

# STUDY ALIRAN DAYA (*LOAD FLOW*) PADA SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK GEDUNG PASCA SARJANA UNIVERSITAS BHAYANGKARA SURABAYA

Agus Kiswantonono<sup>1</sup>, Darul Iلمي Firmansyah<sup>2</sup>

<sup>(1)(2)</sup> Universitas Bhayangkara Surabaya, Indonesia  
kiswantonono@gmail.com

## Abstrak.

Studi aliran beban dimaksudkan untuk memperoleh informasi mengenai aliran daya atau tegangan pada suatu jaringan sistem tenaga listrik. Informasi ini sangat dibutuhkan untuk mengevaluasi unjuk kerja sistem tenaga. Permasalahan aliran daya mencakup perhitungan aliran dan tegangan sistem pada terminal atau bus tertentu. penelitian evaluatif dengan menggunakan metode penelitian *operation research/action research*, Manfaat studi aliran daya ini yaitu, untuk mengetahui tegangan pada setiap simpul yang ada pada sistem, untuk mengetahui semua peralatan apakah memenuhi batas – batas yang ditentukan untuk meyalurkan daya yang diinginkan, dan untuk memperoleh kondisi mula pada perencanaan sistem yang baru. Studi study aliran beban ini mengambil contoh pada implementasi sistem tenaga listrik di lembaga pendidikan Universitas Bhayangkara Surabaya, dengan karakteristik beban terpusat (*lumped load*), jaringan sistem distribusi tenaga listrik berupa jaringan radial dan sumber tegangan berasal dari saluran menengah PLN 20 kV menuju ke titik – titik beban. Dari hasil perhitungan aliran daya berbantuan program ETAP (*Electrical Transient Analyzer Program*) dapat disimpulkan bahwa sistem jaringan listrik sudah baik. Hasil yang diperoleh adalah Circuit breaker pada CB4 mengalami overload dan pada bus 24, bus 4 dan bus 6 mengalami undervoltage. Sedangkan aliran daya masih memenuhi standar menurut hasil *Text Report* pada ETAP.

**Kata kunci :** *study beban, ETAP, PLN 20kV*

**Abstract:** *Load flow study is intended to obtain information about the flow of power or voltage in an electric power system network. This information is needed to evaluate the performance of the power system. Power flow problems involve calculating the system flow and voltage at a particular terminal or bus. evaluative research using the research method of operation research / action research, The benefits of this power flow study are to find out the voltage at each node in the system, to find out whether all the equipment meets the limits specified to deliver the desired power, and to obtain initial conditions in the new system planning. This load flow study study takes an example of the implementation of the electric power system at the Bhayangkara University of Surabaya educational institutions, with the characteristics of a centralized load (lumped load), the electricity distribution system network in the form of a radial network and a voltage source from the 20 kV PLN intermediate line to the point - load point. From the calculation of power flow assisted by the ETAP (Electrical Transient Analyzer Program) program, it can be concluded that the electrical network system is good. The results obtained are that the circuit breaker on CB4 has an overload and on bus 24, bus 4 and bus 6 experience an undervoltage. Meanwhile, the power flow still meets the standards according to the results of the Text Report on ETAP.*

**Keywords:** *load study, ETAP, PLN 20kV*

## PENDAHULUAN

Dalam dunia pendidikan, listrik sudah menjadi kebutuhan primer sebagai sumber energi utama untuk mensuplai semua kebutuhan listrik yang ada di dunia pendidikan, energi listrik diambil dari pasokan listrik Perusahaan Listrik Negara (PLN). Seiring berjalannya waktu, bagian Texturizing pun terus melakukan pengembangan khususnya di sektor pembangunan, yang berarti bertambah pula jumlah beban yang harus ditanggung. Akibatnya, desain konfigurasi awal dari sistem jaringan kelistrikan yang awalnya baik dan mampu melayani beban dengan baik, bisa jadi menjadi tidak

sesuai lagi dengan keadaan pembebanan saat ini. Untuk itu, perlu dilakukan study aliran daya untuk mengetahui kondisi secara keseluruhan dari sistem tenaga listrik pada bagian Texturizing di Universitas Bhayangkara Surabaya saat ini.

