

Aplikasi Perhitungan Kolom Bangunan Beton menggunakan Metode LRFD

Raden Ajeng Ratna K. D, Nia Saurina, Andaryati

Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

E-mail: ratnakur10@gmail.com¹, niasaurina@gmail.com², andaryati@uwks.ac.id³

ABSTRACT

The column is the most important element in the structure of a building because the column connects the superstructure and the lower structure of the building so that the manufacture of columns must be precise and accurate in order to withstand the overall load. This research was conducted to create a website-based column calculation application that aims to make it easier to carry out column calculations so that it is faster and more efficient. This column calculation application focuses on calculating square columns with press control with final results that meet the requirements, so that the results of these calculations can be implemented in the manufacture of concrete building columns. Calculation of concrete building columns using the Load and Resistance Factor Design (LRFD) method in accordance with SNI 2847-2019.

Article History

Received
Accepted – font 9

Keywords

CodeIgniter;
Kolom;
Website

ABSTRAK

Kolom merupakan elemen terpenting dalam struktur suatu bangunan karena kolom menghubungkan struktur atas dan struktur bawah pada bangunan sehingga pembuatan kolom harus tepat dan akurat agar dapat menahan beban secara keseluruhan. Penelitian ini dilakukan untuk membuat aplikasi perhitungan kolom berbasis *website* yang bertujuan untuk memudahkan melakukan perhitungan kolom sehingga lebih cepat dan efisien. Aplikasi perhitungan kolom ini berfokus pada perhitungan kolom persegi dengan kontrol tekan dengan hasil akhir telah memenuhi syarat maka hasil perhitungan dapat diimplementasikan pada pembuatan kolom bangunan beton. Perhitungan kolom bangunan beton menggunakan metode *Load and Resistance Factor Design* (LRFD) sesuai dengan SNI 2847-2019.

PENDAHULUAN

Semakin banyak penduduk yang ada di Indonesia maka semakin banyak pula masyarakat yang akan membangun rumah baru atau gedung-gedung tinggi, tentu tidak hanya membangun tanpa merencanakan struktur bangunan. Salah satu perencanaan yang harus dilakukan yaitu menghitung kolom bangunan karena hal tersebut merupakan elemen struktur yang penting, sehingga ketika kolom bangunan mengalami keruntuhan maka lantai serta bangunan akan runtuh pula. Kolom termasuk komponen struktur bangunan bagian atas yang digunakan sebagai penyangga beban yang ada di atasnya.

Pada saat ini perencanaan pembangunan terutama mengenai perhitungan kolom dilakukan secara manual atau menggunakan Microsoft Excel yang dilakukan dengan menuliskan rumus terlebih dahulu kemudian memasukkan nilai angka sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk melakukan berbagai urutan perhitungan yang dibutuhkan. Dengan adanya teknologi informasi saat ini seperti penggunaan *website*, dapat menjadi salah satu alternatif untuk memudahkan melakukan perhitungan kolom bangunan beton secara akurat sesuai dengan persyaratan yang berlaku sehingga perhitungan menjadi lebih cepat, efisien dan akurat dalam mengetahui hasil akhir perhitungan kolom bangunan tersebut. Hal tersebut dapat meningkatkan efisiensi waktu perhitungan yang dapat dialokasikan untuk waktu pembangunan.

Pada penelitian ini membuat Aplikasi Perhitungan Kolom Bangunan Beton persegi yang berbasis *website* menggunakan metode *Load and Resistance Factor Design* (LRFD) dan sesuai dengan SNI 2847-2019, "*Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*". *Load and Resistance Factor Design* (LRFD) adalah metode yang digunakan dalam perencanaan bangunan gedung yang memperhitungkan faktor beban dan faktor kekuatan material.

Hingga saat ini terdapat banyak kemudahan untuk pembuatan *website* salah satunya yaitu dengan adanya *framework* yang dapat mempermudah pengguna untuk membangun sebuah *website* seperti *framework PHP*, *framework JavaScript* dan *framework CSS*. Tiap *framework* memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. *Framework* adalah sekumpulan *function*, *class*, *method* dan aturan skrip yang dirancang untuk memiliki penulisan kode dan tata letak folder yang sama saat membangun sebuah aplikasi [1]. *CodeIgniter* merupakan aplikasi *open source* dengan arsitektur *Model View Controller* (MVC) yang digunakan untuk membangun aplikasi berbasis *website* dengan cepat. Struktur *CodeIgniter* yang sangat kuat, sehingga mudah untuk memahami dan mempelajari *framework* ini [2].

