

ANALISIS KONTINGENSI LEPASNYA TRAFO-II IBT 500/150 KV PADA SISTEM TENAGA LISTRIK SUBSISTEM DI BANDUNG

Opa Mustopa

Teknik Elektro,
Universitas Ibn Khaldun, Jl.
Sholeh Iskandar, Bogor

Sarah Chairul Annisa

Teknik Elektro,
Universitas Ibn Khaldun, Jl.
Sholeh Iskandar, Bogor

Joki Irawan

Teknik Elektro
Universitas Ibn Khaldun, Jl.
Sholeh Iskandar, Bogor

Abstrak – Keandalan dan stabilitas suatu sistem tenaga listrik perlu dijaga karena berkaitan erat dengan kelangsungan hidup manusia. Sistem ini terbagi atas tiga, yaitu pembangkit, transmisi, dan distribusi. Kestabilan penyaluran listrik dari pembangkit sampai konsumen di lakukan dengan saling terintegrasi antara ketiga bagian tersebut. Pelaksanaan operasi dalam sistem tenaga listrik haruslah sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Simulasi pada sistem tenaga listrik adalah salah satu cara mengurangi resiko kesalahan operasi agar dapat mengidentifikasi jika ada alat atau komponen yang lemah selanjutnya dilakukan antisipasi pencegahan gangguan yang bersifat teknis. Analisis kontingensi dilakukan untuk mengetahui perubahan aliran daya akibat terjadinya pelepasan salah satu komponen sistem tenaga listrik. Pelepasan tersebut dapat terjadi karena adanya gangguan maupun karena akan dilakukannya pemeliharaan berkala sehingga harus dilepasnya salah satu komponen sistem tenaga listrik. Oleh karena itu, analisis kontingensi dapat menjadi sebuah solusi untuk menganalisa suatu sistem tenaga listrik untuk mencegah pemadaman meluas. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini antara Studi literatur, Observasi, dan Diskusi. Hasilnya adalah pada saat system tenaga listrik sub system Bandung dalam keadaan normal, terdapat under voltage pada bus Cianjur oleh karena itu perlu diantisipasi dengan penambahan Kapasitor, kemudian saat dilakukan simulasi pelepasan IBT-II, hampir semua bus mengalami under voltage sehingga system menjadi tidak stabil dan beberapa trafo mengalami over load. Dan apabila system mengalami overload, perbaikan yang dilakukan bisa dengan cara pengurangan beban, sedangkan apabila terjadi under voltage, dapat diperbaiki dengan menambah kapasitor.

Keywords: *Sistem Tenaga Listrik, Distribusi Listrik, Analisis Kontingensi*

Abstract -- The electric power system is a part that needs to maintain its sustainability and stability because it is closely related to human survival. This system is divided into three main parts, namely generation, transmission and distribution. The third part is integrated with each other which can maintain the stability of electricity distribution from the generator to the consumer properly, because if there is instability in the electric power system it can disrupt the continuity of load power services. Implementation of operations in the electric power system must comply with applicable regulations. Apart from that, planning can also reduce the risk of operational errors by carrying out simulations so that weak components can be identified and then anticipated to prevent technical problems. Contingency analysis is carried out to determine changes in power flow due to the release of one of the components of the electric power system. This release can occur due to interference or because periodic maintenance will be carried out so that one of the components of the electrical power system must be removed. Therefore, contingency analysis can be a solution for analyzing an electrical power system to prevent widespread forest fires. The methodology used in this research includes literature study, observation and discussion. The result is that when the Bandung sub-system's electric power system is in normal condition, there is under voltage on the Cianjur bus, therefore it needs to be anticipated by adding capacitors, then when the IBT-II discharge simulation is carried out, almost all buses experience under voltage so that the system becomes unstable and some transformers experience overload. And if the system is overloaded, repairs can be made by reducing the load, whereas if undervoltage occurs, it can be repaired by adding capacitors.

