Sand	42.86	81.09	81.09	35.27
2		28.57	81.09	81.09	30.24
3		20.00	81.09	81.09	28.21
1	Medium Sand	42.86	106.75	106.75	19.47
2		28.57	106.75	106.75	18.17
3		20.00	106.75	106.75	18.17
1	Dense Sand	42.86	138.67	138.67	17.08
2		28.57	138.67	138.67	13.67
3		20.00	138.67	138.67	9.63

Penurunan nilai rasio kelangsingan, L/d akan memperkecil nilai defleksi lateral pada kepala tiang untuk tiang lingkaran seperti ditunjukkan pada Gambar 12.



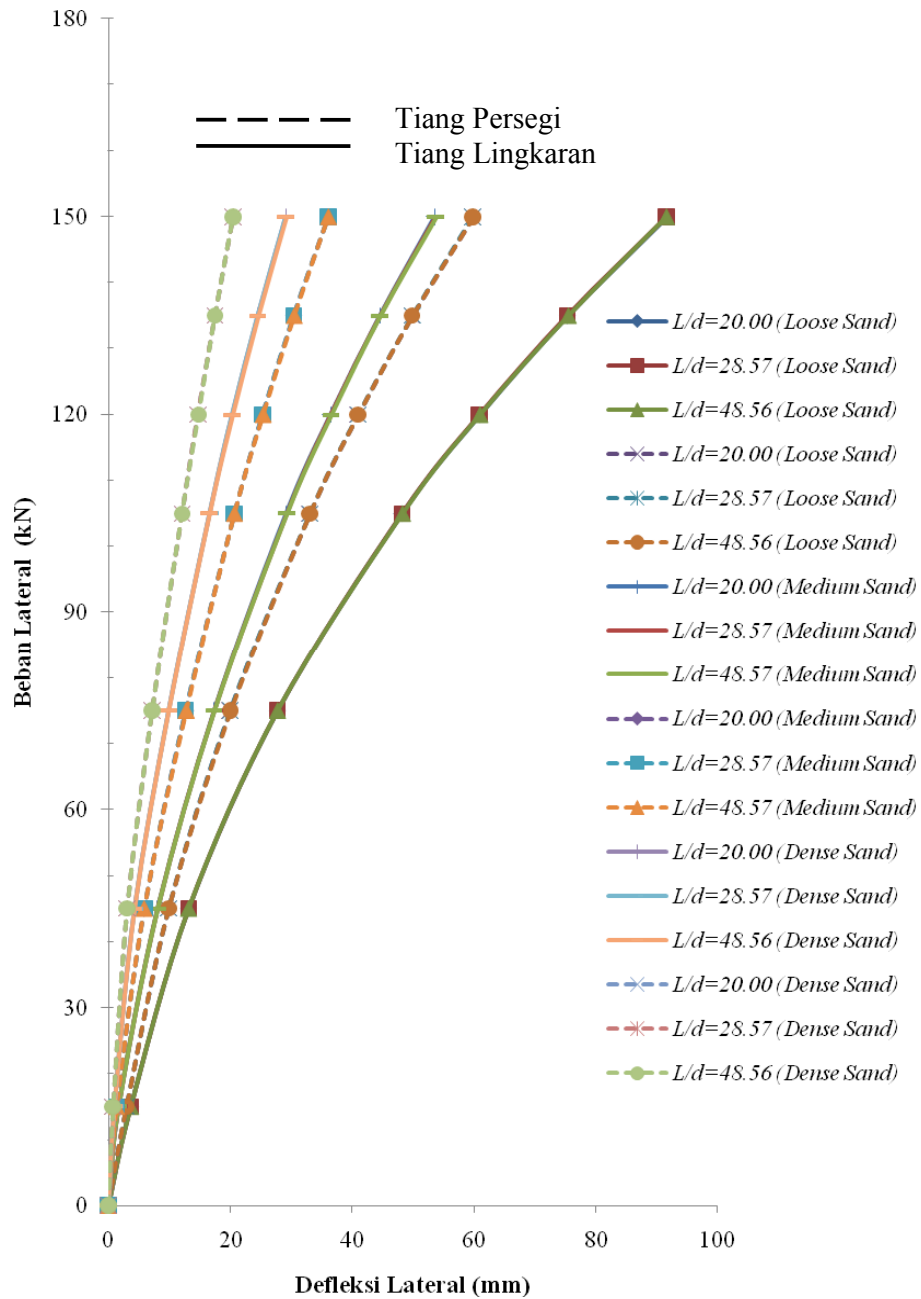
Gambar 12. L/d vs Defleksi Lateral tiang persegi

Tiang persegi menghasilkan kapasitas lateral tiang ultimit yang lebih besar jika dibandingkan dengan tiang lingkaran, baik saat pemancangan pada tanah *loose sand*, *medium sand* maupun *dense sand* seperti ditunjukkan apada Tabel 19.

