

PENGATURAN TEKANAN GLOVE BOX - 101 SEBAGAI PERSYARATAN CRUSHING AND SIEVING PADA PROSES KONVERSI *YELLOW CAKE* MENJADI SERBUK UO_2

Triarjo¹⁾, Sugeng Rianto²⁾, Edy Muljono³⁾

Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir

Badan Tenaga Nuklir Nasional, Serpong, Banten Indonesia, 15313

triarjo@batan.go.id

ABSTRAK

Pilot Conversion Plant (PCP) adalah instalasi pilot pembuatan serbuk UO_2 . *Yellow cake* yang berasal dari uranium alam diolah menjadi serbuk UO_2 melalui beberapa proses. Proses seksi 100 adalah proses untuk melakukan penimbangan, pengangkutan, *Crusshing*(pelumatan), dan *sieving*(pengayakan) *yellow cake*. Proses *crusshing* dan *sieving yellow cake* dilakukan didalam glove Box GB.101. Diperlukan pengaturan tekanan pada glove Box sebagai persyaratan proses *crusshing* dan *sieving* untuk menjamin keselamatan operator terhadap bahaya kontaminasi. Metode pengaturan tekanan dilakukan dengan cara mengatur posisi *open/close* pada katub *depressurised*, memutar bagian pengatur (*just*) pada *pressure switch* dan mengatur katub *over/low* tekanan pada glove box secara bergantian untuk mendapatkan tekanan hisapan udara didalam *glove box* sesuai Batasan kondisi operasi (BKO) yang dipersyaratkan pada sistem glove box yaitu tekanan $-5 \text{ mmH}_2\text{O}$ sampai dengan $-15 \text{ mmH}_2\text{O}$. Dari hasil pengaturan tekanan yang dilakukan, sistem pengaturan tekanan pada glove Box GB.101 dapat berfungsi dengan baik dan dapat dilakukan proses *crusshing* dan *sieving* sesuai dengan batasan keselamatan yang dipersyaratkan.

Kata kunci - *pengaturan, crusshing, sieving, pressure switch.*

ABSTRACT

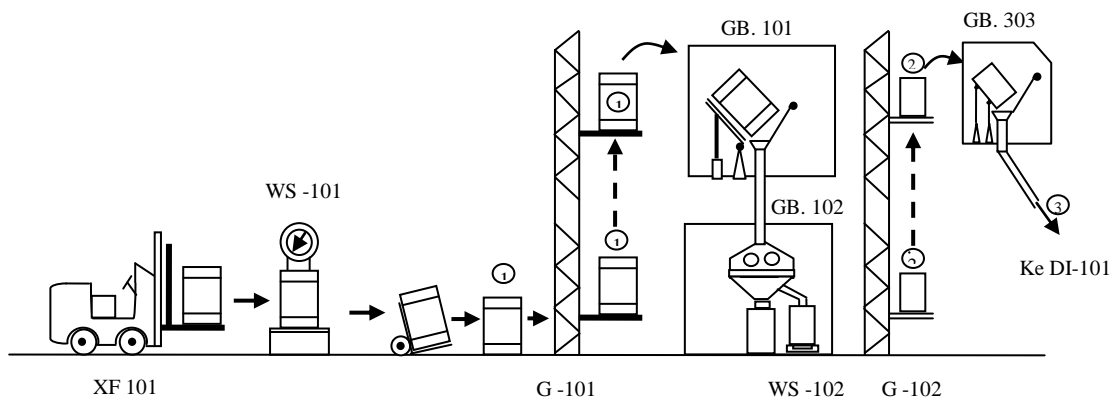
The *Pilot Conversion Plant* (PCP) is a pilot installation for production of UO_2 powders. *Yellow cake* derived from natural uranium is processed into UO_2 powder through several processes. The section 100 process for weighing, hauling, crushing, and sieving *yellow cake*. The process of crushing and sieving *yellow cake* is done inside in GB.101 glove Box. Pressure setting on Glove Box is required as crushing and sieving process requirements to ensure operator safety against contamination hazard. The method of pressure setting is performed by adjusting the open/close position of the depressurised valve, rotating the adjusting on the pressure switch and adjusting the over/low pressure valve on the glove box alternately to obtain the air suction pressure within the glove box as per the Operating conditions constraint required on the glove box pressure system at $-5 \text{ mmH}_2\text{O}$ to $-15 \text{ mmH}_2\text{O}$. From the result of the pressure setting, the pressure setting system on glove Box GB.101 can work well and can be done crushing and sieving process in accordance with the required safety limitation.