Keywords: *Electric Power Systems, Electrical Distribution, Contingency Analysis*

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTSUIKA-BOGOR

I. LATAR BELAKANG

Keandalan dan stabilitas Sistem tenaga listrik merupakan bagian yang sangat vital serta perlu dijaga, karena berkaitan dengan kelangsungan hidup manusia dan berkaitan erat dengan beberapa sektor-sektor pemerintah. Pembangkit, transmisi, dan distribusi merupakan tiga bagian utama pada sistem tenaga listrik. Ketiga bagian tersebut saling terintegrasi menjadi sebuah sistem interkoneksi sehingga dapat menjaga kestabilan penyaluran listrik dari pembangkit sampai ke konsumen dengan baik, karena ketidakstabilan sistem tenaga listrik dapat mengganggu kontinuitas pelayanan daya beban.

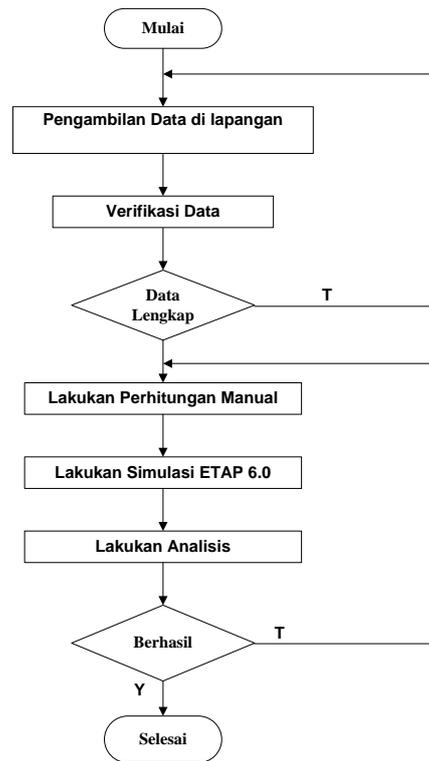
Sistem tenaga listrik beroperasi harus sesuai dengan ketentuan yang berlaku, perlu perencanaan yang baik supaya mempunyai keandalan yang baik. Perencanaan yang baik dapat mengurangi resiko kesalahan. Salah satu cara agar bisa mengidentifikasi komponen yang lemah dengan melakukan simulasi terdahulu pada sistem tenaga listrik yang akan kita buat, selanjutnya dilakukan antisipasi pencegahan gangguan yang bersifat teknis.

Pada bulan Mei 2014, terjadi pemadaman listrik di hampir semua wilayah Jakarta. Hal ini disebabkan adanya kenaikan defisit daya karena turunnya pasokan dari PLTU Lontar ke trafo IBT (interbus transformer) Balaraja pemadaman listrik yang terjadi yaitu akibat adanya gangguan di sub sistem Muara Karang-Gandul, Balaraja-Lontar dan Kembangan. (Sumber : liputan6.com). Hal tersebut disebabkan adanya unit pembangkit yang lepas dari sistem sehingga mengganggu sistem secara keseluruhan. Lepasnya komponen pada sistem interkoneksi dapat menyebabkan pelepasan pada komponen dibawahnya dan apabila tidak segera dilakukan manuver beban maka akan terjadi pelepasan bertingkat yang menyebabkan pemadaman total (*Blackout*) yang tentu akan lebih sulit untuk mengembalikan ke keadaan normal.

Analisis kontingensi dilakukan untuk mengetahui perubahan aliran daya akibat terjadinya pelepasan salah satu komponen sistem tenaga listrik. Pelepasan tersebut dapat terjadi karena adanya gangguan maupun karena akan dilakukannya pemeliharaan berkala sehingga harus dilepasnya salah satu komponen sistem tenaga listrik.[1] Oleh karena itu, analisis kontingensi dapat menjadi sebuah solusi untuk menganalisa suatu sistem tenaga listrik untuk mencegah pemadaman meluas.

II. METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini antara Studi literatur, Observasi, dan Diskusi.



Gambar 1. Diagram Alir (Flow Chart) Penelitian

a. Kondisi operasi sistem tenaga listrik

Keadaan normal

Kondisi ini merupakan kondisi dimana sistem bekerja dalam keadaan normal dan tidak terdapat gangguan. Pada kondisi ini sistem berada pada kondisi stabil dimana semua elemen terhubung dengan sistem. Namun apabila terjadi beban puncak, ada kemungkinan bus ada yang mengalami under voltage.

b. Kondisi gangguan

Gangguan dalam penyediaan tenaga listrik merupakan hal yang tidak dapat dihindari karena ada beberapa faktor yang mungkin terjadi sehingga mempengaruhi kinerja dalam sistem tenaga listrik. Gangguan dalam operasi sistem tenaga listrik merupakan kejadian yang menyebabkan bekerjanya relay dan menjatuhkan pemutus tenaga diluar kehendak operator, sehingga menyebabkan putusnya aliran daya yang melalui PMT tersebut.

Ditinjau dari sifatnya, gangguan ada yang bersifat temporer, yaitu gangguan yang hilang saat jatuhnya PMT sehingga sistem dapat normal kembali saat PMT di masukkan, karena gangguan hilang dengan sendirinya saat PMT trip. Sedangkan gangguan yang bersifat permanen ditandai dengan trip nya PMT setelah dimasukkan kembali sehingga sistem baru akan kembali normal setelah gangguan dihilangkan. [6]

Sering terjadi gangguan yang disebabkan adanya bagian dari sistem yang mengalami beban lebih. Hal semacam ini bisa terjadi karena sebelumnya

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTSUIKA-BOGOR

sudah ada gangguan yang menyebabkan beban berpindah ke bagian sistem yang lain sehingga timbul beban lebih. Gangguan semacam ini disebut gangguan kaskade.

Gangguan karena beban lebih bisa juga terjadi karena memang pertumbuhan beban tidak dengan penguatan instalasi. Koordinasi yang kurang baik dalam pengoperasian sistem dapat juga menimbulkan gangguan beban lebih, misalnya ada pemindahan beban dalam jarring distribusi dari satu GI ke GI yang lain tanpa diikuti perencanaan operasi yang baik dalam sistem transmisi dapat menimbulkan gangguan beban lebih dalam sistem transmisi.

c. Kondisi setelah gangguan

Kondisi ini merupakan keadaan dimana sistem telah mengalami perbaikan gangguan sehingga dapat beroperasi secara normal kembali dan diharapkan kembali ke kondisi normal. Perbaikan yang dilakukan biasanya berupa perbaikan profil tegangan dan memperbaiki adanya kelebihan arus.

d. Keamanan dan Keandalan Sistem Tenaga Listrik

Hal yang sangat penting dalam sistem tenaga listrik adalah menjaga keamanan dan keandalan sistem dari berbagai gangguan yang dapat menyebabkan sistem mengalami pemadaman. Apabila terjadi kegagalan dalam mempertahankan keamanan dan keandalan sistem, maka akan terjadi pemadaman meluas yang pada akhirnya menyebabkan padamnya seluruh sistem secara keseluruhan yang biasa disebut Blackout [1]

e. Analisis keamanan sistem

Keamanan sistem dapat dibagi menjadi 3 fungsi utama [1], yaitu :

1. Monitoring sistem

Pada kondisi ini sistem dipantau secara terus menerus untuk menghasilkan data terbaru dari sistem, dengan tujuan menjaga kestabilan nilai dari parameter-parameter yang bekerja seperti tegangan dan frekuensi agar tidak mengalami penurunan ataupun kenaikan nilai secara drastis.

2. Analisis kontingensi

pada kondisi ini dilakukan beberapa simulasi pada sistem dengan memberikan beberapa kemungkinan komponen mana yang dapat lepas dari sistem. Analisa kontingensi merupakan suatu analisa yang rutin dilaksanakan yang hasilnya digunakan di PLN sebagai acuan untuk operasi sistem selama 1 bulan ke depan. Simulasi keadaan kontingensi hanya dilakukan pada saluran yang bersifat crucial, misalnya pada jaringan transmisi yang bersifat backbone atau pada sumber pasokan seperti IBT ataupun pembangkit. Sedangkan pada saluran yang bersifat radial, simulasi tidak dilakukan lagi karena perhitungannya dapat dilakukan secara manual dan hasilnya sudah pasti.