Tabel 19. Perbandingan bentuk tiang terhadap kapasitas lateral tiang ultimit

Jenis Tanah	Kapasitas lateral tiang ultimit, H_u (kN)		Perbandingan (%)
	Tiang Persegi	Tiang Lingkaran	
	Broms	Broms	
<i>Loose sand</i>	81.09	66.81	17.61
<i>Medium sand</i>	106.75	92.43	13.41
<i>Dense sand</i>	138.67	106.44	23.24

Hasil analisis dengan menggunakan *software* Allpile seperti tampak pada Gambar 13 menunjukkan bahwa baik untuk tiang persegi maupun tiang lingkaran yang dipancang pada tanah *loose sand*, *medium sand* dan *dense sand*, perubahan rasio kelangsingan, L/d dengan kondisi dimana diameter tiang, d tetap dan kedalaman tiang, L bertambah, menghasilkan kapasitas lateral tiang yang konstan. Selain itu hasil analisis pun menunjukkan bahwa tiang persegi menghasilkan kapasistas lateral tiang yang lebih besar jika dibandingkan dengan tiang lingkaran.



Gambar 13. Defleksi Lateral vs Beban Lateral untuk tiang persegi dan tiang lingkaran pada tanah non-kohesif

5. SIMPULAN

Simpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan antara lain adalah :

1. Kapasitas lateral tiang pancang beton berbentuk persegi lebih besar jika dibandingkan dengan tiang pancang beton berbentuk lingkaran.
2. Persentase perbedaan kapasitas lateral tiang pancang dengan bentuk persegi dibandingkan dengan bentuk lingkaran berturut-turut adalah ; 17.61 % untuk kondisi pemancangan pada tanah *loose sand*, 13.41 % untuk kondisi pemancangan pada tanah *medium sand*, 23.24 % untuk kondisi pemancangan pada tanah *dense sand*.
3. Perubahan nilai rasio kelangsingan, L/d tidak mempengaruhi besarnya kapasitas lateral tiang pancang baik untuk tiang persegi maupun tiang lingkaran.
4. Penurunan nilai rasio kelangsingan, L/d akan memperkecil nilai defleksi lateral pada kepala tiang baik untuk tiang persegi maupun untuk tiang lingkaran.

DAFTAR PUSTAKA

1. Geotechnical Engineering Center, (2005). *Manual Pondasi Tiang*, Edisi 3, Unpar.
2. Jeyalakshmi, P., Vineetha, J., (2014). *Behavior of Laterally Loaded Piles in Cohesive Soil*, International Journal of Research in Engineering and Technology, Volume 03, eISN: 2319-1163 pISSN: 2321-7308, NECHAMESE
3. Poulos, H.G., Davis, E.H., (1980). *Pile Foundation Analysis and Design*, John Wiley & Sons, Canada.
4. Prakash, S., Sharma, H.D., (1990). *Pile Foundation in Engineering Practice*, John Wiley & Sons.
5. SNI 03-4434-1997, *Spesifikasi Tiang Pancang Beton Pracetak untuk Pondasi Jembatan, Ukuran (30 x 30, 35 x 35, 40 x 40) cm² Panjang 10-20 meter dengan Baja Tulangan BJ 24 dan BJ 40*, Pustran – Balitbang PU.
6. Sudalaimani, A., Gomathi, M., Vineetha, J., (2014). *Response of Laterally Loaded Single Pile in Sandy Soil*, International Journal of Research in Engineering and Technology, Volume 03, eISN: 2319-1163 pISSN: 2321-7308, NECHAMESE

KONSTRUKSI JALAN RAYA DI ATAS *SWELLING SOIL*

Robby Gunawan Yahya

Dosen Kopertis Wilayah IV dpk pada Universitas Langlangbuana Bandung

ABSTRAK

Deformasi merupakan permasalahan masyarakat yang perlu mendapat perhatian dan penelitian, sehingga penyebab terjadinya deformasi serta adanya retak dan pergeseran dapat diketahui untuk ditindak lanjuti berupa stabilisasi tanah disekitar kejadian. Tanah mengembang mempunyai karakter kembang susut yang besar. Jenis mineral yang terkandung pada tanah seperti ini sangat mempengaruhi besar *swelling* dan tingkat plastisitas tanah. Kandungan mineral *montmorillonite* secara kualitatif mempunyai *swelling* dan plastisitas yang tinggi dan secara kuantitatif tingkat *swelling* dan *pressure* yang terjadi dapat diprediksi di Laboratorium dengan oedometer. Dalam menghadapi tanah mengembang perlu diperhitungkan adanya *strength degradation* akibat perubahan kadar air. Besar kembang susut pada tanah tidak merata dari satu titik dengan titik lain, sehingga menyebabkan perbedaan ketinggian permukaan tanah (*differential movement*). Kondisi yang menyebabkan *swelling* umumnya dan pengembangan tanah terjadi pada keadaan : Tanah lempung mengandung mineral *montmorillonite*, plastisitas tinggi dll. Tingkat kejenuhan dan indeks plastisitas tanah berpengaruh terhadap besarnya *swelling*. Data hasil investigasi lapangan dan laboratorium diperlukan sebagai data masukan untuk bahan kajian. Data yang diperlukan ; mineral tanah, sifat fisis tanah, batas – batas Atterberg tanah, parameter kuat geser hasil uji laboratorium tanah asli serta *swelling index*. Kestabilan dari konstruksi atau bangunan dipengaruhi dari stabilitas tanah di bawahnya. Jika akan mendirikan bangunan di suatu tempat sebaiknya dianalisa terlebih dahulu mineral tanah yang membentuknya untuk memastikan hubungan daya dukung tanah itu serta *settlement* yang akan terjadi. Jika dari analisa dan tes laboratorium menunjukkan bahwa tanah dimana akan didirikan bangunan atau konstruksi mengidentifikasi tanah dengan *swelling* tinggi sebaiknya lakukan stabilisasi tanah terlebih dahulu sampai dicapai daya dukung yang baik serta gunakan fondasi dengan telapak lebar.

Kata Kunci : Deformasi, Stabilisasi, *Swelling*, *Settlement*

ABSTRACT

Deformation is about community issues that need attention and research so that the cause of the cracking and deformation as well as the shift can be seen to be followed up in the form of stabilization of the soil around the incident. Ground swell has the character and development of large losses. Types of minerals contained in the soil as this greatly affects a large swelling and the level of soil plasticity. Qualitatively montmorillonite mineral content has swelling and high plasticity and quantitatively the level of swelling and pressure that occur can be predicted in the laboratory oedometer. In the face of the ground swell should be taken into account the existence of strength degradation due to changes in moisture content. Large flowers on the ground uneven shrinkage from one point to another point, causing the ground surface elevation difference (differential movement). Condition that causes swelling and development generally occurs in the soil: Soil containing clay mineral montmorillonite, high plasticity etc. Saturation level and soil plasticity index affects the amount of swelling. Data results of field and laboratory investigations required as input data for the study materials. The data required; mineral soil, soil physical properties, boundary - Atterberg limits soil, shear strength parameters of the original soil laboratory test results and swelling index. The stability of the construction or building of stability affected the soil below. When will build somewhere should be analyzed first earth minerals that formed it to ensure that the relationship of soil bearing capacity and settlement will occur. If from the analysis and laboratory tests show that the land on which the building or construction will be established to identify land with high swelling soil stabilization should be done in advance to achieve a good carrying capacity and use foundation with big feet.

Keywords: *Deformation, Stabilization, swelling, Settelement.*

1. PENDAHULUAN

Kondisi jalan yang rata dan mulus, merupakan dambaan setiap pengemudi kendaraan. Di jalan manapun pengemudi berada, mereka selalu mengharapkan kondisi jalan yang mereka lalui dalam kondisi baik. Pengemudi umumnya menghindari jalan yang retak – retak. Kondisi jalan yang retak-retak serta bergelombang atau *deformasi* merupakan permasalahan masyarakat umum pengguna jalan dan pemerintah sebagai penyedia sarana, hal ini perlu mendapat perhatian. Kerusakan konstruksi jalan pada *surface* (permukaan) dapat diakibatkan oleh kerusakan konstruksi di bawahnya; base, sub base bahkan lapisan sub grade atau tanah dasar. Jika penyebab *deformasi* konstruksi jalan tersebut terjadi di lapisan tanah dasar maka harus diketahui karakteristik dari tanah dasar atau *sub grade* itu.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah Mengembang (Swelling Soil)

Tanah mengembang mempunyai karakter kembang susut yang besar, mengembang pada kondisi basah dan menyusut pada waktu kering. Jenis mineral yang terkandung pada tanah seperti ini sangat mempengaruhi besar swelling dan tingkat plastisitas tanah.