Dalam penelitian saat ini menggunakan *framework CodeIgniter 4* untuk pembuatan *website* Aplikasi Perhitungan Kolom Bangunan Beton. Aplikasi Perhitungan ini dapat digunakan oleh pengguna atau *user* dengan melakukan *register* terlebih dahulu, kemudian *login*. Apabila proses *login* telah berhasil, maka *user* dapat menggunakan aplikasi tersebut untuk menghitung kolom dengan memasukkan data perhitungan yang dibutuhkan sesuai dengan yang tertera pada halaman *input* data. Pada akhir proses perhitungan, apabila hasil perhitungan telah memenuhi syarat maka perhitungan selesai dan dapat dilanjutkan melakukan pembuatan kolom sesuai dengan ukuran yang ditentukan saat memasukkan data perhitungan.

TINJAUAN PUSTAKA

Kolom

Bagian-bagian bangunan terbagi menjadi dua bagian utama yaitu struktur bangunan atas dan struktur bangunan bawah yang termasuk dalam bangunan atas yaitu kolom dan balok. Kolom merupakan salah satu elemen terpenting dalam struktur suatu bangunan, karena kolom merupakan beban tekan sehingga struktur kolom harus menahan beban tersebut [3].

Kolom merupakan komponen tekan sehingga keruntuhan pada satu kolom termasuk keadaan bahaya yang dapat menyebabkan *collapse* atau runtuh sehingga bagian lain yang berkaitan akan runtuh seluruh strukturnya [4]. Kolom berperan dalam menyalurkan beban di atasnya ke pondasi, sehingga perlu direncanakan bentuk dan ukuran kolom untuk menahan beban yang ada di atasnya. Semakin besar ukuran kolom maka semakin besar biaya serta durasi pengerjaan [5]. Perhitungan kolom pada penelitian ini menggunakan metode *Load and Resistance Factor Design* (LRFD) dengan SNI 2847-2019.

Load and Resistance Factor Design

Load and Resistance Factor Design (LRFD) adalah metode yang memungkinkan perhitungan eksplisit kondisi batas, faktor beban dan faktor hambatan. Metode *Load and Resistance Factor Design* digunakan dalam merencanakan struktur berdasarkan kekuatan batas [6]. Faktor hambatan digunakan untuk memprediksi kemungkinan kurangnya kekuatan struktur bangunan gedungan faktor beban digunakan untuk memprediksi kemungkinan adanya kelebihan beban [7].

Metode ini merupakan hasil penelitian dari *Advisory Task Force* yang dipimpin oleh T. V. Glambos. Perhitungan kekuatan nominal M_n dikaitkan dengan faktor pengurangan kapasitas (*under-capacity*) ϕ , yaitu bilangan yang lebih kecil dari 1,0 untuk memperhitungkan ketidakpastian besaran daya tahan [8].

Framework CodeIgniter

CodeIgniter adalah kerangka kerja yang dibuat dalam bahasa *PHP*. Format yang dibuat dapat dikembangkan lebih lanjut untuk membuat aplikasi berbasis web yang kompleks. *CodeIgniter* merupakan aplikasi *open source* dengan arsitektur *Model View Controller* (MVC) yang digunakan untuk membangun aplikasi berbasis web dinamis dengan cepat karena *class* dan modul yang dibutuhkan telah tersedia, sehingga memungkinkan *developer* untuk terus mengerjakan *website* yang dibuat tanpa adanya gangguan [9].

PHP

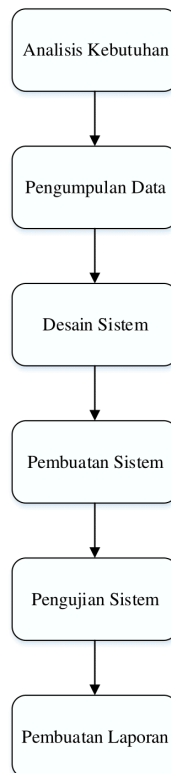
PHP adalah singkatan dari *PHP Hypertext Preprocessor* yaitu bahasa pemrograman berbasis web yang digunakan untuk pengembangan web dan menulis dokumen HTML (*Hypertext Markup Language*).

