Penyusunan Standar Operasional Prosedur Pengoperasian Gardu Induk di PLTP Sarulla Operations Ltd.

Jonius Christian Harefa[1*], Ardha Imam Cahyadi[2], Chandra Chaniago[3]

Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta[1,2]

Building Manager Gedung Grha Niaga Thamrin, Jakarta[3]

**e-mail: jonius.christian.h@mail.ugm.ac.id*

ABSTRACT

Sarulla PLTP (Geothermal Power Plant) is a clean and environmentally friendly renewable energy power plant. Sarulla PLTP has a substation as part of the distribution of electricity from the power plant to the electricity network transmission line PT. PLN Persero. Substation operations must be carried out with safety first. Engineers have a code of ethics in Sapta Dharma which prioritizes safety at work. Safety at work can be achieved if there are good and correct SOP's (Standard Operating Procedures). In engineering practices that have been carried out, it is known that the Sarulla PLTP does not yet have a standard SOP for operating substations at power plants. During engineering practice, SOP's for the operation of the 150 kV Sarulla – NIL substation have been prepared with reference to supporting data on PT. PLN Persero substation operating standards. The SOP is prepared in accordance with the existing substation configuration at the Sarulla – NIL PLTP.

Keywords : *SOP, PLTP, Sarulla, Safety, Substation*

ABSTRAK

PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) Sarulla merupakan salah satu pembangkit listrik EBT yang bersih dan ramah lingkungan. PLTP Sarulla memiliki gardu induk sebagai bagian dari penyaluran listrik dari pembangkit listrik menuju saluran transmisi jaringan listrik PT. PLN Persero. Pengoperasian gardu induk harus dilakukan dengan mengutamakan keselamatan (Safety First). Insinyur dalam memiliki kode etik dalam Sapta Dharma yang mengutamakan keselamatan dalam bekerja. Keselamatan dalam pekerjaan dapat dicapai apabila terdapat SOP (Standar Operasional Prosedur) yang baik dan benar. Praktik keinsinyuran yang telah dilakukan, diketahui bahwa PLTP Sarulla belum memiliki SOP yang baku dalam pengoperasian gardu induk di pembangkit listrik. Selama praktik keinsinyuran telah disusun SOP pengoperasian gardu induk 150 kV Sarulla – NIL dengan mengacu pada data pendukung standar pengoperasian gardu induk milik PT. PLN Persero. SOP disusun sesuai dengan konfigurasi gardu induk yang ada di PLTP Sarulla – NIL.

Kata kunci: SOP, PLTP, Sarulla, Keselamatan, Gardu Induk

PENDAHULUAN

PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) merupakan salah satu pembangkit listrik EBT yang bersih dan ramah lingkungan. PLTP Sarulla merupakan PLTP yang berada di daerah Tapanuli Utara, Sumatera Utara yang memiliki 2 lokasi pembangkit listrik yaitu SIL (Silangkitang) dan NIL (Namora I Langit). PLTP Sarulla merupakan PLTP yang menggunakan teknologi Binary Power Plant untuk memanfaatkan secara optimal energi panas bumi yang dihasilkan secara combined cycle yang lebih efisien daripada pembangkit listrik tenaga panas bumi tipe konvensional [1]**.**

PLTP Sarulla memiliki gardu induk sebagai bagian dari penyaluran listrik dari pembangkit listrik menuju saluran transmisi jaringan listrik PT. PLN Persero. Gardu induk merupakan area kerja yang berbahaya dengan tegangan sebesar 150 kV. Pengoperasian gardu induk harus dilakukan dengan mengutamakan keselamatan (Safety First).

Insinyur dalam bekerja dituntut untuk dapat menjalani Sapta Dharma sebagai tujuh tuntunan sikap dalam bekerja sebagai bagian dari kode etik Insinyur Indonesia, yaitu sebagai berikut :

1. Insinyur Indonesia senantiasa mengutamakan keselamatan, kesehatan, dan kesejahteraan masyarakat.
2. Insinyur Indonesia senantiasa bekerja sesuai dengan kompetensinya.
3. Insninyur Indonesia hanya menyatakan pendapat yang dapat dipertanggungjawabkan.
4. Insinyur Indonesia senantiasa menghindari terjadinya pertentangan kepentingan dalam tanggungjawab tugasnya.
5. Insinyur Indonesia senantiasa membangun reputasi profesi berdasarkan kemampuan masing – masing.
6. Insinyur Indonesia senantiasa memegang teguh kehormatan, integritas dan martabat profesi.
7. Insinyur Indonesia senantiasa mengembangkan kemampuan profesionalnya.