Kandungan mineral montmorillonite secara kualitatif mempunyai swelling dan plastisitas yang tinggi dan secara kuantitatif tingkat swelling dan pressure yang terjadi dapat diprediksi di Laboratorium dengan oedometer.

Dalam menghadapi tanah mengembang perlu diperhitungkan adanya strength degradation akibat perubahan kadar air. Besar kembang susut pada tanah tidak merata dari satu titik dengan titik lain, sehingga menyebabkan perbedaan ketinggian permukaan tanah (*differential movement*) yang dapat menimbulkan kerugian, antara lain :

1. *Heave* dan *cracking* pada *highway pavement*
2. *Heave* dan *buckling* pada *slab* lantai
3. *Heave* dan *buckling* pada *lining canal*
4. *Excess* tegangan lateral pada *retaining wall*
5. Berkurangnya daya dukung tanah.

2.1.1. Mekanisme Swelling

Komornik dan David (1969) mengemukakan bahwa swelling dapat disebabkan oleh hal – hal berikut:

1) Mekanisme Fisika – Kimia Tanah

Air masuk diantara partikel – partikel tanah, misalnya *Montmorillonite* akan menyebabkan jarak antar unit dasar semakin besar sehingga hal ini menyebabkan bertambah besarnya volume tanah.

Air tertarik ke sekeliling partikel, sehingga menyebabkan berkurangnya tegangan efektif dari tanah, mengurangi tegangan pengikat antar unit partikel.

Swelling disebabkan oleh mineral yang ada dalam lempung. Lempung yang banyak mengandung *montmorillonite* akan besar tingkat swellingnya daripada tanah yang mengandung *Kaolinite*. serta besarnya swelling ditentukan oleh kimia tanah, atau banyaknya kation – kation dalam tanah, terutama dengan valensi yang lebih tinggi yang berfungsi sebagai pengikat antar partikel lempung dan mengurangi pembesaran jarak antar partikel. Jadi kembang susut tanah dapat dikurangi dengan cara menambah kation – kation kedalam tanah, kation tersebut merupakan ion – ion positif K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , dapat diperoleh dari senyawa karbonat.

2) Kebalikan Peristiwa Kapiler

Kebalikan peristiwa kapiler yaitu mengecilnya tegangan kapiler akibat penjumlahan yang menyebabkan berkurangnya tegangan efektif tanah, yang cenderung mengembangkan dan mengembalikan volume tanah kepada volume semula.

2.1.2. Kriteria *Swelling*

Peneliti – peneliti *swelling* memberikan kriteria yang dapat dipergunakan untuk mengidentifikasi potensi swelling dari tanah, yaitu :

1. Kriteria William (1958)
2. Kriteria Seed (1962)
3. Kriteria Chen (1965 dan 1988)
4. Kriteria Raman (1967)
5. Kriteria Snethen (1977)

2.1.3. Kondisi Yang Menyebabkan *Swelling*

Umumnya pengembangan tanah terjadi pada keadaan :

- a. Tanah lempung mengandung mineral *Montmorillonite*.
- b. Plastisitas tinggi, yaitu ;
 $LL > 40\%$ dan $PI > 15\%$.
- c. Adanya lapisan tanah di bawah permukaan tanah merupakan zona aktif, dimana cuaca sangat mempengaruhi perubahan kadar air.

- d. Adanya heave akibat oksidasi dari mineral – mineral tertentu, misalnya sulfide sulphanes.

Tabel 2.1(a). Kriteria Snethen 1977 tanah ekspansif Berdasarkan LL, IP dan Insitu Suction

LL (%)	IP (%)	Potensial Swell (%)	Klsifikasi Potensial Swell
> 60	> 35	> 1,5	Tinggi
50 – 60	25 – 35	0,5 – 1,5	Umum
< 50	< 25	< 0,5	Rendah

Tabel 2.1(b). Kriteria Chen 1988 tanah ekspansif berdasarkan IP (%)

IP (%)	Potensial Swell (%)
0 – 15	Rendah
10 – 35	Sedang
20 – 55	Tinggi
> 35	Sangat Tinggi

2.1.4. Pengukuran Dan Prediksi

1) *Swelling Potential*

Swelling potential didefinisikan sebagai besarnya pengembangan vertikal dari sample tanah yang berada pada oedometer (*steel ring*), di bawah beban vertikal sebesar 1 psi (6,9 t/m²) serta diberikan akses kepada air di dasar *sample* tanah.

2) *Swelling Pressure*

Swelling pressure didefinisikan sebagai tegangan yang diperlukan untuk menahan tanah dalam oedometer agar tidak terjadi perubahan volume.

2.1.5. Tingkat Jenuh Terhadap Swelling

Tingkat kejenuhan (degree of saturation) berpengaruh terhadap besarnya swelling, hal ini dikemukakan oleh Chen (1988). Dalam penelitiannya Chen memasukan jumlah air yang berbeda pada sejumlah contoh tanah yang semula mempunyai kepadatan dan kadar air yang sama, hasilnya diperoleh berbagai contoh tanah dengan degree of saturation yang berbeda. Pengaruh derajat kejenuhan terhadap perubahan volume (Chen 1988) ditunjukkan oleh Tabel 2. 2;

Tabel 2.2. Derajat Kejenuhan Dan Perubahan Volume

Derajat Kejenuhan (Sr) %	Perubahan Volume (%)
50	0,5
60	1,75
70	3,1
80	4,5
90	5,9
100	7,5

2.1.6. Kadar Air Terhadap *Swelling*

Pada tahun 1966, Noble menemukan bahwa besar heave ditentukan oleh kadar air awal, dari percobaannya bahwa contoh tanah dengan *density* yang sama tetapi kadar air awal yang berbeda dimana kadar air awal makin besar akan makin kecil *heave* nya.

2.1.7. Analisa Penurunan Total (ΔH)

Penurunan (*Settlement*) terjadi jika material tanah menerima beban di atasnya. *Settlement*, terbagi atas :

- Penurunan langsung (ΔH_L) atau short term
- Penurunan Consolidasi (ΔH_c) atau long term
- Penurunan Rangkak ($\Delta H_{C_{creep}}$) atau long term

1. Penurunan atau settlement (ΔH)

$$(\Delta H) = \frac{C_c}{1 + e_0} \cdot H \cdot \log \left(\frac{\sigma_{v0}' + \Delta \sigma_v'}{\sigma_{v0}'} \right)$$

Settlement (ΔH) dapat juga dengan persamaan : $\Delta H = m_v \Delta \sigma_v' H$

Dimana;

ΔH : *Settlement*

C_c : Indek Kompresi

C_v : Indek Muai

e_0 : Angka pori mula – mula

p_c : Tekanan praconsolidasi

- m_v : Koef. kompresi volume tanah
 $\Delta\sigma_v'$: Penambahan beban akibat beban luar
 σ_v' : Tekanan overburden tanah efektif

a. Indeks Kompresi atau Tekanan (C_c)

Indek tekanan atau indek kompresi Azzouz, 1976 mengusulkan;

- Tanah tidak organis, lanau, lempung dan lempung berlanau ;

$$C_c = 0.3(e_0 - 0.27)$$

- Tanah organis, gambut, lempung dan lempung organis;

$$C_c = 0.0115w_n$$

Dimana;

w_n : kadar air natural/lapangan

b. Koefisien Consolidasi

C_v untuk type tanah dengan $IP > 25$

mempunyai $C_v : 0.1 - 1 \text{ m}^2/\text{tahun} \approx$ Indek tekanan atau indek kompresi

Terzaghi dan Peck, 1976 dari terdahulunya Skempton mengusulkan;

$$C_v = 0.009(w_L - 10\%)$$

Nilai C_v bervariasi, tergantung jenis dan kondisi tanah di lapangan

2.1.8. Tingkat Consolidasi

1. Waktu Consolidasi (t_i)

Lamanya proses terjadinya konsolidasi yang berakibat pada terjadinya settlement ditentukan dengan diketahuinya c_v (Lab), t diambil pada saat konsolidasi mencapai 50%, sehingga waktu yang digunakannya adalah t_{50} .