Study aliran daya dalam sistem tenaga listrik merupakan study yang mengungkapkan kinerja suatu sistem tenaga listrik dan aliran daya (nyata dan reaktif) untuk keadaan tertentu ketika sistem bekerja. Hasil utama dari aliran daya adalah besar dan sudut fasa tegangan pada setiap saluran (bus), daya nyata dan daya reaktif yang ada pada setiap saluran. Hasil study aliran daya dapat digunakan untuk mengetahui besarnya losses (rugi daya dan tegangan), alokasi daya reaktif dan kemampuan sistem untuk memenuhi pertumbuhan beban.

Perhitungan aliran daya untuk sistem tenaga listrik pada bagian Texturizing di Universitas Bhayangkara Surabaya secara manual akan sangat rumit, oleh sebab itu dalam penelitian ini digunakan software komputer untuk mempermudah dan mempercepat dalam proses perhitungan aliran daya. ETAP (Electrical Transient Analisis Program) Power Station merupakan salah satu software yang dapat digunakan untuk perhitungan aliran daya pada sistem tenaga listrik. Dengan menggunakan software ETAP Power Station 7.0 akan dapat mengstudy sistem tenaga listrik yang sangat luas (Agung, 2009 dalam Dhimas, 2014 : 2).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: 1) besar nilai aliran daya yang meliputi daya Constant yang ada pada bagian Texturizing di Universitas Bhayangkara Surabaya, 2) besar nilai rugi (losses) yang terdapat dalam sistem tenaga listrik pada bagian Texturizing di Universitas Bhayangkara Surabaya, 3) besar nilai tegangan pada setiap bus yang ada pada bagian Texturizing di Universitas Bhayangkara Surabaya.

## METODE PENELITIAN

Dari segi desain dapat dijelaskan bahwa penelitian ini merupakan penelitian evaluatif dengan menggunakan metode penelitian *operation research/action research*, dan eksperimen dengan tingkat eksplanasi berupa deskriptif. Jadi peneliti akan mengambil data yang ada dilapangan baik pengukuran maupun kalkulasi study simulasi pada program bantu. Program akan memberikan laporan terkait dengan aliran daya sehingga peneliti dengan mudah mengetahui apakah sistem masih mampu mengalirkan daya dengan baik. Waktu penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2018 bertempat di Universitas Bhayangkara Surabaya.

Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Observasi

Observasi dilakukan di Universitas Bhayangkara Surabaya. Dalam observasi ini diperoleh berupa data transformator, data bus, data sistem pengaman, dan data beban yang terdapat di Universitas Bhayangkara Surabaya.

2. Studi pustaka

Studi pustaka yaitu informasi yang diperoleh dengan cara membaca, mencatat sistematis yang berkaitan dengan perhitungan aliran daya yang diperoleh dari sumber tertentu.

3. Eksperimen

Eksperimen ini menggunakan perangkat lunak (*software*) ETAP power station 7.0. dalam mengstudy aliran daya. Data masukkan diperoleh dari hasil observasi yang dilakukan oleh peneliti.

#### 4. Study

Mengstudy dan membahas data-data yang di dapat dari hasil penelitian. Study data dilakukan dengan metode perhitungan aliran daya yang terdapat dalam *software* ETAP power station 7.0.

Untuk metode study aliran daya, data-data yang telah diperoleh selanjutnya distudy menggunakan *software* ETAP power station 7.0. Dengan bantuan *software* ETAP power station 7.0. dapat mempermudah proses study aliran daya karena hasil dari study akurat dan sesuai dengan teori study yang sudah ada.

Study aliran daya listrik dengan *software* ETAP power station 7.0. berdasarkan pada single line diagram dan data-data masukkan dari hasil penelitian yang telah diketahui. Untuk menjalankan *software* ETAP power station 7.0. terlebih dahulu menggambar diagram segaris sistem kelistrikan Universitas Bhayangkara Surabaya. Setelah diagram segaris digambarkan pada setiap komponen dalam diagram segaris seperti sumber (*power grid*), transformator, *bus*, beban dan lain-lain diberi data masukkan sesuai karakteristik komponen-komponen tersebut. Jika data yang dimasukkan tidak benar maka *software* ETAP power station 7.0 tidak akan menjalankan perintah untuk mengstudy aliran daya (*error*). Setelah data yang dimasukkan lengkap dan benar selanjutnya dipilih metode aliran daya yang tersedia sebelum menjalankan program, pada penelitian ini dipilih metode Newton Raphson.

