

PERBANDINGAN *MAINTAINABILITY*, *FLEKSIBILITY*, *TESTABILITY* PADA *CMS OPEN SOURCE E-COMMERCE*

Rini Anggrainingsih^{1*}, Aren Dwipa Pangastuti Suryono¹, Umu Amanah Nur Rohmawati¹

¹Program Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A Kentingan Surakarta 57126

*Email : rini.anggrainingsih@staff.uns.ac.id

Content Management System (CMS) open source banyak digunakan dalam website e-commerce. CMS open source e-commerce tumbuh semakin canggih dan lebih kompetitif. Artikel ini berisi perbandingan kualitas software dari top three CMS open source e-commerce yaitu Magento, Woocommerce, dan OpenCart. perbandingan dilakukan terhadap kualitas revision software yaitu maintainability, fleksibility, dan testability. Kualitas revision diuji sebab maintenance dan testing merupakan proses yang sangat penting dalam pembuatan sebuah software dan memerlukan banyak resource. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan phpmetric untuk menghitung maintainability index, afferent coupling, efferent coupling, lack of cohesion method, cyclomatic complexity. Tujuan dari penulisan artikel ini adalah untuk menentukan open source e-commerce terbaik dalam proses maintenance, adaptasi, dan modifikasi. Hasil menunjukkan bahwa magento memiliki kemampuan terbaik untuk maintenance, testing, dan perubahan kode dibandingkan Woocommerce dan Opencart, dimana nilai maintainability indexnya 111,36, afferent coupling 0,826, efferent coupling 1,83, Lack of cohesion method 2,10 dan Cyclomatic Complexity 11,02.

Keywords— Content Management System, E-Commerce, Kualitas Revision software, Maintenance, Opensource.

I. PENDAHULUAN

Electronic commerce atau disingkat *e-commerce* merupakan aktifitas *buying* (pembelian), *selling* (penjualan) dan *exchanging of product* (penukaran produk) baik berupa *service* maupun informasi melalui suatu jaringan komputer yaitu *internet* [1]. *Content management system* (CMS) adalah suatu perangkat lunak yang digunakan untuk mengelola content suatu website [2]. Ada ratusan CMS *e-commerce* yang saat ini beredar dipasaran dan diantaranya merupakan *software opensource* [3].

Pertumbuhan teknologi *opensource* tergolong tinggi, di ASEAN untuk sektor jasa keuangan saja pengadopsian open source telah bertumbuh sebesar 7,5 persen pada tahun 2016. Hal ini diprediksi akan terus berkembang menjadi lebih kompetitif, lebih canggih dan menghadirkan pelayanan yang lebih baik [4]. Sedangkan survey yang dilakukan oleh [5] menemukan bahwa 78 persen perusahaan telah menggunakan *software open source*, namun sebagian besar perusahaan tersebut kurang memperhatikan pengelolaan software yang digunakannya. *Opensource* banyak dipilih karena *free* dan menyediakan *option* yang dapat disesuaikan menurut kebutuhan pengguna. Berdasarkan hal tersebut software yang dipilih untuk diuji adalah *software open source*.

Survey yang dilakukan [6] menunjukkan bahwa Magento, OpenChart, dan Woocommerce merupakan *Top tree CMS e-commerce opensource* yang paling banyak

digunakan oleh *website e-commerce* dengan presentase sebagai berikut: Woocommerce (34.8%), Magento (33.4%), dan Opencart (6.3%). Berdasarkan hal tersebut *CMS e-commerce opensource* yang dipilih adalah Magento, OpenChart, dan Woocommerce.

Dalam industri *software* saat ini masalah *maintenance software* menjadi topik yang sering dibahas, sebab *maintenance* dan *testing software* merupakan proses penting yang menentukan kualitas dari suatu software. *Maintenance* dan *testing* memerlukan banyak sumber daya, setidaknya menghabiskan sepertiga sumber daya yang diperlukan dalam pembuatan suatu software. Membuat *software* yang mudah dalam *maintenance*, perubahan *code*, dan *testing* akan menghemat banyak pengeluaran. Software yang mudah dimaintenance, mudah dimodifikasi, dan mudah ditesting adalah software yang memiliki kualitas *revision* yang baik. Faktor kualitas revision diantaranya *maintainability*, *fleksibility*, dan *testability*. *Maintainability* software dapat diukur menggunakan *maintainability index* [7]. Menurut McCall subfaktor dari *fleksibility* adalah *modularity*, *generality*, *self-descripness*, dan *simplicity*. Mengukur nilai fleksibilitas suatu *software* dapat dilakukan dengan mengukur subfaktor *modularity* dan *simplicity*. *Modularity* dapat diukur melalui *cohesion* dan *coupling* [8]. Mengukur *testability* dapat dilakukan dengan mengukur kompleksitas suatu *software*. Kompleksitas software diukur dengan *cyclomatic complexity* [9].