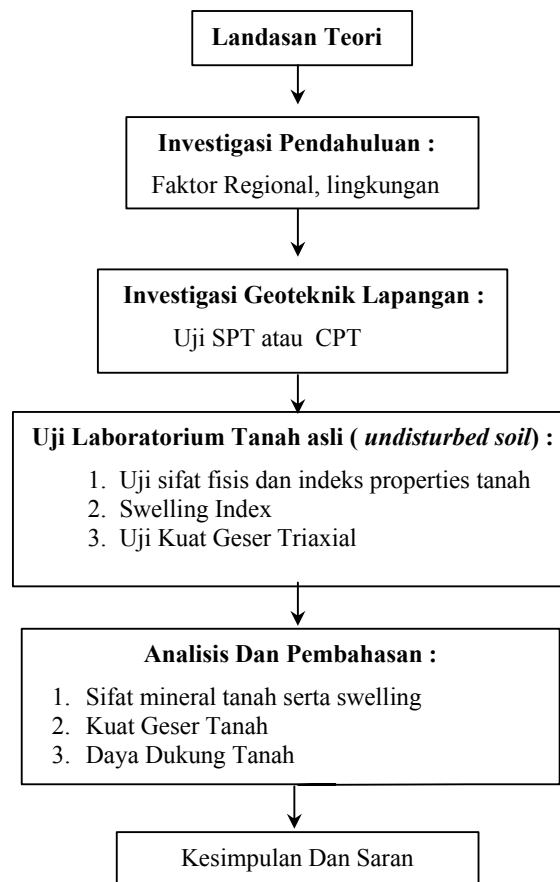
$$t_i = TH^2 / c_v$$

2. Derajat Consolidasi (U)

Hubungan antara derajat konsolidasi U terhadap factor waktu yang ditunjukkan oleh Tabel 2.3;

Tabel. 2.3. Hubungan Prosentasi Consolidasi Terhadap Waktu

U	T
00	0.000
10	0.008
20	0.031
30	0.071
40	0.126
50	0.197
60	0.287
70	0.403
80	0.567
90	0.848
100	∞



Gambar 3.1 Alur Kerja

4. METODE DAN PEMBAHASAN

4.1. Metode Pengambilan Data

Data – data hasil survey (investigasi) lapangan dan Laboratorium diperlukan sebagai data masukan untuk bahan kajian. Metode pengambilan tanah asli dengan cara melakukan pemboran, berlandaskan - ASTM D 1452, 1587, 1586). Metode pengambilan data sifat fisis tanah, batas – batas Atterberg tanah, parameter kuat geser tanah (ϕ dan c), informasi tegangan lapangan dan tahanan geser maximum serta tahanan geser tanah saat runtuh untuk tanah asli yang didapatkan dari hasil uji lab tanah asli (undisturbed soils test) untuk dapat mengetahui tekanan vertical, lateral, permeabilitas serta potensial swelling dari tanah yang berpengaruh pada deformasi tanah yang berakibat terhadap bangunan.

4.2. Metode Pengkajian

Bahan penelitian untuk dikaji dari tanah undisturbed yang perlu untuk diketahui. Metode penelitian yang digunakan berlandaskan pada uji laboratorium terhadap sample tanah asli (undisturbed) pada tanah dasar bangunan, antara lain :

1. Uji Lab sifat fisis tanah
(γ_d max dan min – ASTM D – 2049).
2. Uji Lab batas – batas Atterberg (Indeks Konsistensi) - ASTM D – 427, 423, 424.
3. Uji Triaxial CU terhadap tanah asli
(ASTM D – 2850 – 87).

4.3. Parameter Tanah

Uji tanah (soil test) laboratorium antara lain ;

- a. Sieve Analisis..
- b. Atterberg limit..
- c. Indeks properties.

Tabel 4.1. Parameter Serta Klasifikasi Tanah Jalan Lingkar Indramayu – Karangampel

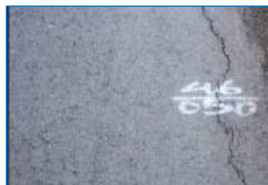
Jenis Parameter	Notasi	Satuan	Besar Parameter
Unit berat isi basah	γ_{wet}	g/cm ³	1,63
Unit berat isi kering	γ_{dry}	g/cm ³	1,15
Kadar air	w	%	42
Berat jenis	G _s	-	2,6
Kuat Tekan Bebas	q _u	kg/cm ²	3,07
Batas cair	L _i	%	94
Batas Plastis	P _i	%	43
Indeks Plastisitas	IP	%	51
Batas Susut	S _L	%	16
Analisa Hydrometer	# 200	%	90,48
	KL	%	46,50
Kepadatan Standard	W _{opt}	%	42
	$\gamma_{d \text{ max}}$	g/cm ³	1,152
CBR Standard Lab Soaked	95 % $\gamma_{d \text{ max}}$	g/cm ³	1,094
	CBR	%	2,6
Swelling		%	1,55
Derajat Kejenuhan	S _r	%	87,48
Angka Pori	e	-	1,31

4.4. Kerusakan konstruksi (kegagalan) konstruksi Jalan

1. Jalan Jalan Lingkar Indramayu – Karangampel



(a)



(b)



(c)



(d)

Jalan Jalan Bagbagan - Jampang Kulon di Bdg Km 165 + 000

(c)



Gambar 4.2. (a)



Gambar 4.2. (b)

- 4.2 (a) Kerusakan Jalan Bagbagan JampangKulon di Bdg Km 165 + 000
 4.2 (b). Kerusakan Jalan Cisolok – Cibareno
 di Bdg Km 179 + 050

5. PEMBAHASAN

5.1. Analisa Penurunan/ Settlement Total (ΔH)

Penurunan (Settlement) terjadi jika material tanah menerima beban di atasnya.