Simulasi ini dilakukan karena dalam pengoperasian sistem tenaga listrik sering terjadi keadaan dimana salah satu komponen harus dilepaskan demi menjaga keandalan sistem. Pelepasan tersebut ada yang

direncanakan, yaitu karena akan dilakukannya pemeliharaan pada setiap komponen sistem. Maupun ada yang tidak direncanakan seperti gangguan yang bila tidak langsung diatasi dapat menimbulkan gangguan bertingkat. Oleh karena itu pelepasan komponen harus diikuti dengan skenario recovery pada bagian sistem yang terganggu untuk mengatasi pelepasan yang direncanakan maupun tidak direncanakan.

Analisa kontingensi dapat dilakukan dengan menggunakan software yang mendukung seperti : ETAP, MATLAB Simulink, Power World, dan sebagainya.

f. Perbaikan sistem

Pada kondisi ini dilakukan perubahan pada operasi sistem sesuai dengan hasil simulasi pada analisis kontingensi. Dalam pelaksanaannya terdapat berbagai tahapan proses dari mulai perencanaan sampai pada aplikasi dilapangan. Manuver beban pada sistem yang mengalami overload harus dilakukan berdasarkan pertimbangan sistematis agar tidak terjadi kesalahan yang menyebabkan gangguan meluas. Perbaikan sistem biasanya berupa perbaikan profil tegangan maupun mengurangi kelebihan arus.

Kelebihan arus pada sistem dapat diatasi dengan Load Shedding [7]. Pelepasan beban harus dilakukan sesegera mungkin sesuai dengan urutan manuver yang telah dianalisis sebelumnya. Setelah sebagian beban dilepas, maka tegangan akan kembali normal dan selanjutnya dilakukan pemasukan kembali beban-beban tersebut.

g. Analisis Keandalan Sistem

Keandalan sistem tenaga listrik merupakan hal yang sangat penting. Keandalan juga menyangkut mutu penyaluran listrik. Hal-hal yang menjadi ukuran mutu tenaga listrik [6] adalah :

1) Kontinuitas penyediaan listrik

Hal ini diukur dari jumlah gangguan penyediaan tenaga listrik dalam satu tahun. Selain jumlah gangguan juga perlu dinyatakan lamanya gangguan berlangsung.

2) Deviasi nilai frekuensi

Pada operasi sistem yang sesungguhnya, nilai frekuensi selalu mengalami deviasi dari nilai yang sesungguhnya. Nilai deviasi dan berapa lama deviasi terjadi merupakan salah satu ukuran mutu tenaga listrik. Goncangan frekuensi dalam sistem bisa disebabkan oleh beban MW yang relative besar.

3) Kestabilan tegangan

Ukuran kestabilan tegangan pasokan bagi para pemakai tenaga listrik diantaranya secara kontinyu harus berada dalam batas-batas +5% dan -10% dari nilai nominalnya (standar PLN). Penyimpangan dari nilai ini, untuk nilai relative pada umumnya terjadi karena jaringan yang rendah berbeban lebih.

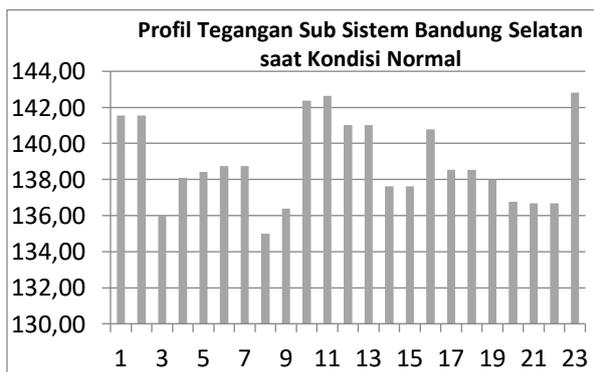
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTSUIKA-BOGOR

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemodelan sistem sub sistem Bandung Selatan pada tanggal 11 okt 21, didapat sebagai berikut :

