

# ANALISIS KONTINGENSI SISTEM TENAGA LISTRIK BERBASIS METODE ALIRAN DAYA NEWTON-RAPHSON



Cahya Nanda Priyadi

Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta Indonesia

Email : 14524031@students.uii.ac.id



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

## ABSTRAK

Peningkatan mutu keandalan sistem tenaga listrik merupakan hal mutlak yang harus dipertahankan untuk sebuah sistem tenaga listrik. Salah satu caranya adalah dengan membuat berbagai simulasi kejadian kontingensi. Kontingensi sendiri memiliki arti sebagai terlepasnya salah satu atau lebih elemen sistem baik itu saluran transmisi maupun pembangkit yang diakibatkan dari suatu kegagalan pada sistem tenaga listrik. Tujuan dari simulasi kontingensi adalah untuk memprediksi kejadian terburuk pada sistem tenaga listrik apabila terjadi kegagalan sistem pada masa yang akan datang. Pada penelitian ini dilakukan simulasi kontingensi (N-1) yang mana hanya terjadi satu pelepasan saluran transmisi pada sistem uji 30 bus IEEE berbasis metode aliran daya *Newton-Raphson* (NR). Dari hasil simulasi tersebut didapat hasil berupa besar daya aktif dan reaktif saluran antar bus, yang kemudian nilai daya aktif yang didapat digunakan untuk menentukan seberapa tingkat keparahan saluran bus apabila terjadi kontingensi satu (N-1) menggunakan persamaan *Performance Index* (PI). Setelah dilakukan simulasi menggunakan bantuan *software* MATLAB diambil sampel dengan nilai PI terbesar yakni pada saluran 1-2 sebesar 18,3253. Dari hasil perhitungan nilai PI seperti ini maka sistem akan diprediksi mengalami *cascading outage* pada sistem karena terlalu banyak saluran yang mengalami *overload*. Untuk menghindari hal tersebut perlu adanya penambahan kapasitas daya pada saluran yang diprediksi akan mengalami *overload* jika terjadi (N-1) pada saluran 1-2, seperti menambah kapasitas saluran 1-3 dan 3-4 menjadi 350 MW agar aliran daya yang disalurkan melalui saluran tersebut bisa mengalir dengan lancar. Untuk sampel dengan hasil PI yang terkecil terdapat pada saluran 25-26, 12-13, dan 9-11 dengan besar PI masing-masing kurang dari 1. Hal tersebut dikarenakan pada masing-masing saluran hanya berdekatan dengan satu saluran sehingga efek yang ditimbulkan jika terjadi pelepasan pada masing-masing saluran tersebut tidak terlalu berpengaruh ke sistem 30 bus IEEE

**Kata Kunci:** Contingency Analysis, Newton-Raphson Load Flow, Performance Index dan Contingency Ranking

## 1. INTRODUCTION

### Latar Belakang

Kebutuhan akan energy listrik sekarang ini adalah kebutuhan yang mendasar, terutama bagi kegiatan perindustrian, perkantoran transportasi serta kegiatan komersial lainnya yang tentunya membutuhkan energy listrik sebagai sumber tenaganya.

### Rumusan Masalah

1. Bagaimana menyusun ranking kontingensi N-1 berdasarkan performance index menggunakan metode aliran daya NR pada sistem IEEE 30 bus
2. Bagaimana cara untuk mengetahui saluran yang mengalami pembebanan berlebih untuk ranking kontingensi tertinggi

### Tujuan Penelitian

1. Menyusun ranking kontingensi N-1 berdasarkan performance index berbasis metode aliran daya newton-raphson pada sistem IEEE 30 bus
2. Mengetahui saluran yang mengalami pembebanan berlebih untuk ranking kontingensi tertinggi

### Manfaat Penelitian

Sebagai upaya untuk mengoptimalkan sistem keandalan serta sebagai acuan dalam perencanaan dan pengoperasian sistem tenaga listrik

## 2. DASAR TEORI

### Kontingensi

Kontingensi merupakan suatu kejadian kegagalan pada suatu sistem tenaga yang diakibatkan oleh lepasnya salah satu atau lebih elemen sistem baik itu unit pembangkit atau saluran transmisi, istilah ini sangat berkaitan dengan kemampuan sistem tenaga dalam melayani beban yang ada jika terjadi gangguan tiba-tiba pada salah satu elemennya.

### Load Flow

Sistem transmisi tenaga listrik merupakan salah satu bagian terpenting dalam proses penyaluran energi listrik.