Visual Studio Code

Visual Studio Code adalah *software* atau perangkat lunak yang digunakan sebagai *editor* atau pembuatan kode yang dibuat oleh Microsoft untuk Windows, macOS dan Linux [10]. Dengan menggunakan Visual Studio Code pengguna akan merasa mudah dalam menggunakannya karena terdapat berbagai kelebihan dalam *software* ini misalnya gratis, performa cepat, tersedia fitur yang lengkap dan mendukung berbagai bahasa pemrograman (*JavaScript*, HTML, C, C Sharp, *Cascading Style Sheets*, dll)

METODE

Pada penelitian ini pembuatan Aplikasi Perhitungan Kolom Bangunan Beton menggunakan metode yang mengacu pada metode *Waterfall*. Adapun diagram alir metode penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

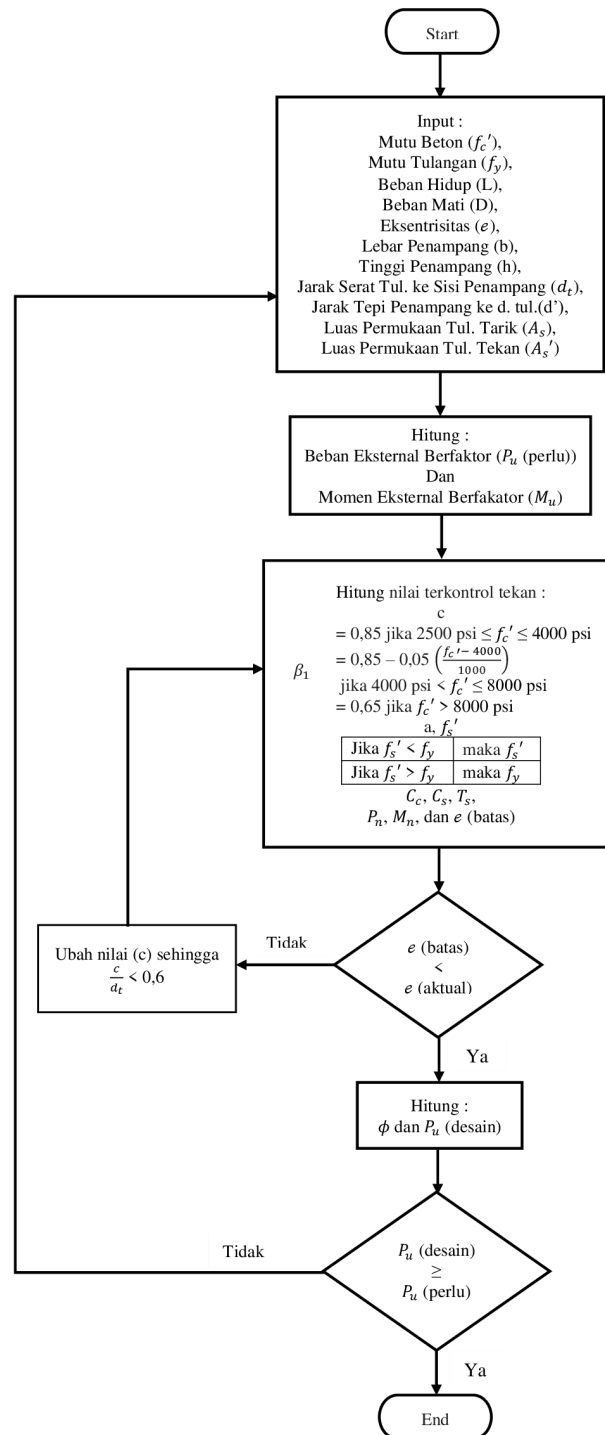


Gambar 1. Metode Penelitian *Waterfall*

Tahap pertama Analisis Kebutuhan yaitu mengumpulkan informasi serta spesifikasi mengenai sistem yang akan dibangun.

- A. Kebutuhan Fungsional merupakan kebutuhan, fungsi serta proses sistem digunakan.
 1. Menghasilkan laporan perhitungan yang telah dilakukan oleh *user*.
 2. Menghasilkan seluruh data *user* yang telah *register*.
- B. Kebutuhan Non-Fungsional merupakan batasan mengenai fungsi sistem serta kebutuhan yang digunakan untuk menggunakan sistem aplikasi perhitungan.
 1. *Hardware* dan *software* yang dapat digunakan untuk menjalankan sistem.
 2. *Username* dan *password* untuk mengakses Aplikasi Perhitungan Kolom Bangunan Beton serta melakukan pengecekan data berdasarkan level yang telah terdaftar.

Tahap kedua pengumpulan data yaitu penulis mengumpulkan referensi mengenai perhitungan kolom serta penggunaan *framework CodeIgniter* untuk membangun sebuah *website*. Tahap ketiga desain sistem yaitu penulis mulai merencanakan desain sistem yang akan dibangun untuk membuat aplikasi perhitungan, contohnya dalam sistem aplikasi perhitungan terdapat 3 (tiga) *stakeholder* dengan tugas atau bagian yang berbeda tiap *stakeholder*. Tahap keempat pembuatan sistem yaitu mulai membangun sistem sesuai dengan perencanaan. Tahap kelima pengujian sistem yaitu melakukan pengujian dengan melakukan beberapa percobaan menghitung kolom hingga menghasilkan hasil yang sesuai. Dan tahap terakhir yaitu pembuatan laporan yaitu menyusun laporan dari hasil implementasi sistem.



Gambar 2. *Flowchart* Sistem Perhitungan Kolom Bangunan Beton

Diagram alir sistem perhitungan kolom bangunan beton menggunakan metode LRFD ditunjukkan pada Gambar 2. Proses perhitungan kolom bangunan beton dimulai dari *user* melakukan *input* data perhitungan, kemudian sistem melakukan perhitungan beban eksternal berfaktor, momen eksternal berfaktor serta nilai terkontrol tekan berdasarkan data yang diambil dari *input* data pada tahap sebelumnya. Apabila hasil e (*batas*) $< e$ (*aktual*), maka sistem akan melanjutkan ke proses perhitungan ϕ dan P_u (*desain*). Namun, jika hasil e (*batas*) $> e$ (*aktual*), maka *user* perlu mengubah nilai kedalaman sumbu netral (c) lebih kecil dari nilai c sebelumnya sehingga $\frac{c}{d_t} < 0,6$. Setelah *user* melakukan *input* nilai kedalaman sumbu netral sistem akan melakukan perhitungan $\frac{c}{d_t}$ untuk pengecekan bahwa nilai $\frac{c}{d_t} < 0,6$. Hasil perhitungan P_u (*desain*) $< P_u$ (*perlu*), maka *user* perlu mengubah nilai lebar (b) dan tinggi (h) penampang kolom. Namun jika hasil perhitungan P_u (*desain*) $\geq P_u$ (*perlu*) maka perhitungan telah memenuhi syarat dan proses perhitungan selesai. Selanjutnya menunggu validasi dari *manager*, jika telah tervalidasi maka dapat melakukan pembuatan kolom sesuai dengan hasil perhitungan yang telah didapat.

Berikut ini rumus perhitungan yang digunakan dalam penelitian, yaitu:

$$P_u = 1,2D + 1,6L \dots\dots\dots (1)$$

$$M_u = P_u e \dots\dots\dots (2)$$

$$c = \frac{c}{d_t} \times d_t \dots\dots\dots (3)$$

$$a = \beta_1 c \dots\dots\dots (4)$$

$$f'_s = \epsilon'_s E_s = 87.000 \left(1 - \frac{d'}{c}\right) \leq f_y \dots\dots\dots (5)$$

$$P_n = C_c + C_s - T_s \dots\dots\dots (6)$$

$$C_c = 0,85 f'_c b a \dots\dots\dots (7)$$

$$C_s = A'_s f'_s \dots\dots\dots (8)$$

$$T_s = A_s f_y \dots\dots\dots (9)$$

$$M_n = C_c \left(\bar{y} - \frac{a}{2}\right) + C_s (\bar{y} - d') + T_s (d_t - \bar{y}) \dots\dots\dots (10)$$

$$e_c (\text{batas}) = \frac{M_n}{P_n} \dots\dots\dots (11)$$

$$\phi = 0,65 + 0,25 \left(\frac{1}{\frac{c}{d_t}} - \frac{5}{3}\right) \dots\dots\dots (12)$$

$$P_u (\text{desain}) = \phi P_n \dots\dots\dots (13)$$

$$\frac{c}{d_t} \dots\dots\dots$$

(14)