Tabel 1. Data bus hasil simulasi saat keadaan normal

No Bus	Bus ID	Nominal Voltage (kV)	Voltage (kV)	Voltage (%)	Loading (MW)	Loading (MVAR)
1	BDSLNI	150	141.54	94.36	332.742	201.417
2	BDSLNI II	150	141.54	94.36	293.196	171.445
3	BDUTRI	150	135.99	90.66	40.637	7.519
4	CBREM	150	138.11	92.07	59.762	27.554
5	CGRLGI	150	138.42	92.28	276.978	104.292
6	CKSKAI	150	138.74	92.49	177.115	46.997
7	CKSKA II	150	138.75	92.5	176.061	46.629
8	CNJUR	150	134.99	89.99	105.5	46.76
9	DGPKRI	150	136.38	90.92	45.703	9.147
10	DR1	20	142.38	94.92	2.973	0.901
11	DRJAT	150	142.64	95.09	146	32
12	KM/NG I	150	141.03	94.02	185.979	56.435
13	KM/NG II	150	141.03	94.02	197.027	57.708
14	KRCDCGI	150	137.61	91.74	105.987	66.171
15	KRCDCG II	150	137.61	91.74	82.342	56.731
16	PNSIA	150	140.78	93.85	62.171	38.823
17	RCKBA I	150	138.53	92.35	64.59	15.664
18	RCKBA II	150	138.53	92.35	52.441	10.923
19	RCKEK II	150	138	92	181.555	48.242
20	TD2CR	20	136.76	91.17	12.052	5.902
21	UBRG I	150	136.67	91.11	127.972	62.657
22	UBRG II	150	136.67	91.11	95.442	46.34
23	WYWDU	150	142.82	95.21	219	42



Gambar 2. Profil Tegangan saat keadaan normal

Pada saat sistem tenaga listrik berada dalam keadaan normal atau dapat dikatakan semua komponen berfungsi dengan baik, pada saat terjadi beban puncak pada rating tegangan 150 KV ada bus yang mengalami kondisi kritis yaitu drop tegangan pada bus. Hal ini bisa disebabkan oleh besarnya beban yang harus ditanggung oleh bus. Oleh karena itu

simulasi aliran daya dapat digunakan untuk melihat elemen sistem yang lemah sehingga dapat dilakukan pencegahan keluarnya elemen tersebut dari sistem.

IV. KESIMPULAN

Pada saat system tenaga listrik sub system Bandung dalam keadaan normal, terdapat under voltage pada bus Cianjur oleh karena itu perlu diantisipasi dengan penambahan Kapasitor, kemudian saat dilakukan simulasi pelepasan IBT-II Bandung Selatan, hampir semua bus mengalami under voltage sehingga system menjadi tidak stabil dan beberapa trafo mengalami over load. Dan apabila system mengalami overload, perbaikan yang dilakukan bisa dengan cara pengurangan beban, sedangkan apabila terjadi under voltage, dapat diperbaiki dengan menambah kapasitor.

V. REFERENSI

- G. Eason, B. Noble, and I. N. Sneddon, "On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions," *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, vol. A247, pp. 529–551, April 1955. (*references*)
- [1] J. Clerk Maxwell, *A Treatise on Electricity and Magnetism*, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68–73.
 - [2] I. S. Jacobs and C. P. Bean, "Fine particles, thin films and exchange anisotropy," in *Magnetism*, vol. III, G. T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271–350.
 - [3] K. Elissa, "Title of paper if known," unpublished.
 - [4] R. Nicole, "Title of paper with only first word capitalized," *J. Name Stand. Abbrev.*, in press.
 - [5] Y. Yorozu, M. Hirano, K. Oka, and Y. Tagawa, "Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface," *IEEE Transl. J. Magn. Japan*, vol. 2, pp. 740–741, August 1987 [Digests 9th Annual Conf. Magnetics Japan, p. 301, 1982].
 - [6] M. Young, *The Technical Writer's Handbook*. Mill Valley, CA: University Science, 1989.