### Performasi Indeks

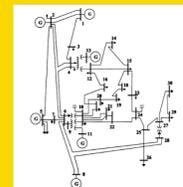
Berikut adalah persamaan yang akan dipakai untuk mengetahui seberapa parah pengaruh suatu saluran untuk sistem tenaga listrik.

$$PI = \sum_{\text{semua saluran } i} \left( \frac{P_{flow i}}{P_{max i}} \right)^{2n}$$

### Metode Aliran Daya Newton-Raphson

Metode aliran daya *Newton-Raphson* merupakan salah satu cara yang dapat dipergunakan untuk menyelesaikan masalah kontingensi. Metode ini dikembangkan dari Deret *Taylor*, yang berguna untuk menghitung suatu fungsi dengan dua variable atau lebih. Metode aliran daya *Newton-Raphson* dapat menghitung besarnya tegangan dan sudut fasa tegangan pada setiap busnya dengan menggunakan suatu set persamaan non linier.

### Sistem 30 Bus IEEE



Gambar 2.1 Diagram satu garis sistem 30 bus IEEE

## 3. METODOLOGI

### Alur Penelitian

Desain penelitian adalah tahapan atau gambaran yang akan dilakukan dalam melakukan penelitian, untuk memudahkan peneliti dalam melakukan penelitian, diperlukan desain penelitian.

Setelah mengumpulkan beberapa literatur sebagai pembanding dalam pemilihan metode maka langkah selanjutnya adalah mempersiapkan semua data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan permasalahan kontingensi dan *software* (perangkat lunak) yang akan digunakan untuk membantu menyelesaikan permasalahan komputasi serta *hardware* (perangkat keras) yang mampu menjalankan *software* yang akan digunakan tersebut.

Untuk menyelesaikan permasalahan kontingensi peneliti akan membuat suatu koding dengan menggunakan MATLAB.

Tahap selanjutnya adalah memasukan data saluran ke koding inti *Newton-Raphson* pada MATLAB kemudian disimulasikan.

Tahapan setelah dilakukannya simulasi adalah tahap analisa.

Tahap terakhir dari penelitian ini yaitu membuat kesimpulan dan saran, dimana kesimpulan berisikan hal-hal yang dianggap penting didalam proses pembuatan koding, dan saran yang berisi masukan guna kesempurnaan dari penelitian ini.

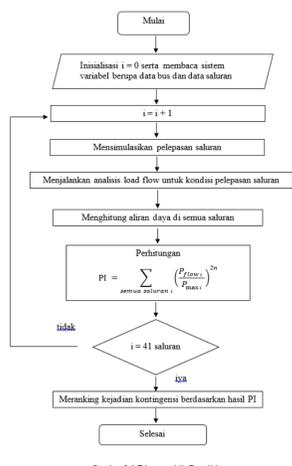
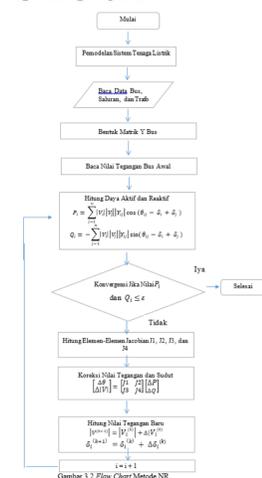
### Perancangan Sistem Simulasi

Penyelesaian masalah kontingensi melalui simulasi menggunakan *software* MATLAB ini menggunakan metode aliran daya *Newton-Raphson*.

### Implementasi Metode

Simulasi penyelesaian masalah kontingensi akan diselesaikan menggunakan *software* MATLAB dan di implementasikan pada sistem IEEE 30 bus.

Setelah proses komputasi dari matlab selesai selanjutnya masuk ketahap perangkangan kontingensi yang mana pada tahap ini saluran antar bus diurutkan berdasarkan tingkat pembebanan terbesar hingga terkecil dengan menggunakan persamaan PI.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Simulasi Perhitungan Nilai PI dan Perangkangan

Dari hasil perancangan metodologi pada Bab 3 dan telah di implementasikan pada saluran 30 bus IEEE (data terdapat pada lampiran) yang didalam berisikan data bus, data saluran, data beban disetiap bus, data daya pembangkitan generator pada tiap bus, data resistansi, data reaktansi, data susceptansi dan data tap setting

Untuk mencapai nilai output daya dengan akurasi yang tinggi diperlukan beberapa parameter nilai yang digunakan pada NR yang telah disebutkan pada Bab 3.berikut adalah nilai parameter yang digunakan untuk penyelesaian masalah kontingensi pada metode NR :

Iterasi : 7

Base MVA : 100

Nilai Toleransi : 0,0001

Jika nilai-nilai dari parameter yang telah ditentukan tersebut berhasil dicapai maka hasil keluaran dari proses komputasi menggunakan *software* MATLAB akan menjadi lebih maksimal. Tujuan dari simulasi ini adalah untuk mendapatkan nilai daya aktif saluran dengan tingkat akurasi tinggi untuk proses perangkangan berdasarkan tingkat pembebanan terbesar hingga pembebanan terkecil menggunakan PI yang diterapkan pada sistem 30 bus IEEE. Pada simulasi ini nilai PI telah dihitung dan telah diurutkan dari tingkat pembebanan terbesar hingga terkecil menggunakan bantuan *software* MATLAB.