Keywords – *setting, crusshing, sieving, pressure switch.*

I. PENDAHULUAN

PCP (*Pilot Conversion Plant*) adalah instalasi produksi pembuatan UO_2 . *Yellow cake* yang berasal dari alam diolah menjadi UO_2 dengan kapasitas 100 kg UO_2 /hari melalui beberapa proses yang terdiri dari seksi-seksi mulai dari seksi 100 sampai dengan seksi 1200 [1,2]. Seksi 100 adalah seksi yang melakukan penimbangan, pengangkutan, pelumatan, dan pengayakan *yellow cake*. Seksi 100 dalam prosesnya tidak dapat dikendalikan melalui ruang *instrument control* (IC) yang terdapat pada ruang kontrol (Instrumen Panel) seperti pada seksi yang lain, melainkan dikendalikan secara

langsung melalui panel kontrol yang terdapat pada *plant* Seksi 100 [4]. Sebagian besar peralatan yang ada pada instalasi PCP, baik peralatan mekanik ataupun peralatan elektrik, serta sistem instrumentasinya perlu dilakukan perawatan secara berkala agar peralatan dapat berfungsi dengan baik dan siap dioperasikan setiap saat. Salah satu instrumen pendukung sebagai persyaratan proses pada seksi 100 PCP adalah sistem pengaturan tekanan dalam *glove box* pada saat proses penggerusan dan pengayaan *yellow cake*. Instrumen yang digunakan untuk pengaturan tekanan di dalam *glove box* antara lain: *Pressure Gauge*, *Pressure Switch*, *Pressur Regulator*.



Gambar.1. Diagram Proses penimbangan, penggerusan dan pengayaan *yellow cake* seksi 100 PCP [4].

Keterangan Gambar :

1. XF 101 : *Forck Truck*.
2. WS 101 : Timbangan (Neraca) kapasitas 200 kg.
3. G 101 : *Lift* Pengangkut Drum kapasitas 200 kg.
4. GB 101 : *Glove Box* Umpan.
5. GB 102 : *Glove Box* Produk.
6. WS 102 : Timbangan (Neraca) kapasitas 20 kg.
7. G 101 : *Lift* Pengangkut Drum kapasitas 20 kg.
8. GB 301 : *Glove Box* Pengumpan *Dissolver* 301.
9. DI 301 : *Dissolver* 301.

Pengertian *Pressure Gauge*, *Pressure Switch*, *Pressur Regulator*

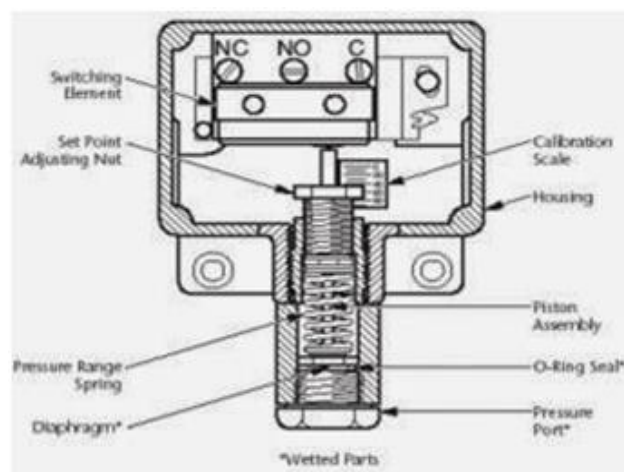
Pressure adalah perbandingan dari gaya dibagi luas penampang. Satuan Internasional dari *pressure* adalah Newton/m^2 atau biasa disebut juga dengan Pascal. Terdapat berbagai macam satuan dari *pressure*, contohnya adalah bar, milibar, mmHg, psi dan lain sebagainya. Tabel 1 menunjukkan tabel konversi tekanan. Satuan yang sering digunakan pada industri adalah bar dan psi.