Sapta Dharma pertama menyatakan bahwa insinyur senantiasa mengutamakan keselamatan, kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Keselamatan menjadi hal penting yang dipikirkan terlebih dahulu sebelum memulai sesuatu pekerjaan [3]. Hal ini menuntut insinyur untuk memperhatikan keselamatan terutama dalam segala aspek pekerjaan ditempat kerja. Keselamatan dalam pekerjaan dapat dicapai apabila terdapat SOP (Standar Operasional Prosedur) yang baik dan benar terutama ketika Insinyur bekerja di area yang berbahaya.

Keputusan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 156 Tahun 2021 tentang Sistem Manajemen Peningkatan Produktivitas menyatakan bahwa perusahaan merancang proses kerja (SOP) sesuai dengan bisnis utama sebagai wujud adanya standar proses kerja (SOP) [4].

SOP pengoperasian gardu induk menjadi pedoman bagi pekerja dalam melakukan pekerjaannya dengan aman untuk mewujudkan lingkungan kerja yang layak dan aman bagi semua pekerja dalam lingkungan pembangkit listrik. Dalam praktik keinsinyuran yang telah saya lakukan, diketahui bahwa PLTP Sarulla belum memiliki SOP yang baku dalam pengoperasian gardu induk di pembangkit listrik. Hal ini menjadi latar belakang saya dalam menyusun dan membuat SOP dalam pengoperasian gardu induk di PLTP Sarulla pada unit Namora I Langit. Penyusunan SOP gardu induk 150 kV Sarulla dilakukan dengan mempelajari gardu induk Sarulla dan dalam penyusunannya mengacu pada referensi pengoperasian gardu induk milik PT. PLN Persero sebagai standar utama kelistrikan di Indonesia.

TINJAUAN PUSTAKA

PLTP Sarulla site Namora I Langit menjadi lokasi pelaksanaan penyusunan SOP pengoperasian Gardu Induk. Pada Gambar 1 menunjukkan lokasi site Namora I Langit. Konfigurasi dan penamaan setiap komponen gardu induk menyesuaikan pada gardu induk Namora I Langit.

Gambar 1. PLTP Sarulla - Namora I Langit [2]

A. Data Gardu Induk Sarulla – Namora I Langit

Pada Gambar 2 menunjukkan Gardu induk Namora I Langit merupakan gardu induk yang menjadi fokus dalam penyusunan SOP pengoperasian gardu induk Sarulla. Data gardu induk diambil dari data utama (primer) berupa single line diagram jaringan transmisi 150 kV, konfigurasi nama dan nomor dari setiap komponen gardu induk, serta beberapa data SOP Sarulla lainnya sebagai SOP pendukung dari pembuatan SOP gardu induk ini. Data diambil langsung dilapangan dan di ruangan CCR (Central Control Room) dan dianalisa berdasarkan ilmu dan pengalaman selama bekerja dan selama praktik keinsinyuran di Sarulla Operations Ltd.

Gambar 2. Gardu Induk Sarulla – Namora I Langit

B. Data SOP Pengoperasian Gardu Induk PLN

Penyusunan SOP ini dilakukan dengan mengacu pada standar baku pengoperasian gardu induk di Indonesia. SOP mengacu pada SOP pengoperasian gardu induk milik PT PLN Persero sebagai BUMN yang mengatur tentang sektor penyaluran energi listrik di Indonesia. SOP pengoperasian gardu induk PLN menjadi data sekunder dalam penyusunan SOP pengoperasian gardu induk di Sarulla.

HASIL DAN PEMBAHASAN

SOP ini merupakan instruksi prosedur pengoperasian di pembangkit listrik Sarulla dan harus diikuti oleh semua personil Sarulla dalam pengoperasian sistem jaringan transmisi 150 kV Busbar/Overhead Line. Hanya SOP yang terbaru dan sudah disetujui revisi dokumennya yang harus digunakan dan versi sebelumnya harus dihapuskan untuk mencegah kebingungan dalam pengoperasian serta untuk mengetahui SOP yang versi terbaru harus diikuti. Langkah penyusunan SOP menurut [5] meliputi siklus sebagai berikut :

1. Persiapan
2. Penilaian kebutuhan SOP
3. Pengembangan SOP
4. Penerapan SOP
5. Monitoring dan Evaluasi SOP

Pada penyusunan SOP ini, penyusunan dilakukan berdasarkan referensi SOP pengoperasian gardu induk PLN dan pengalaman serta dasar ilmu teknik selama praktik keinsinyuran. SOP menjadi penting apabila SOP disusun dan dibuat dengan baik dan benar untuk mewujudkan standar perusahaan serta menciptakan keamanan pekerja dalam perusahaan. Penilaian SOP ini akan dilakukan secara berkala sesuai dengan kebutuhan perusahaan serta akan dilakukan perbaikan untuk SOP yang baik dan benar.

A. Tindakan Pencegahan dan Pembatasan Operasi

Ringkasan tindakan pencegahan dan batasan pengoperasian berikut ini umumnya berlaku untuk semua pengoperasian sistem. Semua personel pengoperasian harus memahami batasan ini sebelum mereka dapat melakukan instruksi apapun dalam prosedur operasi ini. Pastikan seluruh pengoperasian sesuai dengan prosedur manual keselamatan instalasi yang ada. Jika ada pekerjaan pemeliharaan yang telah dilakukan, pastikan bahwa pekerjaan telah selesai, LOTO (Lock Out Tag Out) telah dibersihkan dan area dimana pekerjaan dilakukan telah dibersihkan dari peralatan dan tidak menimbulkan risiko apapun selama pengoperasian sistem. Selain daripada itu, peralatan, sirkuit, sensor, dan lain lain siap dioperasikan.

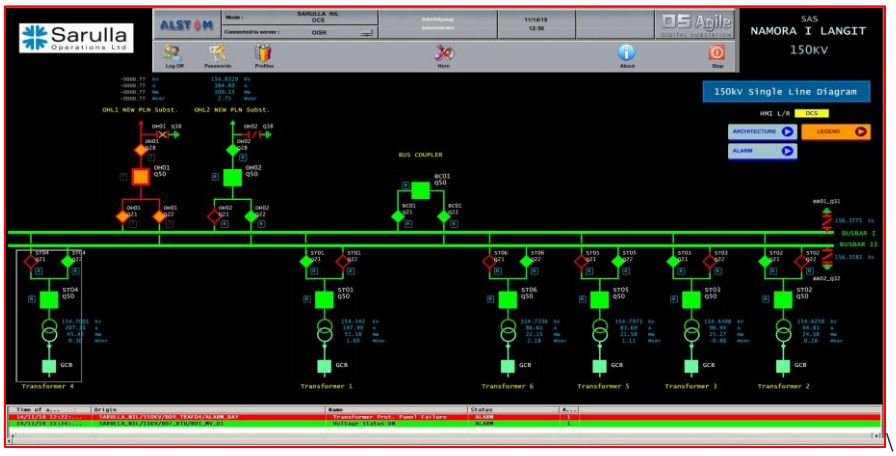
B. Prasyarat Operasi

Ringkasan prasyarat pengoperasian berikut harus ditetapkan dan atau diverifikasi sebelum melakukan Busbar Transmisi/Overhead Line 150 kV yaitu :

- Pastikan semua jalur aliran sistem dan instrumen sudah sesuai dengan operasi normal.
- Memastikan sistem distribusi tegangan tinggi, tegangan menengah dan tegangan rendah pembangkit beroperasi secara normal.
- Selalu mendapatkan persetujuan dari supervisor pengiriman sebelum mengoperasikan busbar tranmisi 150 kV/ Overhead line.

C. Operasi Gardu Induk 150 kV

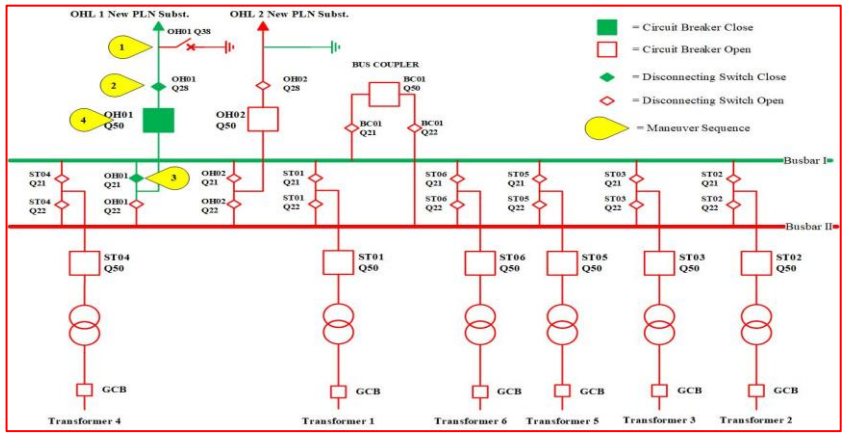
Pengoperasian normal terletak di CCR (Central Control Room) atau ruang kendali pusat, Human Machine Interface (HMI) Alstom 150 kV. Pengoperasiannya dapat dilakukan di Marshalling Kiosk (MK) atau Local Equipment.



Gambar 3. 150 KV Single Line Diagram – NIL

Pada Gambar 3 menggambarkan single line diagram gardu induk 150 kV Sarulla – NIL memiliki 6 tranformer 150/11 kV. Terdapat 2 busbar yaitu busbar I dan busbar II dengan 1 bus coupler. Jaringan tersebut dihubungkan dengan 2 buah jalur transmisi jaringan listrik OHL (Over Head Line) PLN yaitu OHL 1 dan OHL 2. Sirkuit pemutus PMT (Pemutus) konfigurasi dengan Q50 dengan sirkuit pemisah PMS (Pemisah) dengan konfigurasi Q21 pada jalur busbar I dan Q22 untuk jalur busbar II. Sedangkan untuk PMS arah OHL diberi konfigurasi Q28 dengan sirkuit pemisah PMS tanah (Pemisah Tanah) dengan konfigurasi Q38 untuk masing-masing OHL.

1. Pembebanan Saluran Transmisi Overhead Line 150 kV



Gambar 4. Pembebanan Saluran Transmisi Overhead Line 150 kV

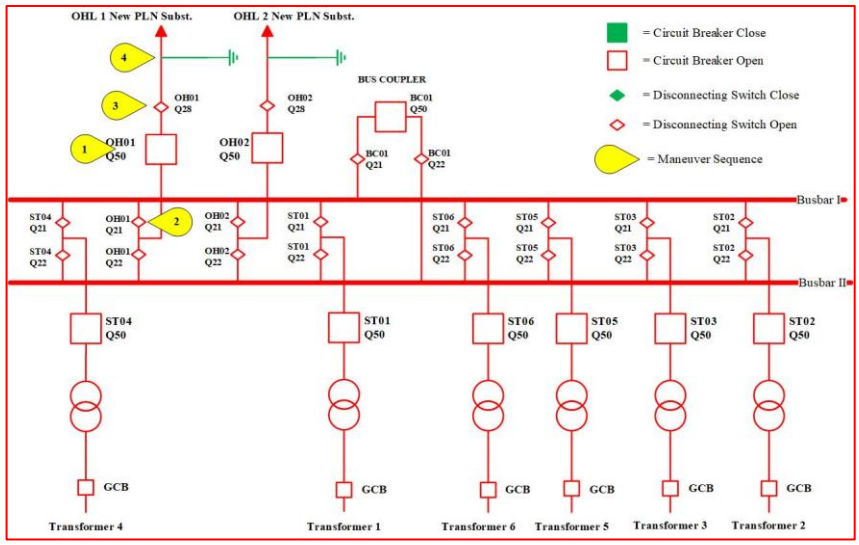
Pada Gambar 4 menunjukkan urutan pembebanan saluran transmisi overhead line 150 kV dilakukan dengan beberapa langkah urutan yang telah dikaji untuk menjamin keselamatan operator yang melakukan pekerjaan. Urutan pekerjaan tersebut harus diikuti dengan baik dan benar. Kesalahan dalam urutan pelaksanaan pekerjaan dapat berakibat fatal dan bahkan mampu menghilangkan nyawa pekerja. Oleh karena itu, SOP tersebut dilakukan oleh pekerja yang paham resikonya dan telah tersertifikasi. Pembenanan saluran transmisi dilakukan dengan urutan prosedur kerja sebagai berikut :

- Periksa area switchyard untuk keamanan dan siap untuk dioperasikan.
- Informasikan kepada petugas UPB (Unit Pengatur Beban) bahwa saluran transmisi akan diberi beban.
- Pastikan sirkuit saklar motor dalam keadaan hidup
- Pastikan status selektor dalam kondisi pengawasan SCADA (Remote)
- PMS tanah dibuka (Q38) – (Langkah 1)
- Pastikan PMS tanah telah terbuka sempurna
- Tutup jalur sirkuit PMS (Q28) – (Langkah 2)
- Tutup jalur sirkuit PMS (Q21 atau Q22) tergantung pembebanan di jalur busbar I atau Busbar II – (Langkah 3)
- Pastikan sirkuit PMS telah tertutup sempurna
- Pilih Synchro breaker ke OHL #1 atau OHL #2
- Pilih "Mode Sinkronisasi" ke otomatis
- Tutup sirkuit PMT (Pemutus) (Q50) – (Langkah 4)
- Pastikan sirkuit PMT tertutup sempurna

2. Pembebasan Saluran Transmisi Overhead Line 150 kV

Pada Gambar 5 menunjukkan urutan pembebasan saluran transmisi overhead line 150 kV. Pembebasan saluran transmisi pada busbar I dengan jaringan listrik OHL #1 dilakukan sebagai berikut :

- Periksa area switchyard untuk keamanan dan siap dioperasikan.
- Informasikan kepada petugas UPB (Unit Pengatur Beban)
- Pastikan sirkuit pemutus motor dalam keadaan hidup
- Pastikan status selektor dalam kondisi pengawasan SCADA (Remote)
- Buka sirkuit PMT (Pemutus) (Q50) – (Langkah 1)
- Pastikan sirkuit PMT terbuka sempurna
- Buka jalur sirkuit PMS (Q21 atau Q22) – (Langkah 2)
- Buka jalur sirkuit PMS (Q28) – (Langkah 3)
- Pastikan sirkuit PMS telah terbuka sempurna
- PMS tanah ditutup (Q38) – (Langkah 4)
- Pastikan PMS tanah telah tertutup sempurna



Gambar 5. Pembebasan Saluran Transmisi Overhead Line 150 kV

Pada Gambar 6 menunjukkan lembar periksa operasi harian 150 kV switchyard operation. Pengambilan data berisi data tanggal dan jam pengambilan data, nama operator dan shift leader yang melakukan pengambilan data. Data dan nilai dari beberapa transformer dilakukan langsung di transformer gardu induk.

Sarulla Operations Ltd

CHECKSHEET DAILY 150 KV SWITCHYARD OPERATION

Date : _____ Time : 11.00

Operator : _____

Shift Leader : _____

No	Description	Circuit Breaker						Surge Arrester Counter			Transformator					
											OLTC		Main Tank			
		SF6 Pressure	Breaking Cycle			Spring Status	Position				Counter Cycle	Oil Level	Oil Temp	Winding Temp	Oil Level	Silica Gel Colour
		6.2/6.8 Barg	R	S	T	Charge / Discharge	ON / OFF	R	S	T		Min, +15^0, +35^0, Max	(40-105)^0 C	(40-90)^0 C	Min, +15^0, +35^0, Max	
1	11/150 KV Step-Up Transformator #1															
2	11/150 KV Step-Up Transformator #2															
3	11/150 KV Step-Up Transformator #3															
4	150 KV Bus Coupler															
5	150 KV Overhead Line OHL #1															
6	150 KV Overhead Line OHL #2															

Remark :

Gambar 6. Lembar Periksa Operasi Harian 150 kV Switchyard

Prosedur lainnya dari pengoperasian gardu induk yaitu berupa pentanahan saluran transmisi 150 kV untuk keperluan pemeliharaan, prosedur pemindahan beban dari busbar I ke busbar II, prosedur pemindahan beban dari busbar II ke busbar I, pembebanan 150 kV busbar dan pembebasan 150 kV busbar. Dalam pengoperasian sehari-hari, gardu induk memiliki dokumen lembar pemeriksaan operasi harian 150 kV switchyard yang berisi tentang waktu dan tanggal pemeriksaan, nama operator yang melakukan inspeksi dan pemeriksaan, nama pemimpin/pengawas pekerjaan, serta berisi lembar data yang harus diambil nilainya dilapangan diantaranya tekanan gas SF6, level oli tanki utama dan sebagainya.

Gambar 7 menunjukkan lembar pengumpulan data operasi harian 150 kV pada ruang kendali pusat (CCR). Lembar pengumpulan data operasi harian tersebut berisi data tanggal dan jam pengambilan data, nama operator yang melakukan pekerjaan pengambilan data, nama pemimpin/pengawas pekerjaan, nilai arus dari setiap kabel fasa, tegangan dari setiap kabel fasa, nilai daya aktif, nilai daya reaktif, frekuensi, posisi saklar PMT dan PMS dan nama supervisor PLN yang berkoordinasi selama melakukan pekerjaan

Sarulla Operations Ltd

CHECKSHEET DAILY 150 KV - CONTROL ROOM

Date : _____ Operator : _____

Time : 11.00 Shift Leader : _____

Description				Over Head Line (OHL) #1	Over Head Line (OHL) #2	Step-up Transformator #1 (ST-01)	Step-up Transformator #2 (ST-02)	Step-up Transformator #3 (ST-03)	Bus Coupler	Busbar A (BB #1)	Busbar B (BB #2)
Current	Phase	R	A								
		S	A								
		T	A								
Voltage	Phase	R	KV								
		S	KV								
		T	KV								
		R-S	KV								
		S-T	KV								
		T-R	KV								
Power			MW								
Reactive Power			MVAR								
Frequency			Hz								
Power Factor			Cos Ø								
Position	Circuit Breaker		Local/Remote (L/R)								
	Disconnecting Switch 1 (DS #1)		Local/Remote (L/R)								
	Disconnecting Switch 2 (DS #2)		Local/Remote (L/R)								
Control by PLN			DCS/Supervisory								

Remark :

Gambar 7. Lembar Pemgumpulan Data Operasi Harian 150 kV Pada Ruang Kendali Pusat (CCR)

KESIMPULAN

Dari penyusunan SOP pengoperasian gardu induk saluran transmisi jaringan listrik 150 kV Sarulla ini, dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Pengoperasian gardu induk merupakan pekerjaan berbahaya yang membutuhkan SOP pengoperasian yang baik dan benar
2. Operator yang mengoperasikan gardu induk harus paham SOP dengan baik dan benar serta tersertifikasi.
3. Insinyur telah mampu mengindentifikasi permasalahan kondisi tidak aman pada pembangkit Sarulla berupa belum tersedianya dokumen keamanan SOP dalam pengoperasian gardu induk dan telah menjadi bagian dari solusi permasalahan.
4. Insinyur telah mampu menyusun SOP pengoperasian gardu induk di Sarulla dengan mengacu pada SOP pengoperasian gardu induk dari PT. PLN Persero.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Sarulla Operation Ltd., “Sarulla Company Overview.” [Online]. Available: https://sarullaoperations.com/company/overview

[2] Sarulla Operation Ltd., “Namora I Langit Power - Plant Galery.” [Online]. Available: https://sarullaoperations.com/gallery/nil/namora-i-langit-unit-nil-2018

[3] P. I. Indonesia, “KEI 2021,” 2021.

[4] I. Fauziyah, "Keputusan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 156 Tahun 2021 Tentang Sistem Manajemen Peningkatan Produktivitas," 2021.

[5] Kemenpan RI, "Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi tentang Pedoman Penyusunan Standar Operational Prosedur (SOP) Administrasi Pemerintahan," *Pedoman Penyusunan Standar opreasional Prosedur (SOP) Administrasi Pemeintahan*, 2008, [Online]. Available: https://peraturan.bpk.go.id/Home/Download/123797/PERMENPAN NOMOR 21 TAHUN 2008.pdf