Dari Table 4.1

e_0 : 1,31

L_L : 94 %

P_L : 43 %

PI : 51 %

1. Koefisien Kompresi

Indek tekanan atau indek kompresi Azzouz, 1976 mengusulkan;

Tanah tidak organis, lanau, lempung dan lempung berlanau;

$$C_c = 0.3(e_0 - 0.27) = 0.3(1,31 - 0.27) = \mathbf{0,31}$$

2. Koefisien Consolidasi

C_v untuk type tanah dengan $IP > 25$

mempunyai C_v : $0.1 - 1 \text{ m}^2/\text{tahun} \approx$ Indek tekanan atau indek kompresi.

Terzaghi dan Peck, 1976 dari terdahulunya Skempton mengusulkan;

$$C_v = 0,009(w_L - 10\%)$$

$$= \mathbf{0,85 \text{ m}^2/\text{tahun}}$$

$$\approx 2,68 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2/\text{detik}$$

Nilai C_v bervariasi, tergantung jenis dan kondisi tanah di lapangan.

3. Settlement (ΔH)

$$H = 1,2 \text{ m}$$

Unit berat satuan basah:

$$\gamma = 1,63 \text{ g/cm}^3 \approx 15,97 \text{ kN/m}^3$$

Muka Air Tanah (MAT) jauh dikedalaman dari permukaan atau yang ditinjau.

Maka tegangan di kedalaman 1,2 m ;

$$\sigma'_v = \gamma h$$

$$= 15,97 \cdot 1,2 = 19,17 \text{ kN/m}^2$$

Parameter Tanah Bahan Timbunan ;

Asumsi Tebal Timbunan : 2 m
 Jenis Tanah : Tanah merah (lanau)
 Unit berat (γ) : 17,5 kN/m³

Penambahan Tegangan $\Delta\sigma$
 $\Delta\sigma = \gamma H = 17,5 \cdot 2 = 35 \text{ kN/m}^2$

Dimana ;

$\Delta\sigma$: *penambahan tegangan akibat adanya timbunan*

Maka settlement yang terjadi ;

$$\begin{aligned} \Delta H &= \frac{C_c}{1 + e_0} \cdot H \cdot \log \left(\frac{\sigma_{v0}' + \Delta\sigma_v'}{\sigma_{v0}'} \right) \\ &= \frac{0,31}{1 + 1,31} \cdot 1,21 \cdot \log \left(\frac{19,17 + 35}{19,17} \right) \\ &= 0,0731 \text{ m} \approx 7,31 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi besarnya penurunan/ *settlement* sebesar 7,31 cm

5.2. Pengukuran dan prediksi *swelling*

Dari hasil uji tanah tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Untuk mengetahui potensi *swelling* tanah itu, tentunya kita merujuk kebeberapa kriteria dan formula tentang *swelling* tersebut ;

- Merujuk pada Tabel 2.1(a) kriteria Snethen 1977

Liquid limit = 94 % dengan IP = 51% > 35 % memiliki potensial *swell* > 1,5 % yang termasuk klasifikasi *swelling* tinggi.

- Merujuk pada Tabel 2.1(b) kriteria Chen 1988 yang mana IP = 51% > 35% termasuk klasifikasi *swelling* sangat tinggi.

- Merujuk pada Tabel 2.4 kriteria Chen 1988

Pengaruh derajat kejenuhan terhadap perubahan volume (%)

Sr = 87,48% memiliki potensial perubahan volume (%) berkisar 4,5 – 5,9 %.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Paket pekerjaan Peningkatan Jalan Lingkar Indramayu – Karangampel Dilokasi S₁ km 37 + 900 , S₂ km 37 + 975 dan S₃ km 39 +500, tepatnya arah Karangampel menuju Indramayu.