Tabel 1. Faktor konversi tekanan [7]

	BESARAN	SATUAN
1 psi	51,714	mmHg
1 psi	2,0359	in.Hg
1 psi	27,680	in.H2O
1 psi	6,8946	kPa
1 bar	14,504	psi
1 atm	14,696	psi

Pressure Gauge adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan. Terdapat 2 jenis *pressure gauge* yaitu: *Technical Pressure Gauge* dan *Absolute pressure gauge*. *Technical Pressure Gauge* adalah *pressure gauge* dengan penunjukan meter 0 saat terkena tekanan *atmosfer*. *Pressure gauge* seperti ini hanya menunjukkan nilai tekanan dari suatu zat tanpa mempertimbangkan tekanan *atmosfer*. *Absolute pressure gauge* adalah *pressure gauge* dengan penunjukan meter 1,013 bar saat terkena tekanan *atmosfer*. Jika *pressure gauge* ini digunakan pada suatu alat, maka nilai tekanan mutlak zat yang diukur adalah Tekanan Teknisalnya ditambah dengan tekanan *atmosfer*.

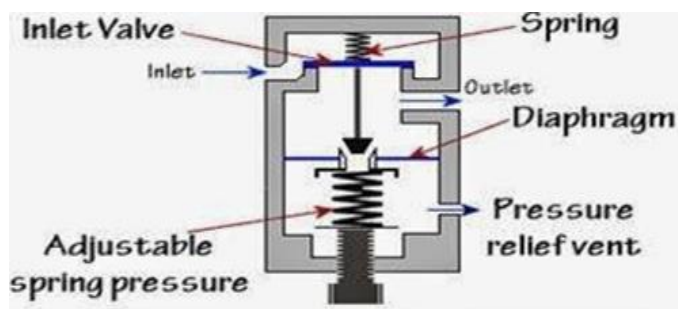
Pressure Switch adalah komponen *pneumatic* yang dapat menyambung dan memutus arus listrik berdasarkan nilai tekanan tertentu sesuai dengan pengaturan. Gambar 2 menunjukkan sistem mekanik secara umum dari sebuah *pressure switch*.

Gambar 2. Bagian-Bagian *Pressure Switch* [7].

Pressure Port adalah ulir yang disambungkan dengan kompresor atau peralatan pneumatik lainnya yang membutuhkan *pressure switch*. Diafragma berfungsi untuk menerima udara bertekanan dan menekan spring untuk mengaktifkan *switching*

element, *O-ring seal* adalah bagian yang berfungsi agar udara secara penuh menekan diafragma dan tidak bocor ke bagian dalam *pressure switch*. *Set Point Adjusting Nut* berfungsi untuk mengatur lunak-kerasnya *spring*. Dengan mengatur lunak kerasnya *spring* maka tekanan yang mengaktifkan *switching element* dapat diatur sedemikian rupa sesuai dengan kebutuhan proses. *Calibration scale* adalah penunjuk pada pressure berapa *switching element* tersambung/terputus. *Switching element* adalah bagian yang terputus dan tersambung ketika ada atau tidak ada tekanan. Terdapat 3 pin utama dalam *switching element* yaitu NO, NC dan C (*Common*). Karakteristik NO, NC dan C dapat dilihat pada dokumen *relay*.

Relieving Pressure Regulator adalah regulator yang mengatur dengan cara membuang udara ke atmosfer agar tekanan pada *outlet* tetap teratur. Gambar 3 menunjukkan konstruksi secara umum dari *relieving pressure regulator*.

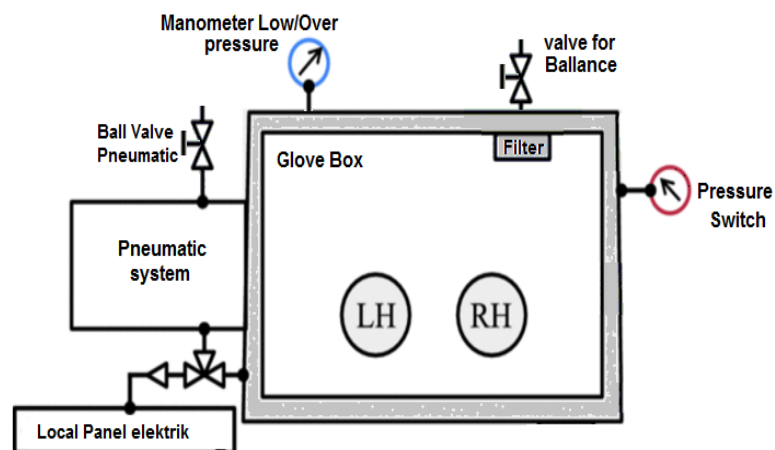


Gambar 3. Mekanika *Relieving Pressure Regulator* [7].