Terdapat banyak automated testing tool yang dapat digunakan untuk mengukur kualitas revisi dari suatu software. Faktor kualitas revisi yang diukur yaitu *maintainability*, *flexibility*, dan *testability*, yang ditentukan oleh parameter *maintainability index*, *afferent coupling*, *efferent coupling*, *cyclomatic complexity*, dan *lack of cohesion method*. Sedangkan dari ketiga *software* yang diuji yaitu Magento, opencart, dan woocommerce semuanya ditulis dalam bahasa pemrograman PHP sehingga diperlukan tool yang dapat menganalisis *source code* yang menggunakan bahasa pemrograman PHP. Dari paparan tersebut, maka tool yang digunakan adalah phpmetric.

Perbandingan CMS *e-commerce* sebelumnya sudah pernah dilakukan berdasarkan beberapa aspek yaitu *hosting*, *installation*, *performace*, *support/community*, *content management*, *add-on module* dan *feature* yaitu untuk membandingkan antara Jomla (VirtueMart), Drupal (Uberchart), dan Magento [10]. Hasil yang diperoleh adalah VirtueMart dan Uberchart cocok digunakan pada toko kecil dan menengah, sedangkan Magento baik digunakan untuk toko besar yang berisikan ribuan produk. Pengukuran *maintainability* dan *flexibility* *software* menggunakan phpmetric telah dilakukan untuk membandingkan learning management system yaitu Moodle, ILIAS, dan Atutor [11]. Dari hasil pengukuran didapat hasil bahwa tingkat *maintainability* dan *flexibility* Moodle lebih baik daripada ILIAS dan Atutor.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan *software quality asurance revision factor* (*maintainability*, *flexibility*, dan *testability*) dari tiga CMS *e-commerce* opensource yaitu Magento versi 1.9.3.2, Openchart versi 2.3.0.3rc, dan Woocommerce versi 3.1.0. Pengukuran *software quality asurance revision factor* menggunakan *automated software testing* yaitu phpmetric versi 1.0.0. Perbandingan *software quality asurance revision factor* bertujuan untuk memperkirakan potensi kesulitan dalam *maintenance*, *modification*, dan *adaptation* dari suatu sistem yang menggunakan CMS *e-commerce* opensource.

II. DASAR TEORI

A. Maintainability Index

Maintainability index merupakan *software metric* yang digunakan untuk mengukur tingkat *maintainability* suatu *software* (seberapa mudah *maintenance*, *mensupport* dan merubah *source code* dari suatu *software*) [7]. *Maintainability index* diukur dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Rumus original [12]

$$MI = 171 - 5.2 * \ln(HV) - 0.23 * (CC) - 16.2 * \ln(LOC)$$

(1)

Rumus turunan yang digunakan oleh Phpmetrics [13]

$$MI = 171 - 5.2 * \log(HV) - 0.23 * (CC) - 16.2 * \log(LOC) +$$

$$50 * \sin(\sqrt{2.4 * CLOC / LOC})$$

(2)

Dengan:

MI = *Maintainability Index*

HV = *Halstead Volume*

CC = *Cyclomatic Complexity*

LOC = *Line of code*

CLOC = *Comment Lines of Code*

Semakin tinggi nilai *maintainability* suatu *code* maka akan semakin mudah suatu *software* untuk *dimaintenance*. Phpmetric menggunakan *score* dari angka 0 - 118 untuk nilai *maintainability index*. Status *maintainability software* menurut phpmetric dibagi menjadi tiga [14] yaitu:

- < 64 : Status *maintainability* rendah, *project* memiliki kesalahan teknis yang *critical* atau fatal.
- 65-84 : Status *maintainability* sedang, terdapat *problem/masalah* pada *project* namun tidak terlalu serius.
- > 85: Status *maintainability* tinggi, *project* termasuk dalam kondisi baik.