Dengan :

P_u = beban eksternal berfaktor (lb)

D = beban mati (lb)

L = beban hidup (lb)

M_u = momen eksternal berfaktor (lb-inchi)

e = eksentrisitas (inchi)

c = kedalaman sumbu netral (inchi)

d_t = jarak serat tulangan ke sisi penampang (inchi)

a = kedalaman blok tekan (inchi)

f'_s = tegangan baja tekan (psi)

d' = jarak tepi penampang ke diameter tulangan (inchi)

f_y = mutu tulangan (psi)

P_n = gaya tahanan aksial nominal (lb)

M_n = momen tahanan nominal (lb-inchi)

C_c, C_s, T_s = gaya internal (lb)

f'_c = mutu beton (psi)

b = lebar penampang kolom (inchi)

$\bar{y} = \frac{h}{2} = h$ = tinggi penampang kolom (inchi)

A'_s = luas permukaan tulangan tekan (inchi²)

A_s = luas permukaan tulangan tarik (inchi²)

P_u (*desain*) = beban aksial desain (lb)

ϕ = faktor reduksi-kekuatan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Aplikasi Perhitungan Kolom Bangunan Beton

Hasil penelitian pembuatan Aplikasi Perhitungan Kolom Bangunan Beton yaitu seperti pada Gambar 3. Gambar tersebut merupakan halaman yang berisi tabel yang menyajikan data yang telah *diinputkan* oleh *user* di awal perhitungan serta hasil perhitungan yang telah tervalidasi ditandai dengan hasil akhir perhitungan P_u (*desain*) > P_u (*perlu*) yang berwarna hijau dan muncul tabel dengan isi “*Calcuted by Raden Ajeng, Validated by Nia dan Validated on 27 July 2023*”. Hasil perhitungan tersebut dapat diunduh dan *diprint* sebagai laporan bahwa telah melakukan perhitungan dengan hasil yang memenuhi syarat (ditandai dengan tulisan berwarna hijau).

APLIKASI PERHITUNGAN KOLOM BANGUNAN BETON

PT. RATNA CONSTRUCTION
 Perhitungan Kolom Bangunan Beton Resep: SNI 2847:2019
 Jalan Wijung Indah 2, Surabaya-Jawa Timur

Data Input												
No	f_c' (Psi)	f_y (Psi)	L (lb)	D (lb)	e (inchi)	b (inchi)	h (inchi)	d_1 (inchi)	d' (inchi)	ρ	A_s (inchi ²)	A_s' (inchi ²)
1	4000	60000	160000	85000	16	20	20	17.5	2.5	0.0143	5.01	5.01

Hasil Perhitungan												
No	P_u (perlu)	M_u	Terkontrol Tekan Batas									
			c	a	f_c'	C_c	C_s	T_c	P_n	M_n	e_n (batas)	
1	358000	5728000	10.5	8.925	60000	606900	300600	300600	606900	7869710	12.97	

Hasil Perhitungan		
No	α	P_u (desain)
1	0.65	394485

Tahap 3 : Hitung P_u desain

- P_u (desain) = $\alpha \times P_n$
- $\alpha = 0.65 + 0.25 \left(\frac{1}{f_c'} - 5/3 \right)$
- $\alpha = 0.65 + 0.25 \left(\frac{1}{4000} - 5/3 \right)$
- $\alpha = 0.65$
- P_n (desain) = $\alpha \times P_n$
- P_u (desain) = 0.65×606900
- P_u (desain) = 394485 lb

Sehingga, P_u (desain) = 394485 lb > P_u (perlu) = 358000 lb

Note :

- f_c' = Mutu Beton
- f_y = Mutu Tulangan
- L = Beban Hidup
- D = Beban Mati
- e = Eksentrisitas
- b = Lebar Penampang Kolom
- h = Tinggi Penampang Kolom
- d_1 = Jarak Serat Tul. ke Sisi Penampang
- d' = Jarak Taji Penampang ke Diameter Tul.
- A_s = Luas Permukaan Tul. Tarik
- A_s' = Luas Permukaan Tul. Tekan
- c (asumsi) = Kedalaman Sumbu Netral