Inlet valve adalah *valve* yang mengatur udara yang masuk. Pengaturan bukaan *inlet valve* diatur dengan *adjuster*. Jika udara yang masuk terlalu tinggi melebihi pengaturan yang ditentukan *inlet valve* akan menutup karena diafragma tertekan ke bawah. *Inlet valve* akan terbuka kembali jika udara yang masuk sudah kembali normal. *Spring* berfungsi untuk menekan kembali *inlet valve* ke bawah jika terjadi kondisi udara yang masuk terlalu tinggi melebihi pengaturan yang ditentukan. *Adjustable spring pressure* digunakan untuk mengatur besarnya *pressure pada outlet*. Diafragma berfungsi untuk menangkap udara dan menekan *adjustable spring pressure* ke bawah agar udara yang berlebih dikeluarkan lewat vent. *Pressure Relief Vent* berfungsi untuk mengeluarkan udara agar udara yang berada dalam regulator masih dalam tekanan normal sesuai dengan yang diatur. *Relieving pressure regulator* hanya cocok digunakan pada udara yang tidak mengandung zat yang mudah terbakar, karena akan berbahaya bagi lingkungan.

II. METODOLOGI

Peralatan yang digunakan untuk melakukan pengaturan tekanan dalam *glove box* sebagai persyaratan operasi adalah: Kalibrator tekanan, Multitester, Alat komunikasi (HT), *Tool kit elektrik* dan mekanik. Pengaturan tekanan dalam *glove box* dilakukan, sebagai persyaratan proses penghancuran dan pengayakan *yellow cake*. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengoperasikan panel yang terdapat pada ruang MCC sebagai pemasok daya utama di instalasi Proses Pemurnian dan Konversi[4]. Ada beberapa instrumen pendukung proses yang terdapat pada *glove box* 101 antara lain: *Ball valve*, *Gauge*, *pressure switch*, *selenoide pneumatic*. *Ball valve pneumatic* berfungsi untuk membuka atau menutup aliran udara pada *glove box*. *Gauge* berfungsi untuk membaca berapa tekanan di dalam *glove box*. *Pressure switch* berfungsi untuk mengendalikan *ball valve* sesuai tekanan yang dikehendaki, dimana apabila tekanan didalam *glove box* diluar *range* $-5 \text{ mmH}_2\text{O}$ sampai dengan $-25 \text{ mmH}_2\text{O}$, maka *ball valve* diperintahkan untuk membuka atau menutup. Pengaturan dilakukan dengan cara mengatur posisi *open/close* pada *ball valve*, dengan memutar bagian pengatur (*just*) pada *pressure switch* serta mengatur *valve over/low* tekanan pada *glove box* secara bergantian untuk mendapatkan tekanan sesuai dengan BKO ($\leq -15 \text{ mmH}_2\text{O}$) yang dipersyaratkan [5]. Selain beberapa komponen diatas, untuk menjamin keselamatan pekerja terhadap kontaminasi selama operasi, pada sistem pengaturan tekanan di dalam *glove box* juga dilengkapi dengan filter udara yang berfungsi untuk meminimalisir kontaminasi serbuk yaitu filter pada saluran utama yang terdapat pada *ball valve* yang berfungsi untuk mencegah terjadinya kontaminasi keluar dari gedung ke lingkungan. Untuk mendapatkan parameter tekanan yang lebih akurat pada sistem pengaturan tekanan juga dilengkapi dengan *ball valve* yang berfungsi untuk menjaga tekanan *glove box* harus lebih rendah dengan tekanan diluar *glove box*. Gambar 4 menunjukkan diagram sistem pneumatik *glove box*.



Gambar 4. Diagram sistem pneumatik *Glove Box* 101 [3].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2. Data tekanan operasi *glove box* GB 101 seksi 100 PCP [5].

No	Item	Tujuan	Parameter	Massa <i>Yellow cake</i>	Tekanan <i>glove box</i>
1	Proses <i>Crushing and Sieving Yellow Cake</i> Umpan				
	1.1. Operasi <i>Glove Box</i> GB 101 (umpan)	Mencegah tersebar kontaminan U ke daerah kerja	Tekanan vakum <i>glove box</i>	-	- 15 mmH ₂ O
		Menjaga paparan radiasi dlm batas aman	Jumlah U yang diproses/ <i>handling</i>	200 kg <i>Yellow cake</i>	-
	1.2. Operasi <i>Glove Box</i> GB101 (produk)	Mencegah tersebar kontaminan U ke daerah kerja	Tekanan vakum <i>glove box</i>	-	- 15 mmH ₂ O
		Menjaga Paparan radiasi dlm batas aman	Jumlah U yang dihandling (hasil)	200 kg <i>Yellow cake</i>	-

Operasi proses dengan *glove box* hanya bisa dilakukan bila tekanan udara di dalam *glove box* lebih rendah dari tekanan udara di luar *glove box*. Untuk ini Batas Keselamatan operasi *glove box* adalah beda tekanan di dalam dan di luar *glove box* tidak boleh positif atau melebihi 0 mmH₂O. Penetapan ini untuk mencegah agar batasan kontaminasi daerah kerja tidak dilampaui untuk melindungi pekerja dari bahaya kontaminasi. *Setting* Sistem Keselamatan (SSK) diberikan untuk mencegah agar batas keselamatan yang ditetapkan tidak terlampaui, untuk mencegah kejadian berkembang menjadi kecelakaan yang berpengaruh terhadap keselamatan operasi instalasi PCP[5]. Untuk mencegah agar operasi *glove box* tidak melampaui BK yang ditetapkan, maka bila tekanan negatif di dalam *glove box* mencapai -5 mmH₂O, katub *depressurisasi* akan terbuka sedemikian hingga tekanan vakum di dalam *glove box* terpenuhi < -15 mmH₂O. Untuk menjaga agar daerah kerja tidak terkontaminasi serbuk uranium, seluruh *glove box* di PCP dioperasikan pada tekanan negatif dibanding tekanan udara daerah kerja, yaitu minimal -15 mmH₂O. Tekanan tersebut dapat dicapai dengan mengatur tiga komponen utama yaitu: *Ball valve pneumatik*, *Gauge*, *pressure switch*, *solenoid pneumatik*. *Ball valve* pneumatik berfungsi untuk membuka atau menutup aliran udara pada *glove box*. Saluran udara tersebut dilengkapi dengan filter yang berfungsi untuk mencegah serbuk *Yellow cake* tidak ikut keluar ke lingkungan. Untuk menjaga kestabilan tekanan udara di dalam *glove box* dilakukan dengan cara mengatur *ball valve balance*

agar tekanan udara di dalam *glove box* berada pada posisi antara $-15 \text{ mmH}_2\text{O}$ sampai dengan $-5 \text{ mmH}_2\text{O}$. Peralatan pendukung minimum agar kontaminasi daerah kerja tetap terkendali adalah sistem *exhaust*, dan catu daya listrik normal dan darurat. Batasan kondisi operasi untuk proses PCP yang meliputi Batas keselamatan (BK), Setting Sistem Keselamatan (SSK), dan Kondisi Batas operasi Aman (KBO) sebagaimana yang diuraikan di atas diringkas dalam Tabel 2. Untuk mencegah penumpukan dan penyebaran kontaminan uranium secara tak terkendali di daerah kerja PCP, sistem tekanan negatif diimplementasikan di seluruh ruangan PCP, yaitu antara $-5 \text{ s/d } -3 \text{ mmH}_2\text{O}$ dibanding tekanan udara luar gedung ($0 \text{ mmH}_2\text{O}$) dan minimal 5 kali pertukaran udara per jam. Untuk menjaga efektivitas kinerja sistem *exhaust*, *filter HEPA* harus diganti bila beda tekanan *input* dengan tekanan *output (pressure drop)* mencapai 650 Pa .

Tabel 3. Batas Keselamatan, Setting Sistem Keselamatan, dan Kondisi Batas Operasi Yang Aman Terhadap Operasi/Komisioning Proses PCP [5].

No	Item	Tujuan	Parameter	Satuan	Setting Nilai			Dasar
					BK	SSK	KBO	
1	Proses pelarutan <i>Yellow Cake</i> dengan asam nitrat di DI.301	Mencegah terlepasnya Gas NO_x ke daerah kerja/ lingkungan	Temperatur reaksi pelarutan	$^{\circ}\text{C}$	105	120	< 95	Dokumen NIRA
			Tekanan vakum <i>disolver</i>	$\text{Mm H}_2\text{O}$	0	-50	≤ -100	
2	Pemekatan larutan UNH hasil pemurnian di E 601	Mencegah ledakan dari reaksi kimia organik nitrat	Temperatur pemekatan	$^{\circ}\text{C}$	185	135	< 130	Dokumen NIRA
3	Proses reduksi serbuk U_3O_8 menjadi UO_2 di H 1102	Mencegah terjadinya Ledakan gas H_2 di dalam tungku	Temperatur pengaliran H_2	$^{\circ}\text{C}$	600	760	≥ 780	Dokumen NIRA
			Tekanan H_2 di dalam tungku	Mbar	0	5	≥ 7	
4	Operasi <i>glove box</i>	Mencegah tersebarnya kontaminan U kedaerah kerja	Tekanan vakum <i>glove box</i>	$\text{Mm H}_2\text{O}$	0	-5	≤ -15	Dokumen NIRA

Dari tabel diatas, nilai BK sebesar 0 mmH₂O adalah batas keselamatan selama operasi dimana tekanan didalam *glove box* sama dengan tekanan diluar *glove box* sehingga serbuk yang berada di dalam *glove box* tidak akan tersebar ke daerah kerja. Nilai SSK pada tekanan – 50 mm H₂O dan – 5 mmH₂O adalah pengaturan tekanan di dalam *glove box* pada kondisi operasi yang aman dimana *yellow cake* di dalam *glove box* tidak tersebar ke daerah kerja maupun lingkungan diluar daerah kerja. Nilai KBO ≤ -100 adalah nilai batas kondisi operasi yang aman dimana serbuk *yellow cake* di dalam *glove box* tidak tersebar ke lingkungan di luar daerah kerja. Kondisi operasi normal dan abnormal untuk *glove box* hanya berlaku apabila di dalamnya terdapat bahan proses *handling* (serbuk U terbuka). Pengaturan nilai didasarkan atas rekomendasi dokumen NIRA[6], dengan tekanan vakum adalah beda tekanan udara di dalam peralatan proses dengan tekanan udara di luar peralatan proses atau di daerah kerja.

IV. KESIMPULAN

Telah dilakukan pengaturan sistem tekanan *Glove Box-101* pada peralatan sub sistem seksi 100 untuk proses penghancuran dan pengayakan *yellow cake*. Tekanan *Glove Box-101* diatur sesuai dengan persyaratan yaitu -5 mmH₂O sampai dengan -15 mmH₂O. Dengan demikian sistem pengaturan *glove box-101* seksi 100 sebagai persyaratan proses penghancuran dan pengayakan *yellow cake* Instalasi Elemen Bakar Eksperimental dapat berfungsi dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Yellow–Cake Conversion Plant " Specialized Training Course for BATAN'S personel, ENEA – TRISAIA, Oct.1984.
- [2] C.Fizzotti : " Principles Of Nuclear Fuel Production "Specialized Training Course for BATAN'S personel, Oct.1985.
- [3] ENEA, Dokumen PCP IND.220.04Z.005 Annex No 3 , Italia,1985.
- [4] Commissioning Manual Part 1 Pilot Conversion Plant, NIRA, Italia, No. Dok. IND 220 04 Z 0005, 1985.
- [5] Laporan Analisis Keselamatan (LAK) Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (IEBE) No. Dok : KK 32 J09 002 Revisi : 7, 2012.
- [6] NIRA, Italia "Operation Manual Part 4 Chemical Process from YC dissolution to UNH concentrate" , No. Dok. IND 22004Z0007, 1985.
- [7] Sahat Pakpahan, "Tabel Konversi Satuan Untuk Sains & Teknik 1" Surabaya, Erlangga, No. ISBN 9789790998346, 2012