B. Fleksibilitas

Fleksibilitas pada *software* merupakan properti dari *software* yang mendefinisikan seberapa mudah suatu *software* diubah tanpa mengalami kerusakan [15]. Mengukur *flexibility* suatu *software* dapat dilakukan dengan mengukur *modularity* dan *simplicity*. *Modularity* ditentukan oleh *cohesion* dan *coupling*. *Cohesion* menunjukkan keterkaitan antara fungsi-fungsi yang ada pada suatu modul, sedangkan *coupling* menunjukkan ketergantungan suatu modul terhadap modul lainnya. *Software* dikatakan memiliki *modularity* yang baik apabila memiliki *cohesion* yang tinggi dan *coupling* yang rendah [8]. Phpmetric mengukur *cohesion* dengan LCOM (*Line of Cohesion Method*) sedang untuk mengukur *coupling* diukur dengan *Afferent Coupling* dan *Efferent Coupling*. *Afferent coupling* menunjukkan jumlah relasi antar kelas dalam satu package, sedangkan *efferent coupling* menunjukkan jumlah relasi antar kelas dalam package yang berbeda. Semakin tinggi jumlah relasinya maka kompleksitas akan naik dan *source code* menjadi sulit dimodifikasi [16]. *simplicity* menunjukkan kompleksitas suatu *software*, dalam phpmetric kompleksitas diukur dengan *cyclomatic complexity*. Nilai *cyclomatic complexity* suatu *software* yang besar menandakan tingginya jumlah alur kontrol dalam suatu modul sehingga kompleksitas *software* tersebut menjadi besar.

C. Testability

Testability merupakan salah satu faktor penentu kualitas suatu *software*. Definisi *testability* secara umum adalah seberapa mudah untuk melakukan *testing* pada suatu *software*. Semakin rendahnya nilai *testability* suatu *software* menunjukkan semakin sulit dalam melakukan

testing dan maintenance suatu software. Testability menjadi faktor penting yang menentukan banyaknya waktu dan effort yang diperlukan untuk melakukan testing software [17]. Faktor-faktor yang mempengaruhi testability diantaranya modifiability, simplicity, understandability, fleksibility, complexity, self-descriptiveness dan modularity [18]. Developer software biasanya mengaitkan pengukuran complexity dengan banyaknya resource yang harus dialokasikan untuk testing. Semakin tinggi nilai complexity maka semakin sulit suatu software untuk dimengerti, semakin sulit menemukan error, dan tentu saja mempersulit dalam proses testing [9].

D. Phpmetrics

Phpmetric merupakan automated testing tool yang dapat dipergunakan untuk menghitung kualitas software yang dibuat dengan bahasa pemrograman PHP serta menampilkan hasil perhitungan tersebut dalam tabel, grafik, maupun ilustrasi [19]. Phpmetric memiliki banyak sekali jenis pengukuran software, beberapa diantaranya adalah sebagai berikut [16]:

- Maintainability Index : mengukur tingkat maintainability suatu software
- Lack of Cohesion Method : menghitung jumlah dari method-method berbeda dalam suatu kelas yang menggunakan variabel dalam kelas tersebut
- Cyclomatic Complexity : menghitung kompleksitas suatu program dengan mengukur banyaknya alur kontrol dalam suatu modul

III. METODOLOGI

Pengukuran maintainability, fleksibility, dan testability pada opensource CMS e-commerce melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

1) Mendownload source code CMS e-commerce opensource diantaranya Magento versi 1.9.3.2, Openchart versi 2.3.0.3rc, dan Woocommerce versi 3.1.0. Source code didownload melalui github.

2) Source code dari setiap CMS e-commerce opensource yang didownload dianalisis menggunakan phpmetrics. Hasil analisis dengan phpmetric berupa report file html, dan untuk mengenerate report tersebut dilakukan dengan cara:

- Menginstal composer
- Mendownload phpmetric.phar dan menyimpannya pada lokasi tertentu.
- Menggetikkan perintah pada command prompt sebagai berikut
`php phpmetric.phar --report-html=file_report_name.html location/of/your/sourcecode`
- Report akan digenerate dan disimpan secara otomatis dilokasi tempat phpmetrics.phar disimpan.

Dikarenakan batasan memory dari PHP, maka untuk menganalisis source code dari setiap CMS e-commerce opensource harus dibagi kedalam beberapa folder dan dianalisis secara terpisah masing-masing folder.

3) Hasil report yang didapat pada tahap 2 dipindahkan kedalam Ms.excel kemudian mencari rata-rata nilai Maintainability Index, Afferent Coupling, Effrent Coupling, Line of Cohesion Method, Cyclomatic Complexity dari setiap file berkeestensi .php yang ada pada CMS e-commerce opensource.

IV. PEMBAHASAN

A. Source code CMS

Dalam melakukan pengujian, terdapat tiga buah open source e-commerce yang diuji diantaranya Magento, Opencart, dan Woocommerce. Adapun rincian dari opensource yang diunduh dapat dilihat pada Tabel I

TABEL I
RINCIAN SOURCE CODE CMS YANG DIUJI

CMS	Laman Download	Versi	Ukuran file
Magento	https://github.com/magento ,	1.9.3.2	35,3 MB
Opencart	https://github.com/opencart/opencart ,	2.3.0.3	12,3 MB
Woocommerce	https://github.com/woocommerce/woocommerce	3.1.0	2,36 MB

B. Menjalankan PhpMetrics

Dalam melakukan analisa faktor maintainability, testability, dan fleksibility dari ketiga open source e-commerce (Magento, Opencart, dan Woocommerce), digunakan sebuah automated software quality tool PhpMetrics. PhpMetrics merupakan tool yang akan mengecek semua file bertipe php.

Adapun contoh salah satu rincian hasil pengujian software menggunakan phpmetrics dapat dilihat pada Gbr. 1. Dimana Gbr. 1 merupakan rincian pengujian pada folder catalog open source opencart.

Name	LOC	LOC/W	LOC/W	LOC/W	LOC/W	LOC/W	LOC/W	LOC/W	LOC/W	LOC/W	LOC/W	LOC/W	LOC/W	LOC/W	LOC/W	LOC/W	LOC/W	LOC/W
Root	137,445																	
Admin	55,90827303																	
Catalog	64,26747368																	
Install	70,47425																	
System	52,73981818																	
Rata-Rata	59.76																	

TABEL III
HASIL PENGUKURAN MAINTAINABILITY PADA SOFTWARE
OPENCART 2.3.0.3

Folder	Index Maintainability (MI)
Root	137,445
Admin	55,90827303
Catalog	64,26747368
Install	70,47425
System	52,73981818
Rata-Rata	59.76

Gbr. 1 Rincian Pengujian yang dilakukan pada Folder Catalog Opencart

C. Analisa Hasil Pengujian

1) Maintainability Index

Hasil pengukuran *maintainability index* untuk setiap software *opensource CMS e-commerce* yang diukur dengan phpMetrics ditunjukkan pada Tabel II, Tabel III, dan Tabel IV. Dimana pada Tabel II ditunjukkan hasil pengukuran *maintainability index* pada software Magento. Pada Tabel III ditunjukkan hasil pengukuran *maintainability index* pada software Opencart. Pada Tabel IV ditunjukkan hasil pengukuran *maintainability index* pada software Woocommerce.

Dalam pengukuran *maintainability*, pada setiap folder yang diuji memiliki *index maintainability* yang menunjukkan mudah tidaknya suatu *open source* untuk *dimaintain*. Nilai ini didapat dari perhitungan rumus turunan yang digunakan oleh Phpmetrics seperti pada rumus(2).

Tabel II menunjukkan hasil pengukuran *Maintainability* di setiap folder utama pada software Magento versi 1.9.3.2 Dimana analisis dilakukan pada folder app, downloader, error, include, js, lib, shell, dan file yang berada di luar folder-folder utama yang diberi nama folder "root".

TABEL II
HASIL PENGUKURAN MAINTAINABILITY PADA SOFTWARE
MAGENTO 1.9.3.2

Folder	Index Maintainability (MI)
Root	86.274
App	119.159
downloader	118.935
errors	107.517
includes	220.73
Js	85.42
Lib	96.642
shell	453.5

Tabel III menunjukkan hasil pengukuran *maintainability* di setiap folder utama pada software Opencart versi 2.3.0.3. Dimana analisis dilakukan pada folder Admin, Catalog, install, system, dan file yang berada di luar folder-folder utama yang diberi nama folder "root".

Tabel IV menunjukkan hasil pengukuran *maintainability* di setiap folder utama pada software Woocommerce versi 3.10. Dimana analisis dilakukan pada folder i18n, include, template, dan file yang berada di luar folder-folder utama yang diberi nama folder "root".

TABEL IV
HASIL PENGUKURAN MAINTAINABILITY PADA SOFTWARE
WOOCOMMERCE 3.10

Folder	Index Maintainability (MI)
Root	58,17
i18n	108,888
Include	76,994
Template	111,605
Rata-Rata	87,625

Berdasarkan hasil pengukuran ketiga software yaitu Magento, opencart dan Woocommerce didapatkan nilai rata-rata pada setiap software yang ditunjukkan pada Tabel V. Dimana Tabel V menunjukkan hasil pengukuran rata-rata *maintainability index* untuk setiap CMS adalah sebagai berikut:

- Magento
Hasil pengukuran rata-rata nilai *maintainability index* adalah 111,36 yang artinya Magento memiliki nilai *maintainability* yang tinggi (Sulit *dimaintenance*).
- Openchart
Hasil pengukuran rata-rata nilai *maintainability index* adalah 59,76 yang artinya Open chart memiliki nilai *maintainability* yang rendah (mudah *dimaintenance*).
- Woocommerce
Hasil pengukuran rata-rata nilai *maintainability index* adalah 87,63 yang artinya Woocommerce memiliki nilai *maintainability* yang tergolong tinggi.

TABEL V
HASIL RATA-RATA DARI PENGUJIAN MAINTAINABILITY

Software (CMS e-commerce)	Maintainability Index (MI)
Magento	111,36
Opencart	59,76
Woocommerce	87,63

TABEL VII
HASIL PENGUKURAN SIMPLICITY

Software (CMS e-commerce)	Cyclomatic Complexity
Magento	11,02
Opencart	18,82
Woocommerce	29

V. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengukuran dan perbandingan yang telah dilakukan, diketahui bahwa software Magento memiliki nilai *Index Maintainability* sebesar 111,36. *Afferent Coupling* (AC) sebesar 0,826, *Efferent Coupling* (EC) sebesar 1,83 *Lack Of Cohesion of Method* (LCOM) sebesar 2,10 dan *Cyclomatic Complexity* sebesar 11,02.

Software opencart memiliki nilai *Index Maintainability* sebesar 59,76. *Afferent Coupling* (AC) sebesar 0,07, *Efferent Coupling* (EC) sebesar 0,24, *Lack Of Cohesion of Method* (LCOM) sebesar 0,71 dan *Cyclomatic Complexity* sebesar 18,82.

Sedangkan software woocommerce memiliki nilai *Index Maintainability* sebesar 87,63. *Afferent Coupling* (AC) sebesar 0,741, *Efferent Coupling* (EC) sebesar 1,321, *Lack Of Cohesion of Method* (LCOM) sebesar 3,669 dan *Cyclomatic Complexity* sebesar 29.

Sehingga dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa Magento mudah di *maintain* dengan nilai, mudah di tes (*testability*), dan mudah dimodifikasi (*fleksibility*) dibandingkan Opencart dan Woocommerce.

REFERENSI

- [1] M. Dhakate, "Study of Content Management System (CMS) for Developing E-Commerce Websites," *Indian J. Appl. Res.*, vol. 5, no. 8, pp. 456–458, 2015.
- [2] M. Fakhriza *et al.*, "Aplikasi Content Management System (Cms) Pada Joomla Untuk Membuat Web Service," no. 9, pp. 11–13.
- [3] M. Shaikh and V. Fegade, "Modeling Essentials of Content Management System (CMS) for Web-Based MIS Application," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 132–136, 2012.
- [4] Pressreader, "Inovasi Open Source di ASEAN," *www.pressreader.com*, 2017. [Online]. Available: <https://www.pressreader.com/indonesia/info-komputer/20170207/281513635897546>. [Accessed: 16-Jun-2017].
- [5] S. J. Vaughan-Nichols, "It's an open-source world: 78 percent of companies run open-source software," *zdnet.com*, 2015. [Online]. Available: <http://www.zdnet.com/article/its-an-open-source-world-78-percent-of-companies-run-open-source-software/>. [Accessed: 15-Jun-2017].
- [6] BuiltWith, "Open Source Usage-Statistics for websites using Open Source technologies," *trends.builtwith.com*, 2017. [Online]. Available: <https://trends.builtwith.com/shop/open-source>. [Accessed: 09-Jun-2017].
- [7] N. M. A. M. Najm, "Measuring Maintainability Index of a Software Depending on Line of Code Only," vol. 16, no. 2, pp. 64–69, 2014.
- [8] M. Ghasemi, S. M. Sharafi, and A. Arman, "Towards an Analytical Approach to Measure Modularity in Software Architecture Design," *J. Softw.*, vol. 10, no. 4, p. 465, 2015.
- [9] K. W. M. & J. E. P. J.M. Voas, "A comparison of a dynamic software testability metric to static cyclomatic complexity," *Trans.*

D. Pengukuran Modularity

Hasil pengukuran *Modularity* didapat dari hasil subfaktornya. Dimana subfaktor *Modularity* adalah *Cohesion* dan *Coupling*. Software dikatakan memiliki *modularity* yang baik apabila memiliki nilai *cohesion* yang tinggi dan nilai *coupling* yang rendah. Tabel VI menampilkan nilai *cohesion* dan *coupling* pada software Magento, Opencart, dan Woocommerce yang telah diuji.

Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa Magento memiliki nilai *Afferent coupling* = 0,826, *Efferent Coupling* = 1,83, dan *cohesion*= 2,10. Opencart memiliki nilai *Afferent coupling* = 0,07, *Efferent Coupling* = 0,24, dan *cohesion* = 0,71. Sedangkan Woocommerce memiliki nilai *Afferent coupling* = 0,741, *Efferent Coupling* = 1,321, dan *cohesion* = 3,669.

Software dikatakan memiliki *modularity* yang baik apabila memiliki *cohesion* yang tinggi dan *coupling* yang rendah [8]. Dari hasil pengukuran *cohesion* dan *coupling*, didapat woocommerce dan magento memiliki nilai *cohesion* yang tinggi dan *coupling* yang rendah. Hal ini berbeda dengan software opencart yang memiliki *coupling* dan *coheren* yang rendah. Sehingga woocommerce dan magento memiliki *modularity* yang baik.

TABEL VI
HASIL PENGUKURAN MODULARITY

Software (CMS e-commerce)	Afferent Coupling (AC)	Efferent Coupling (EC)	Lack Of Cohesion of Method (LCOM)
Magento	0,826	1,83	2,10
Opencart	0,07	0,24	0,71
Woocommerce	0,741	1,321	3,669

E. Pengukuran Simplicity

Semakin tinggi nilai *Cyclomatic Complexity* (CC) semakin semakin kompleks suatu software (*simplicity* tinggi) [9]. Tabel VII menampilkan hasil pengukuran *simplicity* dari software Magento, Opencart, dan Woocommerce. Dimana software Magento memiliki kompleksitas = 11,02 yang termasuk dalam kategori rendah, software Opencart memiliki kompleksitas = 18,82 yang termasuk dalam kategori sedang, dan Woocommerce memiliki kompleksitas =29 yang termasuk dalam kategori tinggi. Sehingga diketahui bahwa magento memiliki nilai *complexity* yang paling rendah dibanding Opencart dan Woocommerce.

- Inf. Commun. Technol.*, vol. 8, 1994.
- [10] S. Arabia and S. Arabia, "COMPARING E-COMMERCE CONTENT MANAGEMENT," vol. 53, no. 3, 2013.
- [11] R. Anggrainingsih, "Comparison of Maintainability and Flexibility on Open Source LMS," pp. 273–277, 2016.
- [12] D. Coleman, D. Ash, B. Lowther, and P. Oman, "Using metrics to evaluate software system maintainability," *Computer (Long Beach. Calif.)*, vol. 27, no. 8, pp. 44–49, 1994.
- [13] Steve Pavarno, "metric documentation: first experiment #241," *github.com*, 2017. [Online]. Available: <https://github.com/phpmetrics/PhpMetrics/pull/241/files>. [Accessed: 13-Jun-2017].
- [14] J.-F. Lépine, "How to understand the PhpMetrics' metrics," *phpmetrics.org*, 2015. [Online]. Available: <http://www.phpmetrics.org/documentation/how-to-understand-metrics.html>. [Accessed: 09-Jun-2017].
- [15] L. Shen and S. Ren, "Analysis and measurement of software flexibility based on flexible points," pp. 331–341, 1990.
- [16] J.-F. Lépine, "Metrics of PhpMetrics," *phpmetrics.org*, 2015. [Online]. Available: <http://www.phpmetrics.org/documentation/index.html>. [Accessed: 13-Jun-2017].
- [17] D. R. S. Abdullah, Dr. M.H. Khan, "FLEXIBILITY : A KEY FACTOR TO," *Int. J. Softw. Eng. Appl.*, vol. 6, no. 1, pp. 89–99, 2015.
- [18] M. H. Khan and R. Srivastava, "MEASUREMENT MODEL FOR OBJECT ORIENTED DESIGN (TMMOOD)," vol. 7, no. 1, pp. 153–163, 2015.
- [19] P. Aba, "phpmetrics of popular php projects," *peteraba.com*, 2014. [Online]. Available: <https://peteraba.com/blog/phpmetrics-of-popular-projects/>. [Accessed: 16-Jun-2017].