1. Penurunan (ΔH) Consolidasi
Besarnya penurunan/ settlement sebesar 7,31 cm
2. Waktu Consolidasi (t_i)
Lamanya proses terjadinya konsolidasi yang berakibat pada terjadinya settlement dan waktu yang diperlukan untuk kondisi stabil atau selesainya proses konsolidasi sehingga settlement berhenti sebesar 4,33 bulan
3. Pengukuran dan prediksi swelling
Tanah Jalan Lingkar Indramayu – Karangampel memiliki potensial swell >1,51 % yang termasuk klasifikasi swelling tinggi.

6.2. S a r a n

1. Kestabilan dari bangunan atau konstruksi jalan dan lain-lain dipengaruhi dari stabilitas tanah di bawahnya. Sebaiknya diketahui terlebih dahulu mineral tanah yang membentuknya untuk memastikan hubungan daya dukung tanah itu serta settlement yang akan terjadi.
2. Jika dari analisa dan test laboratorium menunjukkan bahwa tanah dimana akan didirikan bangunan atau konstruksi jalan dan lain-lain mengidentifikasi tanah kategori swelling tinggi sebaiknya lakukan stabilisasi tanah terlebih dahulu sampai dicapai daya dukung yang baik serta settlement yang diijinkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Berry Peter L. (1987), *An introduction TO Soil Mechanic*, Mc Graw – Hill Book Company England.
2. Bowles, Joseph E. (1984), *Physical And Geotechnical Propertises Of Soils*, Mc Graw – Hill, Inc.
3. Das, Braja M. (1985), *Principles Of Geotechnical Engineering*, Hemisphere Publishing Cooperation.
4. Prakash (1987), *Pile Foundation Engineering*, London.
5. Nasution Sarifudin. (1990), *Stabilitas Tanah*, ITB.
6. Sutarman E. (2013), *Aplikasi Mekanika Tanah*, Andi, Jogjakarta.

PEDOMAN PENULISAN JURNAL TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA

1. Jurnal Teknik Sipil UKM merupakan jurnal ilmiah, hasil penelitian, atau studi literatur disertai analisis ilmiah dalam bidang teknik sipil.
2. Tulisan harus asli dan belum pernah dipublikasikan sebelumnya, dikirim dengan mencantumkan kelompok bidang keahlian dalam teknik sipil.
3. Apabila pernah dipresentasikan dalam seminar, agar diberi keterangan lengkap.
4. Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris yang benar, singkat, jelas dilengkapi dengan abstrak dan kata kunci dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris.
5. Naskah ditulis pada kertas A4, menggunakan Microsoft® Word dengan ketentuan sebagai berikut :
 - a. Judul ditulis dengan huruf kapital, **TIMES NEW ROMAN**, ukuran 13, huruf tebal.
 - b. Abstrak ditulis dengan huruf biasa, Times New Roman, ukuran 10, spasi 1, demikian juga dengan kata kunci.
 - c. Isi naskah ditulis dengan huruf biasa, Times New Roman, ukuran 11, spasi 1.5.
 - d. Jumlah halaman beserta lampiran minimal 20 halaman, maksimal 30 halaman.
 - e. Jumlah halaman untuk lampiran maksimal 20% dari jumlah halaman total.
 - f. Nama penulis ditulis tanpa pencantuman gelar akademik.
 - g. Penulisan sub bab disertai nomor, contoh :
 - 1. HURUF KAPITAL**
 - 1.1 Huruf Biasa**
 - h. Gambar diberi nomor dan keterangan gambar ditulis dibawah gambar.
 - i. Tabel diberi nomor dan keterangan tabel ditulis diatas tabel.
 - j. Daftar pustaka ditulis dengan format sebagai berikut :
 1. Timoshenko, S.P, Young, D.H., (1995). *Theory of Structures*, McGraw Hill Book Co, New York.
 - k. Kata-kata asing (jika naskah ditulis dalam bahasa Indonesia) dicetak *miring*.
6. Menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut :
 - a. Judul Naskah.
 - b. Nama penulis utama, penulis pembantu.
 - c. Abstrak dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris.
 - d. Kata kunci.
 - e. Pendahuluan (berisi latar belakang, tujuan, ruang lingkup, dan metodologi).
 - f. Isi (tinjauan pustaka).
 - g. Studi Kasus (data, studi kasus, dan pembahasan)
 - h. Penutup (kesimpulan, saran, dan daftar pustaka).
7. Naskah dikirim dalam bentuk *file* via E-mail.
8. Naskah yang masuk redaksi akan ditinjau oleh penelaah ahli dalam bidangnya sebelum diterbitkan.
9. Jurnal terbit 2x dalam setahun pada bulan April dan Oktober.