### Hasil Simulasi Dari Pelepasan Saluran 1-2

Dari hasil simulasi kontingensi satu (N-1) pada saluran 1-2 diketahui bahwa pada saluran 1-2 memiliki efek keparahan tertinggi pada sistem 30 bus IEEE jika dibandingkan dengan saluran lainnya. Hal ini telah dibuktikan melalui sebuah simulasi menggunakan *software* MATLAB untuk membantu proses komputasi. Tabel 4.2 menunjukkan hasil dari pembebanan terparah pada saat terjadi (N-1) di saluran 1-2.

Tabel 4.2 Hasil Pembebanan Terparah Pada Saat Pelepasan Saluran 1-2

NO	Saluran Bus		Kapasitas saluran (MW)	Daya Aktif Saluran (MW)	Nilai PI	Keterangan
	Dari bus	Ke bus				
1	1	3	130	304,679	2,343	Tidak Aman
2	3	4	130	263,439	2,026	Tidak Aman
3	4	6	90	155,379	1,726	Tidak Aman
4	6	8	32	29,538	0,923	Aman
5	4	12	65	51,407	0,790	Aman

Tabel 4.2 menunjukkan hasil dari pembebanan terparah saat kejadian (N-1) pada saluran 1-2. Urutan pertama saluran terparah berada pada saluran 1-3 dengan aliran daya aktif sebesar 304.679 MW dan nilai PI sebesar 5.4929 dengan kapasitas maksimum saluran sebesar 130 MW. Hal ini membuktikan bahwa pada saluran 1-3 mengalami *overload* parah karena daya yang disalurkan melebihi batas maksimum dari saluran itu sendiri. Jika hal ini tidak segera diantisipasi dengan baik maka efek yang ditimbulkan ke sistem akan sangat berbahaya.

## 5. KESIMPULAN

### KESIMPULAN

1. Nilai PI sangat berpengaruh pada kondisi kerja saluran bus terlebih jika terjadi gangguan pada sistem. Hal ini telah dibuktikan melalui perhitungan menggunakan aplikasi MATLAB.
2. Pada saat pelepasan saluran 1-2 terdapat saluran-saluran bus yang mengalami *overload* parah, seperti pada saluran 1-3 dengan nilai PI sebesar 2,343.

### SARAN

1. Untuk menghindari terjadinya *cascading outage* atau *blackout* pada sistem 30 bus IEEE saat terjadi kontingensi pada saluran 1-2
2. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk mengevaluasi sistem tenaga listrik secara menyeluruh dengan menyertakan semua probabilitas kontingensi yang terjadi baik itu kontingensi (N-1),(N-2), dan kontingensi pada bus.
3. Dalam perancangan simulasi harus memperhatikan aspek stabilitas dan respon sistem apabila terjadi kontingensi

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- N. Nayak and A. K. Wadhvani, "Load Flow Analysis Using Newton-Raphson Method," *Trans Tech Publ.* 2015, vol. 793, pp. 494-499, 2015.
- Y. Chen and A. Bose, "Direct ranking for voltage contingency selection," *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 4, no. 4, pp. 1335-1344, 1989.
- P. Sekhar and S. Mohanty, "Power system contingency ranking using Newton Raphson load flow method," *2013 Annu. IEEE India Conf. INDICON 2013*, pp. 1-4, 2013.
- H. Mohamad, Z. Zakaria, and M. Z. Bin Mazlan, "Development of GUI Power System Load Flow Analysis tool based on Newton Raphson method," *2015 IEEE 7th Int. Conf. Eng. Educ. ICEED 2015*, pp. 29-34, 2015.
- FM. S. Kaiser, M. R. Hossain, F. I. Ali, and M. M. A. Rizvi, "Network Flow Optimization by Genetic Algorithm and Load Flow Analysis by Newton Raphson Method in Power System," *2nd Int'l Conf. ICEEICT 2015*, pp. 21-23, 2015.