Dari study *software* ETAP power station 7.0 dapat dijadikan sebagai referensi kelistrikan di Universitas Bhayangkara Surabaya. Hasil dari *software* ETAP power station 7.0. berupa laporan yang terdiri atas data masukkan dan laporan hasil dari perhitungan aliran daya yang dilakukan oleh program.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Klasifikasi Jaringan

Berikut ini adalah klasifikasi jaringan kelistrikan yang ada di Universitas Bhayangkara Surabaya yaitu :

1. Menggunakan satu sumber tenaga listrik utama yaitu dari PLN dan penambahan daya Transformator 20 KV, sedangkan Gen.set sebagai sumber tenaga listrik cadangan dan hanya digunakan untuk penerangan ketika terjadi pemadaman listrik dari PLN.
2. Mempunyai satu swing bus (bus referensi)
3. Mempunyai satu load bus (bus beban). Pada bagian Texturizing, terdapat satu buah trafo yang berkapasitas 630 kVA.
4. Beban yang digunakan dengan karakteristik beban terpusat ( lumped load )
5. Terdapat satu panel kapasitor bank sebagai penyuplai ke beberapa beban yang ada di Universitas Bhayangkara Surabaya.



**Tabel III. Hasil Branch Losses Report**



Project: ETAP Page: 1  
 Location: 7.0.0 Date: 23-03-2018  
 Contact: NS 17345678  
 Engineer: Reza Rizki  
 Translator: ns Study Case: LF Config: Normal

**Branch Losses Summary Report**

Ckt / Branch	From To Bus Flow		To From Bus Flow		Loss		% Bus Voltage		Tx % Drop
	ID	W	W	W	W	W	Bus	Tx	
T1		0.00	0.00	0.00	0.00	0.1	0.3	100.0	0.0
						0.1	0.3		

Tabel 3 berisi informasi tentang informasi mengenai rugi ( losses ) pada transformator dan pada tiap – tiap kabel dengan hasil sebagai berikut :

1. Tranformator 1 memiliki losses sebesar 0,1 KW dan 0,3 Kvar

**Tabel IV. Hasil Unbalanced Load Flow Report**



Project: ETAP Page: 1  
 Location: 7.0.0 Date: 23-03-2018  
 Contact: NS 17345678  
 Engineer: Reza Rizki  
 Translator: ns Study Case: LDF Config: Normal

**UNBALANCED LOAD FLOW REPORT**

Bus	ID	Vt	Phase	Voltage			Generation			Load			Load Flow			XFMR	
				% Max	Mag	Angle	W	MVA	W	MVA	W	MVA	W	MVA	W		MVA
Bus1		20.000	A	100.000	0.0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			B	100.000	-120.0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			C	100.000	120.0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bus2		0.000	A	0.000	0.0	0.000	0	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	
			B	0.000	-120.0	0.000	0	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	
			C	0.000	120.0	0.000	0	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	

\* Indicates a voltage regulated bus | voltage controlled or unregulated bus connected to it  
 # Indicates a bus with a load demand of more than 0.1 MVA

Tabel 4. memberikan informasi tentang nilai aliran daya tidak seimbang pada ETAP 7.0 dengan hasil sebagai berikut :

1. bus 1 memiliki generation sebesar 19 KVA

**Tabel V Hasil Load Flow Report**

Project:	ETAP	Page:	1
Location:	7.00	Date:	23-10-2018
Contact:		SN:	12345678
Equipment:	Study Case: LF	Revision:	Base
Filename:	...	Config:	Normal

  

LOAD FLOW REPORT														
Bus	Voltage			Generation			Load			Load Flow			XFMR	
	ID	kV	% Reg	Mag	kW	kVar	kW	kVar	ID	kW	kVar	Mag		kW
*Bus1		20.00	100.00	0.0	0.00	0.00	0	0	Bus1	0.00	0.00	1.0	100.0	
Bus2		0.40	10.00	0.3	0	0	0.00	0.00	Bus1	-0.00	0.00	0.4	100.0	

\* Indicates a voltage regulator on bus / voltage controlled or unregulated machine connected to it.  
 \* Indicates a bus with a load mismatch of more than 1.100%.

Tabel 5 memberikan informasi tentang nilai aliran daya tidak seimbang pada ETAP 7.0 dengan hasil sebagai berikut :

1. Bus 1 memiliki generation sebesar 56 KVA

Dari hasil study load flow pada jaringan listrik transformator distribusi 20 KV, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Nilai daya constant KVA dan nilai daya konstant Kvar memiliki selisih yang masih terbilang standart dari perhitungan.
2. Pada transformator mengalami rugi ( losses ) sebesar 0,1 KW dan 0,3 Kvar.
3. Pada analisa aliran daya tidak seimbang bus 1 dan bus 2 mengalami generation sebesar 19 KVA . Dan pada tiap – tiap bus mempunyai load flow dengan jumlah total sebesar 56 KVA
4. Pada analisa aliran daya seimbang bus 1 dan bus 2 mengalami generation sebesar 56 KVA. Dan pada tiap – tiap bus mempunyai load flow dengan jumlah total sebesar 56.