Calculated by Raden Ajeng
 Validated by Nia
 Validated on 27 July 20

Gambar 3. Aplikasi Perhitungan Kolom Bangunan Beton

KESIMPULAN

Pada Aplikasi Perhitungan Kolom Bangunan Beton berbasis *website* ini, *user* hanya *menyinputkan* data perhitungan yang diperlukan sebelum sistem melakukan perhitungan kolom, seperti nilai beban beton, penampang kolom, rasio tulangan dan kedalaman sumbu netral (jika diperlukan). Kemudian sistem akan melakukan perhitungan serta menampilkan detail perhitungan setiap tahapnya. Jika hasil perhitungan telah memenuhi syarat dan telah divalidasi maka dapat melakukan pembuatan kolom sesuai dengan perencanaan yang telah dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Ria, *SYMFONY FULLSTACK PHP FRAMEWORK*, Cetakan Pe. CV. ASFA Solution, 2014.
- [2] D. Apriansani Budiman, D. Maulana Nugraha, and S. Mardira Indonesia, "APLIKASI RAPORT ONLINE BERBASIS WEB MENGGUNAKAN FRAMEWORK CODEIGNITER (Studi Kasus di SMK ANGKASA 1 MARGAHAYU)," *J. Comput. Bisnis*, vol. 13, no. 2, pp. 112–121, 2019.
- [3] A. K. Daulay, "ANALISA TULANGAN PENGEKANG KOLOM DENGAN PEMASANGAN BERTUMPUK," 2017.
- [4] J. T. Kaontole, M. D. J. Sumajouw, and R. S. Windah, "Evaluasi Kapasitas Kolom Beton Bertulang yang Diperkuat dengan Metode Concrete Jacketing," *J. Sipil Statik*, vol. 3, no. 3, pp. 167–174, 2015, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/8151>
- [5] R. P. Rizki, "Studi Analisis Perbandingan Biaya Dan Durasi Pengerjaan Kolom Setebal Dinding Dengan Kolom Persegi Biasa Untuk Rumah 2 Lantai," pp. 1–4, 2016, [Online]. Available: <http://scholar.unand.ac.id/18075/>
- [6] V. Anggriawan, "Perencanaan Struktur Baja Castella Menggunakan Metode Load And Resistance Factor Design (LRFD) Pada Struktur Gable Frame Di Pembangunan Pasar Modern Pelaihari, Banjarmasin," *Skripsi*, no. 2, pp. 1–23, 2016.

- [7] I. W. Giatmajaya, I. G. O. Darmayasa, and N. K. S. Astaty Sukawati, "Perencanaan Struktur Komposit Baja-Beton Dengan Metode Lrfd (Load And Resistance Factor Design) Ruang Kelas Lantai Iii Smk Pariwisata Labuan Bajo – Flores – Ntt," *J. Ilm. Vastuwidya*, vol. 3, no. 2, pp. 52–61, 2020, doi: 10.47532/jiv.v3i2.214.
- [8] H. RAMADHAN, "Studi Analisis Perbandingan Baja Profil Wf (Wide Flange) Menggunakan Metode Allowable Stress Design (Asd) Dan Load And Resistance Factor Design (Lrfd) Dengan Model Struktur Gable Frame Pada Relokasi Pasar Blimbing Malang," *J. Chem. Inf. Model.*, pp. 1–132, 2014.
- [9] D. Prabowo, "Website e-commerce Menggunakan Model View Controller (MVC) Dengan Framework CodeIgniter Studi Kasus : Toko Miniatur," *J. Ilm. DASI*, vol. 16, no. 1, pp. 23–29, 2015.
- [10] T. A. Wahyuda, "Enkripsi Pesan Teks Menggunakan Algoritma Caesar dan Base64 Encrypt Text Messages Using Caesar dan Base64 Algorithms," Universitas Mercu Buana Yogyakarta, 2014. [Online]. Available: <http://eprints.mercubuana-yogya.ac.id/id/eprint/2513/9/BAB II.pdf>