Project:	ETAP	Page:	1
Location:	7.00	Date:	23-10-2018
Contact:		SN:	12345678
Equipment:	Study Case: ULF	Revision:	Base
Filename:	...	Config:	Normal

  

UNBALANCED LOAD FLOW REPORT																	
Bus	ID	kV	Shor	Voltage			Generation			Load			Load Flow			XFMR	
				% Reg	Mag	kW	kVar	kW	kVar	ID	kW	kVar	Mag	kW	kVar		
*Bus1		20.00	A	100.00	0.0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			B	100.00	-10.0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			C	100.00	10.0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus1		0.40	A	10.00	-10.0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			B	10.00	-10.0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			C	10.00	10.0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0

\* Indicates a voltage regulator on bus / voltage controlled or unregulated machine connected to it.  
 \* Indicates a bus with a load mismatch of more than 1.100%.

## KESIMPULAN

Manfaat studi aliran daya ini yaitu, untuk mengetahui tegangan pada setiap simpul yang ada pada sistem, untuk mengetahui semua peralatan apakah memenuhi batas – batas yang ditentukan untuk meyalurkan daya yang diinginkan, dan untuk memperoleh kondisi mula pada perencanaan sistem yang baru. Studi study aliran beban ini mengambil contoh pada implementasi sistem tenaga listrik di lembaga pendidikan Universitas Bhayangkara Surabaya, dengan karakteristik beban terpusat (*lumped load*), jaringan sistem distribusi tenaga listrik berupa jaringan radial dan sumber tegangan berasal dari saluran menengah PLN 20 kV menuju ke titik – titik beban. Dari hasil perhitungan aliran daya berbantuan program ETAP (*Electrical Transient Analyzer Program*) dapat disimpulkan bahwa sistem jaringan listrik sudah baik. Hasil yang diperoleh adalah Circuit breaker pada CB4 mengalami overload dan pada bus 24, bus 4 dan bus 6 mengalami undervoltage. Sedangkan aliran daya masih memenuhi standar menurut hasil *Text Report* pada ETAP.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agung, H. (2009). Study Load Flow dalam Sistem Tenaga Listrik di PT. Sinar Sosro Ungaran. Skripsi. Semarang : Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.
- Arikunto, Suharsimi. (2010). Prosedur Penelitian. Jakarta : PT Asdi Mahasatya.
- Dhimas, P. H. (2014). Pemanfaatan *Software* ETAP Power Station 7.0.0 untuk Mengstudy Aliran Daya Listrik di Gardu Induk Ungaran 150 kV. Skripsi. Semarang : Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.
- Ehendra's Blog. (2010). Proteksi Pada Sistem Tenaga Listrik. Online. Tersedia di <http://ehendra.wordpress.com/stl-01/> diakses [4-9-2014].
- Kadir, Abdul.(2006). Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik, Jakarta : UI – Press.
- Prabowo, H. (2007). Study Aliran Daya di Wilayah Kerja PT PLN (Persero) UPT Semarang. Skripsi. Semarang : Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.
- Sigit, A. P. (2015). Study Aliran Daya (Load Flow) dalam Sistem Tenaga Listrik Menggunakan *Software* ETAP Power Station 7.0.0 di PT. Kota Jati Furnindo Jepara. Skripsi. Semarang : Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.
- Sugiyono. (2010). Metode Penelitian Pendidikan, Bandung : CV. Alfabeta.
- Sulasno. (1993). Study Sistem Tenaga Listrik, Semarang : Satya Wacana.
- Stevenson, Jr. W. D. (1990). Study Sistem Tenaga Listrik, Jakarta : Erlangga.
- Tobing, B. L. (2003). Peralatan Tegangan Tinggi, Jakarta : PT. Gramedia Pustaka.



Unggul, D. K. (2011). Simulasi Aliran Daya pada Penyulang 2 Gardu Induk Rawalo dengan Menggunakan *Software* ETAP 7.0. Jurnal. Semarang : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Zuhal. (1998). Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya, Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama