

ANALISA PENGARUH VARIASI BEBAN TERHADAP PROFIL TEGANGAN PADA FEEDER GI POLEHAN DISTRIBUSI 20 kV PLN KOTA MALANG

¹ Mochamad Ifan Mashudi, ² Awan Uji Krismanto, ³ Ni Putu Agustini

Teknik Elektro, ITN Malang

¹ifan_mh@gmail.com, ²awan_uji_krismanto@lecturer.itn.ac.id, ³ni_putu_agustini@lecturer.itn.ac.id

Abstrak— Sistem tenaga elektrik memiliki beberapa persyaratan, Salah satu persyaratan keandalan sistem penyaluran tenaga listrik yang harus dipenuhi untuk pelayanan kepada konsumen adalah profil tegangan yang baik dan stabil, karena meskipun kelangsungan catu daya dapat diandalkan, namun tidak dapat mempertahankan tegangan tetap stabil pada sistem distribusi, karena profil tegangan yang buruk akan terjadi disemua bagian sistem dan akan berubah dengan adanya perubahan beban. Beban sebagian besar memiliki faktor daya tertinggal, pada dasarnya saat beban puncak daya reaktif yang dibutuhkan beban meningkat dan dapat lebih besar dari yang dibangkitkan oleh sistem. Oleh karena itu perlu dilakukannya analisa pengaruh variasi beban terhadap profil tegangan jaringan distribusi. Setelah dilakukannya analisa dengan data beban yang bervariasi, akan terlihat profil tegangan jaringan distribusi di salah satu feeder tersebut buruk atau baik.

Tulisan ini akan membahas tentang analisa pengaruh variasi beban terhadap profil tegangan pada 5 Feeder jaringan distribusi 20 kV kota Malang. Dalam penelitian ini akan menggunakan software DigSILENT PowerFactory untuk menganalisa profil Tegangan.

Kata Kunci: *Profil Tegangan, Probabilitas, Fluktuasi*

I. PENDAHULUAN

Pada era modern masyarakat sangat bergantung pada kebutuhan listrik. Listrik yang awalnya hanya digunakan untuk kebutuhan dan fungsi penerangan, kini menjadi sangat beragam. Mulai dari kebutuhan pokok rumah tangga seperti penggunaan pompa air, setrika listrik, mesin penanak nasi, hingga isi ulang gadget dan lainnya. Selain itu, bukan hanya kebutuhan rumah tangga yang semakin bervariasi. Perusahaan dan pengguna listrik 20kV lainnya juga mengalami peningkatan karena kebutuhan masyarakat yang semakin berkembang. Hal ini menjadikan seiring berjalannya waktu, kebutuhan akan energi listrik semakin tak terelakkan. Sebagai hasil dari meningkatnya kebutuhan listrik, beberapa tantangan operasional harus diperhatikan agar tidak

memengaruhi stabilitas sistem. Stabilitas sistem yang baik adalah ketika $\text{supply} = \text{losses} + \text{demand}$, namun yang terjadi saat ini adalah demand (permintaan) sangat mendekati supply (pembangkitan). Karena semakin besarnya kebutuhan, hal ini menjadikan pembangunan pembangkitan harus selalu ditambah.

Beban yang semakin banyak dan bervariasi tidak hanya berdampak pada pembangkitan listrik saja, melainkan juga berdampak kepada sistem distribusi itu sendiri, karena kenaikan beban yang signifikan setiap periodenya memiliki pengaruh besar terhadap kapasitas peralatan listrik pada sistem distribusi (transformator, penghantar, dan sebagainya), profil tegangan, kestabilan frekuensi, hingga faktor daya. [1]–[3]

Perubahan kondisi pembebanan sangat mempengaruhi keseimbangan tegangan. Idealnya, tegangan yang dirasakan peralatan adalah tegangan tiga-fasa dengan bentuk sinusoidal dan seimbang. Akan tetapi adanya pembebanan yang tak seimbang serta ketidakseimbangan impedansi saluran menyebabkan tegangan yang dirasakan oleh peralatan menjadi tidak seimbang. Ketidakseimbangan menyebabkan efisiensi motor induksi menurun dan menyebabkan munculnya harmonisa orde rendah pada penyearah. Perubahan kebutuhan yang tidak signifikan juga dapat menyebabkan permasalahan fluktuasi tegangan yaitu perubahan tegangan secara random. Dalam sistem distribusi, hal ini dapat lebih sering terjadi dibandingkan sistem transmisi. Penelitian ini akan membahas tentang analisa pengaruh variasi beban terhadap profil tegangan pada feeder GI Polehan pada jaringan distribusi 20 kV Kota Malang menggunakan software Power factory DigSilent.

Studi ini bertujuan untuk menganalisa profil tegangan saat merespons perubahan kondisi pembebanan dan mengembangkan cara untuk memperbaiki profil tegangan pada feeder GI Polehan pada jaringan distribusi 20 kV Kota Malang saat diberikan variasi beban..

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik dibagi menjadi tiga, yaitu sistem pembangkitan, sistem transmisi dan sistem distribusi. Sistem transmisi dan sistem distribusi pada sistem tenaga listrik berfungsi sebagai sarana untuk menyalurkan energi listrik yang dihasilkan dari pusat pembangkit ke pusat-pusat beban. Sistem distribusi memiliki peranan untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari sistem transmisi menuju ke masing-masing beban atau konsumen dengan mengubah tegangan listrik yang didistribusikan menjadi tegangan yang dikehendaki. Karena kedudukan sistem distribusi merupakan bagian paling akhir dari keseluruhan sistem tenaga listrik maka sistem ini mempunyai fungsi mendistribusikan langsung tenaga listrik pada beban atau konsumen yang membutuhkan.[4], [5]

B. Profil Tegangan

Profil tegangan dapat diidentifikasi sebagai nilai atau kondisi suatu tegangan (baik atau buruk) dalam sistem saat terjadi perubahan kondisi beban maupun saat terjadi gangguan. [6], [7]

Jauh dari beragam permasalahan power quality, jatuh tegangan (voltage drop) adalah problem yang tergolong sebagai problem klasik. Gangguan ini bisa terjadi di setiap wilayah terutama di tempat yang berdekatan dengan kawasan Industri. Besarnya batas atas dan bawah ditentukan oleh kebijaksanaan perusahaan kelistrikan. Jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Tegangan jatuh V pada penghantar semakin besar jika arus I di dalam penghantar semakin besar dan jika tahanan penghantar R_L semakin besar pula.

Beberapa solusi yang biasanya dilakukan untuk menanggulangi voltage drop adalah sebagai berikut:

1. Kurangi impedansi dari sistem kelistrikan, misalnya dengan menaikkan size transformer, mengurangi panjang kabel, ataupun memperbesar luas penampang kabel.
2. Lakukan voltage improvement, misalnya dengan melakukan adjustment pada tap setting trafo, atau menambahkan voltage regulator atau automatic on load tap changers. Voltage regulator 37 termasuk mechanical tap changing voltage regulators, electronic tap switching voltage regulators dan ferroresonant transformers
3. Kurangi kebutuhan arus, misalnya dengan melakukan reloading atau pengkoneksian ulang ke substation lain sehingga kebutuhan arus di jalur tersebut dapat dikurangi. Anda juga dapat memasang shunt capasitor atau VAR compensator. [8]

C. Probabilistic Load Flow

Sistem tenaga listrik dapat dikenal sebagai perakitan buatan manusia berskala paling kompleks dan berskala besar. Insinyur sistem tenaga menghadapi beberapa masalah yang

menantang seperti operasi, perencanaan, dan perlindungan sistem tenaga. Berbagai jenis studi harus dilakukan untuk menangani berbagai masalah sistem tenaga. Namun, seperti banyak upaya rekayasa lainnya, kondisi operasi di masa depan, dan kriteria operasi tidak dapat diprediksi dengan pasti. Peningkatan beban, penjadwalan pembangkit, dan topologi sistem tenaga adalah kondisi yang paling tidak menentu di mana ahli sistem tenaga berurusan dengan mereka.

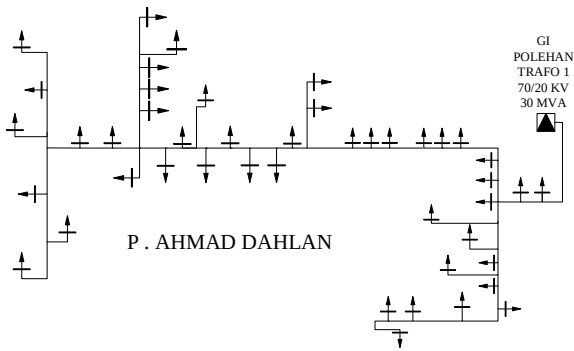
Sebagian besar masalah teknik dalam jaringan distribusi tunduk pada ketidakpastian. Ketidakpastian dapat berupa variasi beban harian, penghentian pembangkit, gangguan, dan kegagalan dalam jaringan sistem tenaga. Untuk melihat keluaran yang lebih baik dari ketidakpastian ini, pengenalan metode probabilistik dari pemodelan ketidakpastian sistem tenaga sangat penting. Dalam studi deterministic load flow (DLF), beban dan pembangkitan tertentu digunakan untuk menyelidiki variabel status jaringan. Untuk menangani ketidakpastian ini, probabilistic load flow (PLF) perlu dipertimbangkan. Dalam PLF, kondisi masa depan sistem tenaga diselidiki dengan menggunakan parameter input yang berbeda. Dalam studi PLF, parameter sistem tenaga diambil sebagai variabel acak yaitu pemadaman dan beban generasi. Oleh karena itu, hasil keluaran mungkin diidentifikasi dengan mengubah parameter. [9]

Secara umum, ada tiga kategori utama metode dalam operasi probabilitas load flow yaitu Analytical methods, Approximate methods, dan Monte Carlo simulation (MCS) methods. Analytical adalah metode pertama untuk studi PLF, dalam metode ini persamaan aliran daya dilinearisasi supaya bekerja dengan fungsi probabilistic, dalam metode Analytical juga digunakan untuk menentukan analisis aliran beban *probabilistic*. Metode yang kedua Approximate methods, dalam metode ini sejumlah titik evaluasi telah dikurangi untuk meminimalkan beban perhitungan dan penyimpanan. Metode yang ketiga Monte Carlo simulation, dalam metode ini tidak perlu ada perkiraan masalah aliran beban tetapi metode ini didasarkan pada proses pengulangan. Kelemahan metode Monte Carlo simulation adalah besarnya jumlah iterasi. [10]

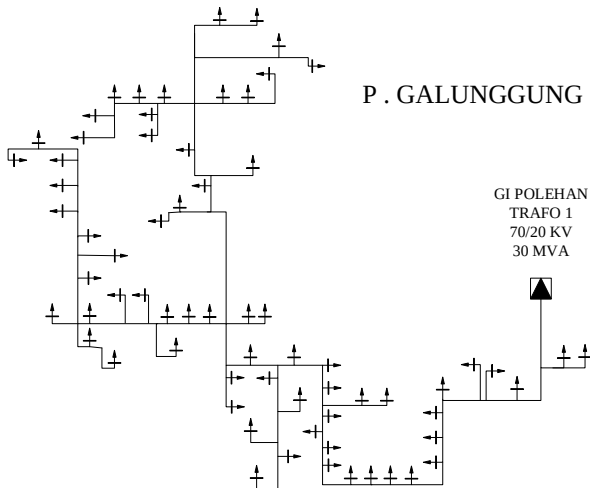
III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Studi Kasus

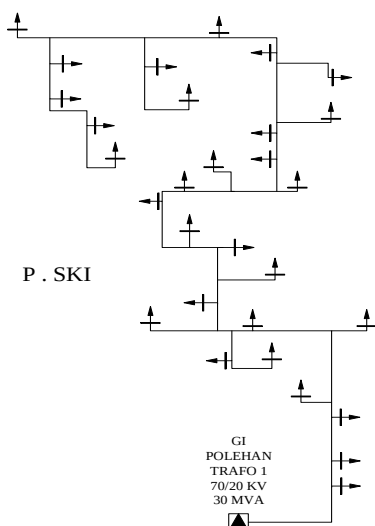
Sistem kelistrikan yang digunakan adalah sistem kelistrikan kota Malang, Jawa Timur, yang terdiri dari 5 *feeder*, beroperasi pada tegangan 20 kV / 0,4 kV.



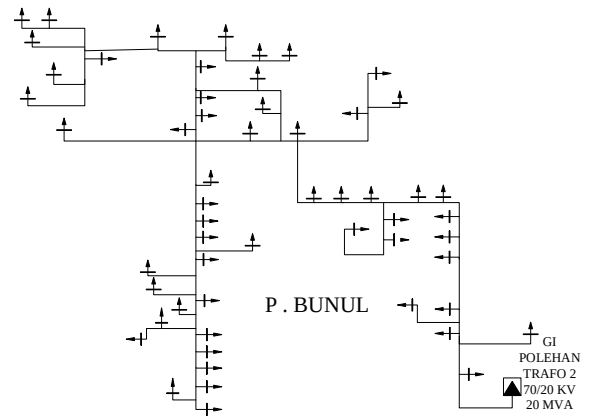
Gambar. 1. Single Line Diagram Feeder Ahmad Dahlan 20/0,4 kV



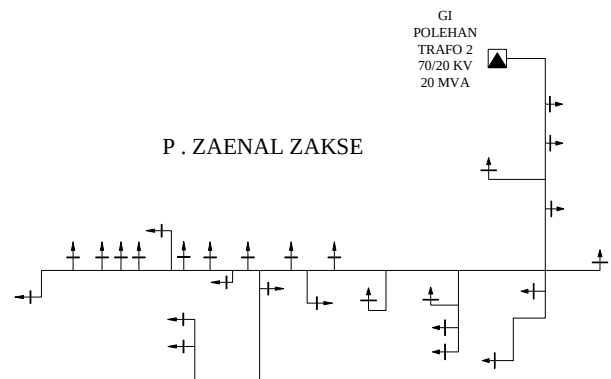
Gambar. 2. Single Line Diagram Feeder Galunggung 20/0,4 kV



Gambar. 3. Single Line Diagram Feeder SKI 20/0,4 kV



Gambar. 4. Single Line Diagram Feeder Bunul 20/0,4 kV



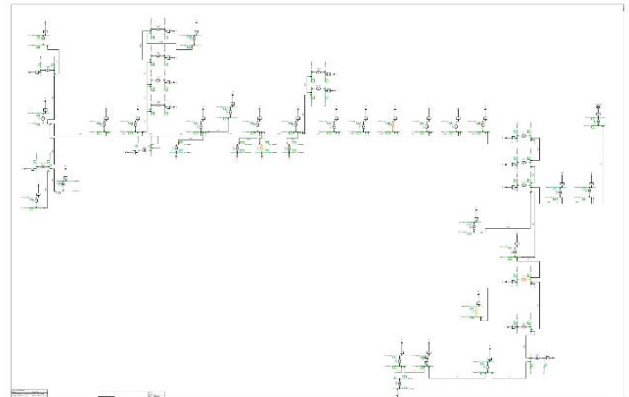
Gambar. 5 Single Line Diagram Feeder Zaenal Zakse 20/0,4 kV

B. Probabilistic model untuk variasi beban.

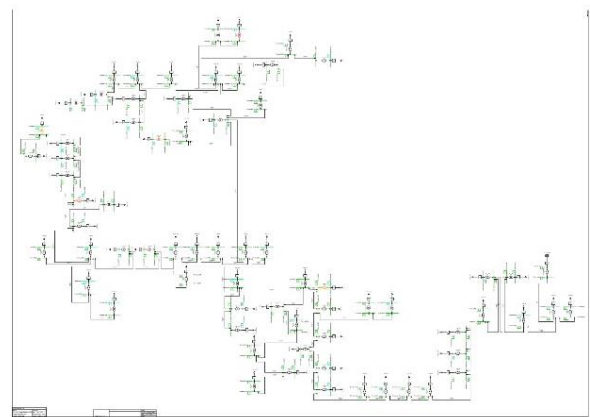
Metode Monte Carlo adalah teknik simulasi Stochastic yang digunakan untuk memecahkan masalah aliran beban menggunakan algoritma probabilistik dengan mengulangi proses simulasi menggunakan simulasi masing-masing set tertentu dari nilai variabel acak (memuat produksi di setiap node jaringan distribusi yang dianggap). Algoritma memilih nilai acak variabel masukan dari fungsi distribusi mereka dan menyelesaikannya menggunakan maju/mundur dengan metode Sweep. Sebuah simulasi biasanya dapat melibatkan lebih dari 10,000 evaluasi dari model untuk memberikan hasil yang akurat. [11]

IV. SIMULASI DAN ANALISA

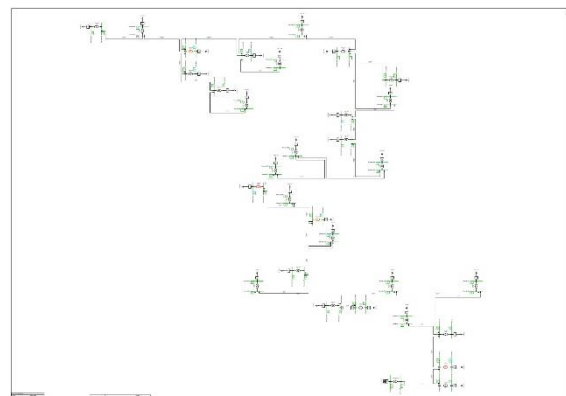
A. Single Line Diagram feeder Malang city



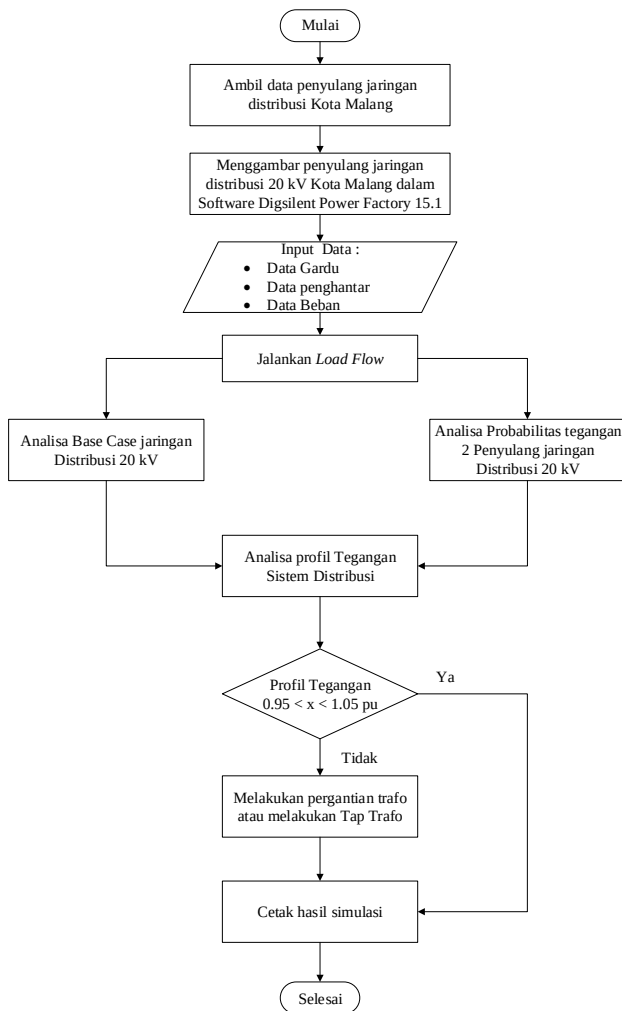
Gambar. 7. Load flow Single Line Diagram feeder Ahmad Dahlan DigSilent PowerFactory 15.1



Gambar. 8. Load flow Single Line Diagram feeder Galunggung DigSilent PowerFactory 15.1



Gambar. 9. Load flow Single Line Diagram feeder SKI DigSilent PowerFactory 15.1



Gambar. 6. Diagram Alir Penelitian.

Setelah beberapa simulasi, solusi probabilistik aliran beban dari masalah ini direkonstruksi dari data deterministik yang diperoleh untuk setiap simulasi. Fig. 6 menunjukkan perkembangan program aliran beban probabilistik.

Mean dapat ditentukan dengan:

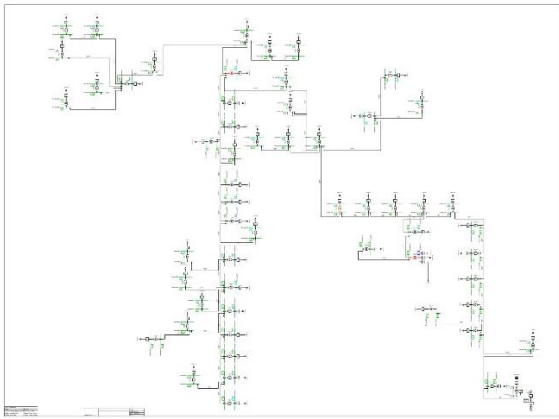
$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} \quad (1)$$

Standard deviation dapat ditentukan dengan:

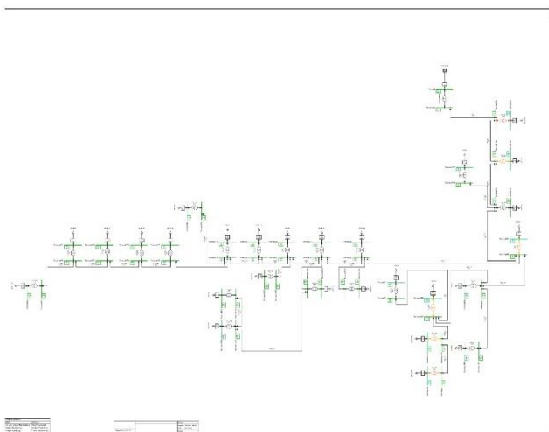
$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{X})^2}{(n-1)}} \quad (2)$$

Pusat dari urutan r dapat dievaluasi sebagai:

$$\mu_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^r \quad (3)$$



Gambar. 10. Load flow Single Line Diagram feeder Bunul DigSilent PowerFactory 15.1



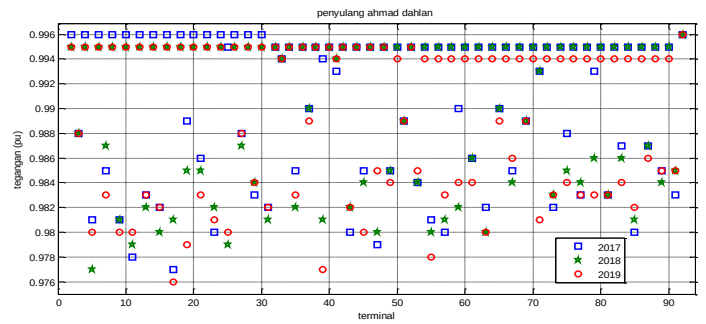
Gambar. 11. Load flow Single Line Diagram feeder Zaenal Zakse DigSilent PowerFactory 15.1

Menggambar diagram satu garis dari jaringan distribusi kota Malang. Setelah menggambar, lanjutkan dengan simulasi aliran daya (load Flow). Simulasi ini bertujuan untuk menentukan apakah kondisi sistem dapat berjalan normal atau tidak. Berikut ini adalah hasil simulasi load Flow.

B. Probabilistic Simulation

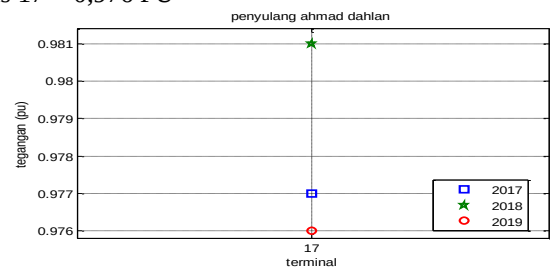
1. Profil tegangan setelah menginputkan data 3 tahun terakhir.

Hasil profil tegangan output pada 5 penyulang sistem distribusi 20kV di kota Malang.

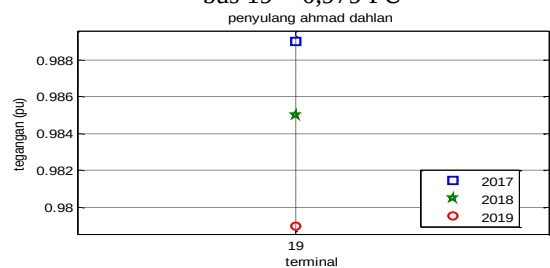


Gambar. 12. Distribusi jaringan gambar profil tegangan pada feeder Ahmad Dahlan

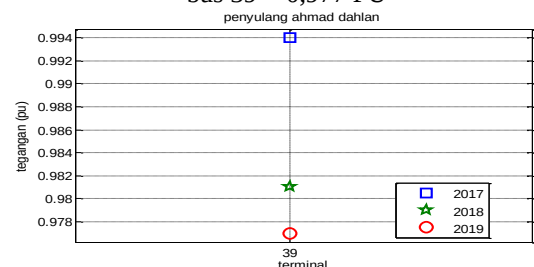
Hal ini dapat dilihat bahwa ada banyak variasi dalam profil tegangan di setiap terminal atau pada setiap bus. Variasi profil tegangan terjadi karena perubahan beban setiap tahun yaitu dari 2017-2019. Di mana gambar 12 adalah profil tegangan output dari *single line diagram* dalam gambar 7. Di mana setelah aliran beban dilakukan, ada *substation* yang kelebihan beban. Profil tegangan nominal pada bus yang terdapat pada *substation* yang kelebihan beban bus 17 = 0,976 PU



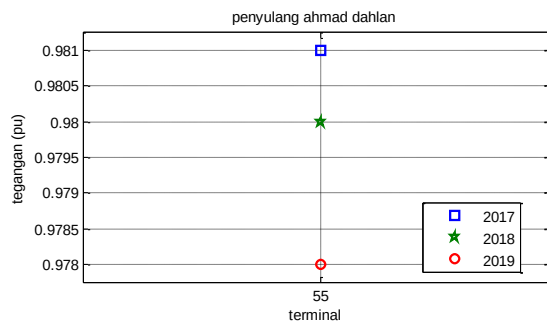
Gambar 13. Output profil tegangan pada bus 17 bus 19 = 0,979 PU



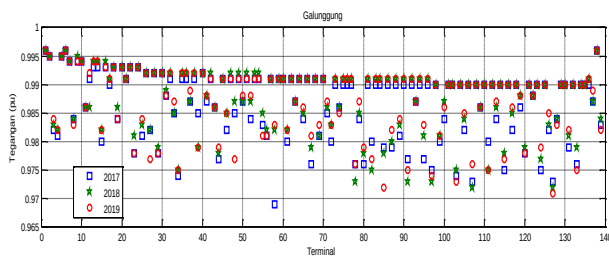
Gambar 14. Output profil tegangan pada bus 19 bus 39 = 0,977 PU



Gambar 15. Output profil tegangan pada bus 39 bus 55 = 0,978 PU

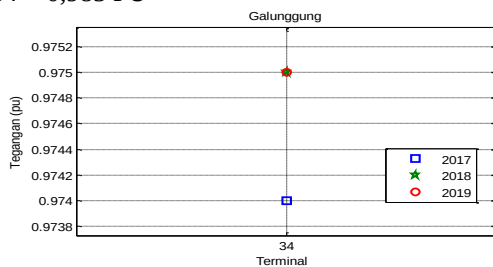


Gambar 16. Output profil tegangan pada bus 55

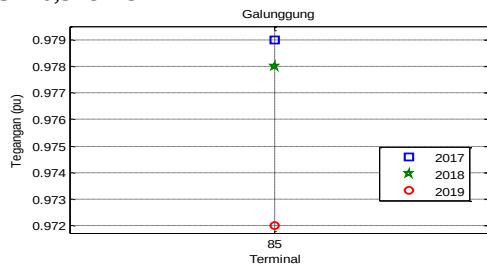


Gambar 17. Distribusi jaringan gambar profil tegangan pada feeder Galunggung

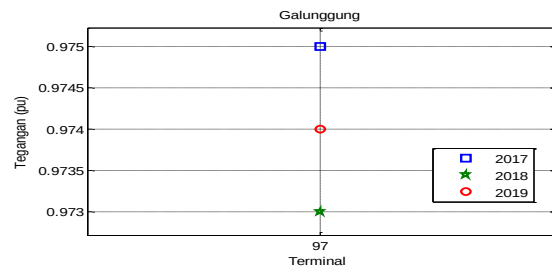
Hal ini dapat dilihat bahwa ada banyak variasi profil tegangan di setiap terminal atau pada masing-masing bus penyulang ini. Variasi profil tegangan terjadi karena perubahan beban setiap tahun, dari 2017-2019. Di mana gambar 17 adalah profil tegangan output dari *single line diagram* pada gambar 8. Di mana setelah aliran beban dilakukan, ada *substation* yang kelebihan beban. Profil tegangan nominal pada bus yang terdapat pada *substation* yang kelebihan beban bus 34 = 0,985 PU



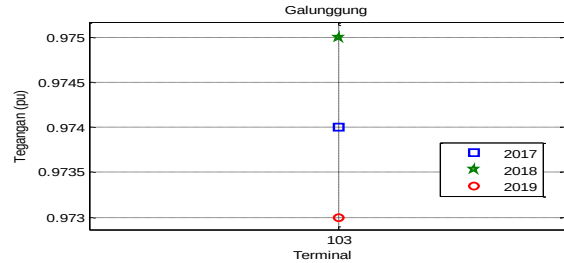
Gambar 18. Output profil tegangan pada bus 34 bus 85 = 0,978 PU



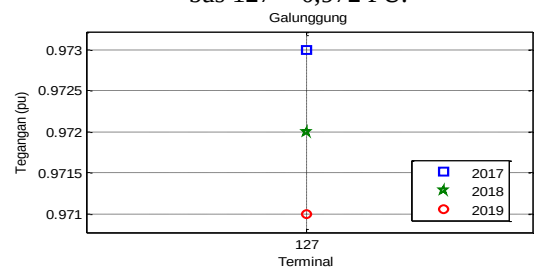
Gambar 19. Output profil tegangan pada bus 85 bus 97 = 0,973 PU



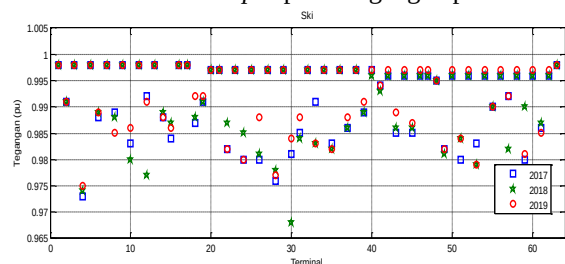
Gambar 20. Output profil tegangan pada bus 97 bus 103 = 0,975 PU



Gambar 21. Output profil tegangan pada bus 103 bus 127 = 0,972 PU.

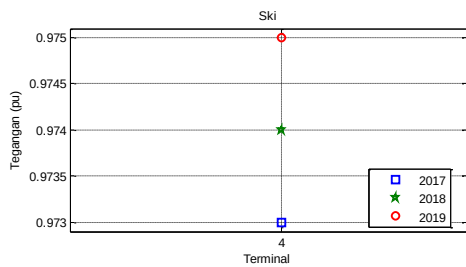


Gambar 22. Output profil tegangan pada bus 127

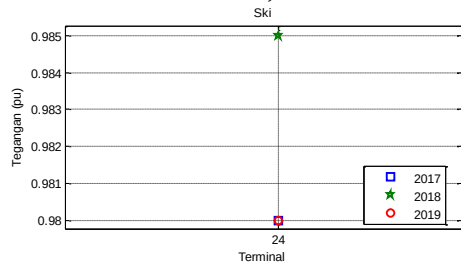


Gambar 23. Distribusi Jaringan Gambar Profil Tegangan Pada Feeder SKI

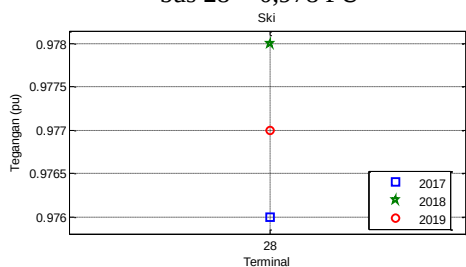
Hal ini dapat dilihat bahwa ada banyak variasi profil tegangan di setiap terminal atau pada masing-masing bus penyulang ini. Variasi profil tegangan terjadi karena perubahan beban setiap tahun, dari 2017-2019. Di mana gambar 23 adalah profil tegangan output dari *single line diagram* pada gambar 9. Di mana setelah aliran beban dilakukan, ada *substation* yang kelebihan beban. Profil tegangan nominal pada bus yang terdapat pada *substation* yang kelebihan beban bus 4 = 0,974 PU



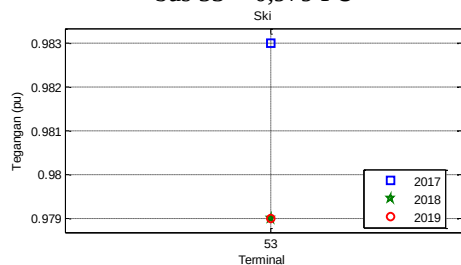
Gambar 24. Output profil tegangan pada bus 4
bus 24 = 0,985 PU



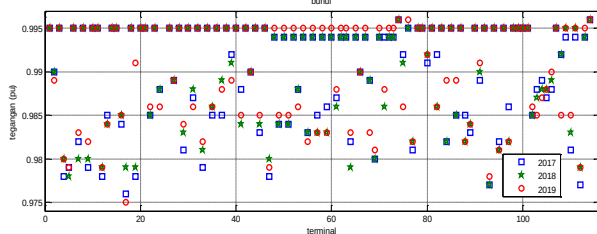
Gambar 25. Output profil tegangan pada bus 24
bus 28 = 0,978 PU



Gambar 26. Output profil tegangan pada bus 28
bus 53 = 0,979 PU



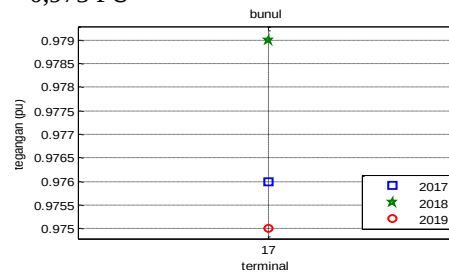
Gambar 27. Output profil tegangan pada bus 53



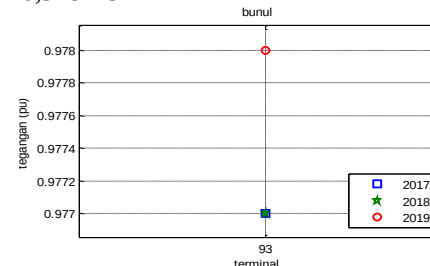
Gambar. 28. Distribusi jaringan gambar profil tegangan
pada feeder Bunul

Hal ini dapat dilihat bahwa ada banyak variasi dalam profil tegangan di setiap terminal atau pada setiap bus. Variasi profil tegangan terjadi karena perubahan beban setiap tahun yaitu dari 2017-2019. di mana gambar 28 adalah profil tegangan output dari *single line diagram* pada gambar 10. Di mana setelah aliran beban dilakukan, ada *substation* yang

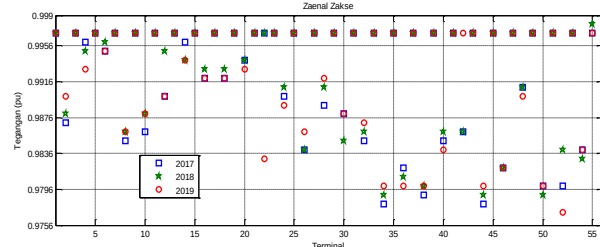
kelebihan beban. Profil tegangan nominal pada bus yang terkandung dalam *substation* yang kelebihan beban bus 17 = 0,975 PU



Gambar 29. Output profil tegangan pada bus 17
bus 93 = 0,978 PU

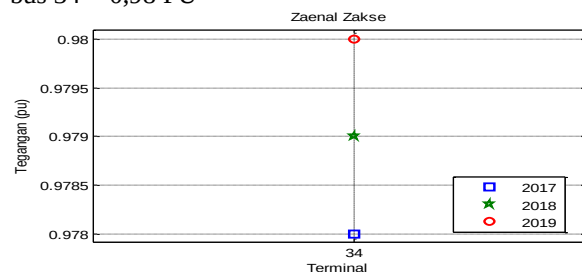


Gambar 30. Output profil tegangan pada bus 93

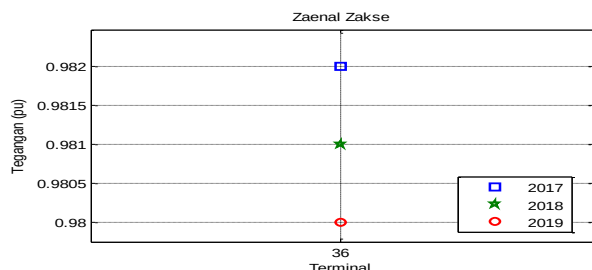


Gambar 31. Distribusi jaringan gambar profil tegangan
pada feeder Zaenal Zakse

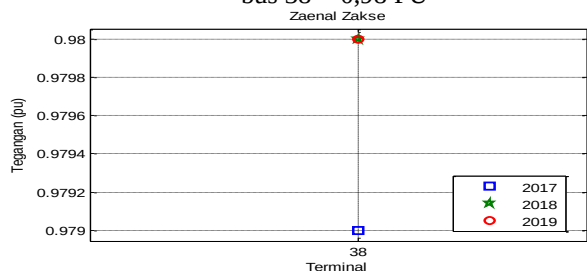
Hal ini dapat dilihat bahwa ada banyak variasi dalam profil tegangan di setiap terminal atau pada setiap bus. Variasi profil tegangan terjadi karena perubahan beban setiap tahun yaitu dari 2017-2019. Dimana gambar 31 adalah profil tegangan output dari *single line diagram* pada gambar 11. Di mana setelah aliran beban dilakukan, ada *substation* yang kelebihan beban. Profil tegangan nominal pada bus yang terdapat pada *substation* yang kelebihan beban bus 34 = 0,98 PU



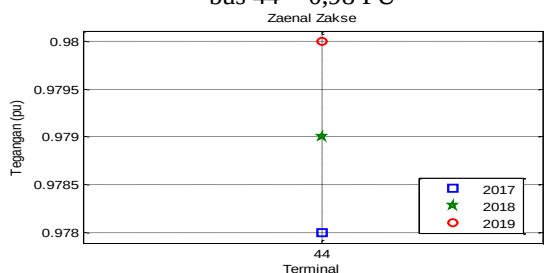
Gambar 32. Output profil tegangan pada bus 34
bus 36 = 0,98 PU



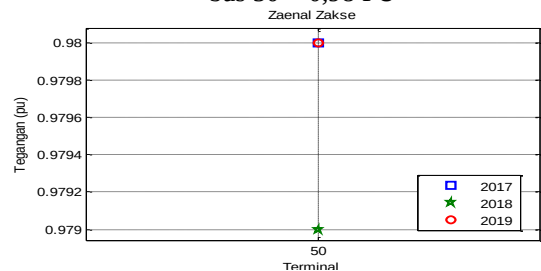
Gambar 33. Output profil tegangan pada bus 36 bus 38 = 0,98 PU



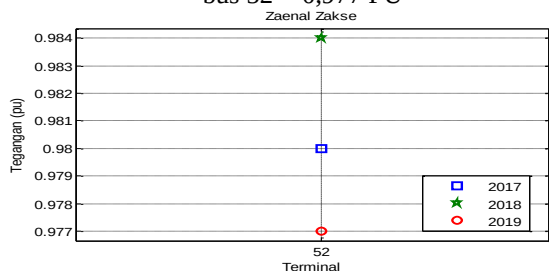
Gambar 34. Output profil tegangan pada bus 38 bus 44 = 0,98 PU



Gambar 35. Output profil tegangan pada bus 44 bus 50 = 0,98 PU



Gambar 36. Output profil tegangan pada bus 50 bus 52 = 0,977 PU

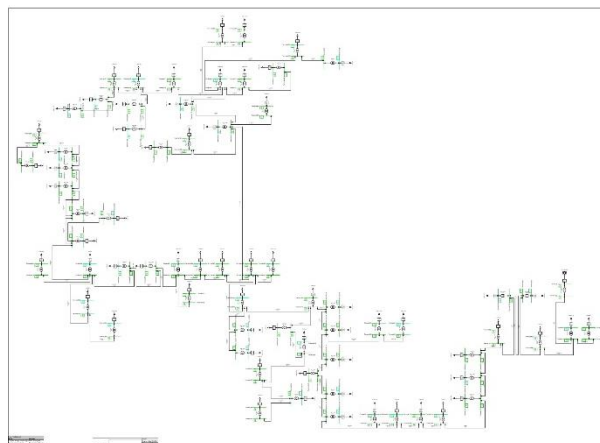


Gambar 37. Output profil tegangan pada bus 52

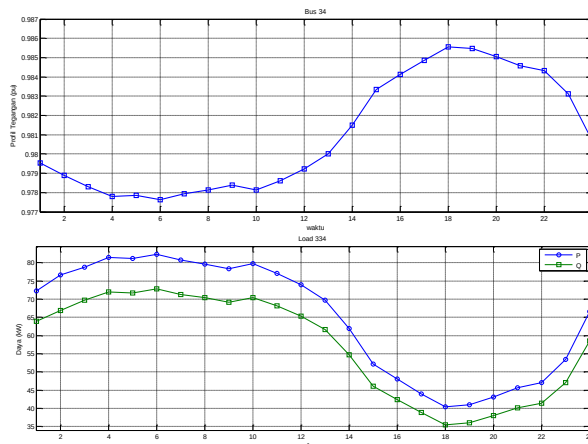
2. Profil Tegangan setelah memasukkan data real time per jam selama 24 jam

Untuk penyulang yang akan dimasukkan dalam data *realtime* hanya ada 2 pengumpanan yaitu yaitu Galunggung

pengumpanan dan Zaenal Zakse. Setelah dilakukan analisa Load Flow, banyak bus atau *substation* mengalami gangguan.

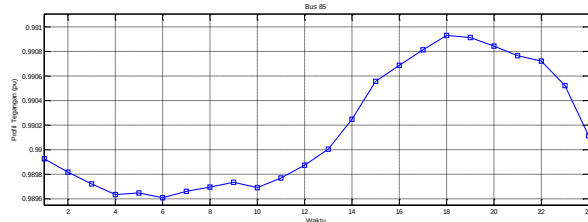


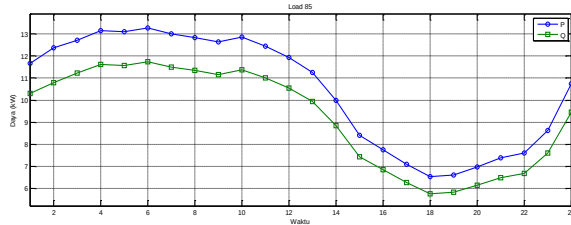
Gambar. 38. Hasil loadflow setelah menginputkan 24-jam data *realtime* pada feeder Galunggung



Gambar 39. Gambar profil tegangan pada bus 34 dari penyulang Galunggung dan perbandingan profil tegangan dengan profil beban

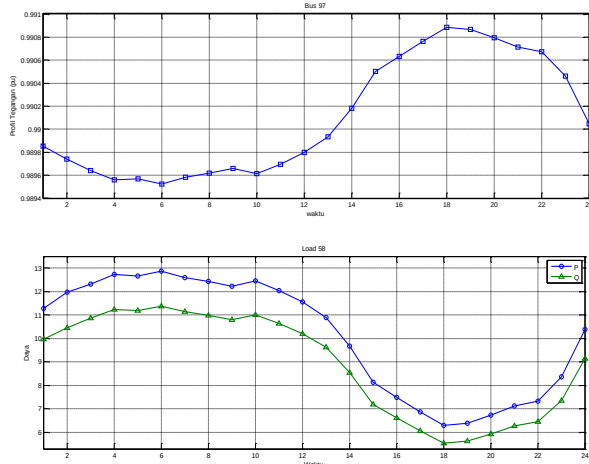
Pada gambar 39 ini, gambar profil tegangan saat memasukkan data beban *realtime* selama 24 jam dan nilai maksimum = 0,985568, nilai minimum = 0,9776167, nilai rata-rata = 0,980962425, nilai standar deviasi bus 34 = 0,00297907. Kemudian untuk nilai maximum dari profil beban aktif (P) Load 334 = 82.36, nilai minimum = 40.39, nilai rata-rata = 64.79 dan nilai standart deviasi dari profil beban aktif (P) Load 334 adalah 15.75.





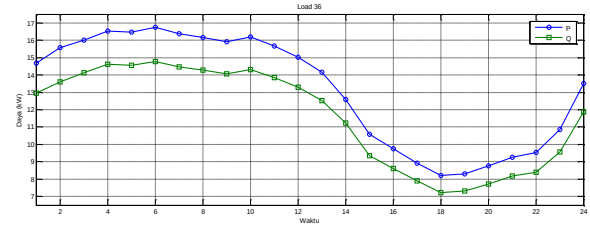
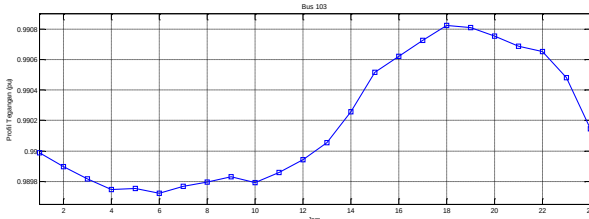
Gambar 40. Gambar profil tegangan pada bus 85 dari penyulang Galunggung dan perbandingan profil tegangan dengan profil beban

Pada gambar 40 ini, gambar profil tegangan saat memasukkan data beban *realtime* selama 24 jam dan nilai maksimum = 0,9909264, nilai minimum = 0,9896082, nilai rata-rata = 0,990161204, nilai standar deviasi bus 85 = 0,000494245. Kemudian untuk nilai maximum dari profil beban aktif (P) Load 85 = 13.29, nilai minimum = 6.52, nilai rata-rata = 10.45 dan nilai standart deviasi dari profil beban aktif (P) Load 85 adalah 2.54.



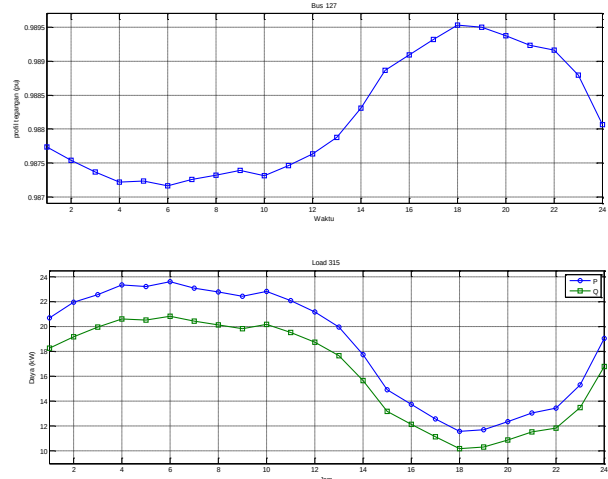
Gambar 41. Gambar profil tegangan pada bus 97 dari penyulang Galunggung dan perbandingan profil tegangan dengan profil beban

Pada gambar 41 ini, profil tegangan gambar saat memasukkan data beban *realtime* selama 24 jam dan nilai maksimum = 0,9908846, nilai minimum = 0,9895248, nilai rata-rata = 0,990096588, nilai standar deviasi bus 97 = 0,000508375. Kemudian untuk nilai maximum dari profil beban aktif (P) Load 58 = 12.87, nilai minimum = 6.31, nilai rata-rata = 10.12 dan nilai standart deviasi dari profil beban aktif (P) Load 58 adalah 2.46.



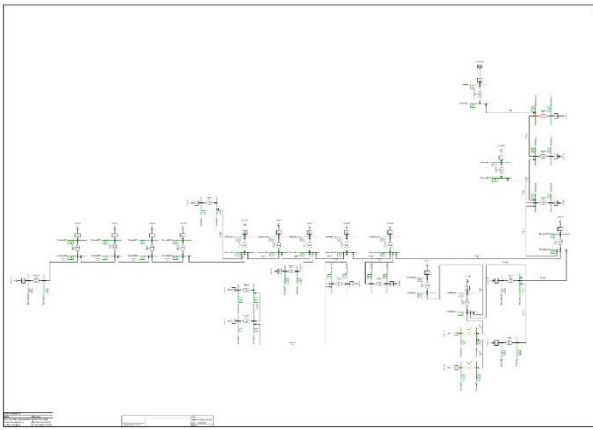
Gambar 42. Gambar profil tegangan pada bus 85 dari penyulang Galunggung dan perbandingan profil tegangan dengan profil beban

Pada gambar 42 ini, gambar profil tegangan saat memasukkan data beban *realtime* selama 24 jam dan nilai maksimum = 0,9908253, nilai minimum = 0,9897228, nilai rata-rata = 0,990185142, nilai standar deviasi bus 103 = 0,00041331. Kemudian untuk nilai maximum dari profil beban aktif (P) Load 36 = 16.19, nilai minimum = 8.2, nilai rata-rata = 13.15 dan nilai standart deviasi dari profil beban aktif (P) Load 36 adalah 3.20.

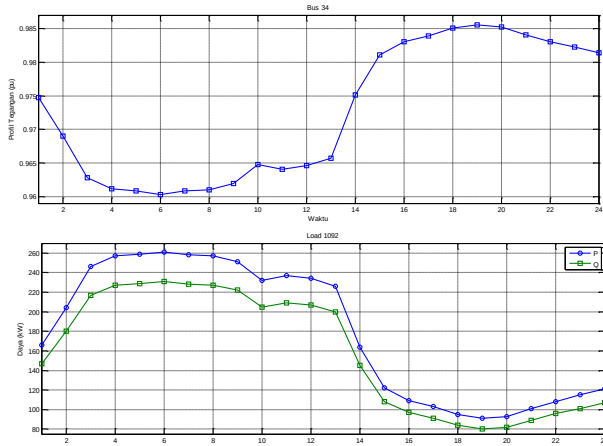


Gambar 43. Gambar profil tegangan pada bus 127 dari penyulang Galunggung dan perbandingan profil tegangan dengan profil beban

Pada gambar 43 ini, gambar profil tegangan saat memasukkan data beban *realtime* selama 24 jam dan nilai maksimum = 0,9895277, nilai minimum = 0,9871614, nilai rata-rata = 0,988155696, nilai standar deviasi bus 127 = 0,000885825. Kemudian untuk nilai maximum dari profil beban aktif (P) Load 315 = 23.59, nilai minimum = 11.57, nilai rata-rata = 18.55 dan nilai standart deviasi dari profil beban aktif (P) Load 315 adalah 4.51.

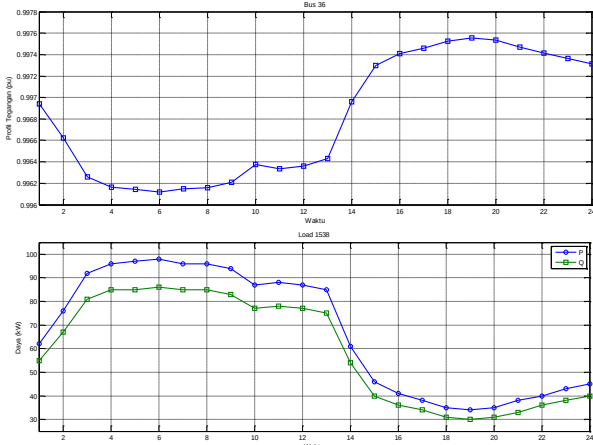


Gambar 44. Hasil loadflow setelah menginputkan 24-jam data realtime pada feeder Zaenal Zakse



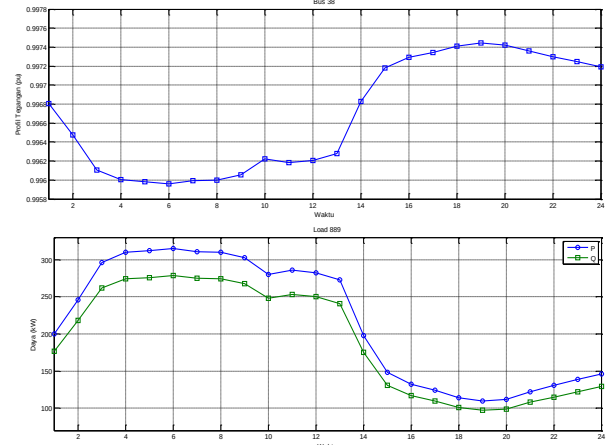
Gambar 45. Gambar profil tegangan pada bus 34 dari penyulang Zaenal Zakse dan perbandingan profil tegangan dengan profil beban.

Pada gambar 45 ini, gambar profil tegangan saat memasukkan data beban *realtime* selama 24 jam dan nilai maksimum = 0,9855578, nilai minimum = 0,960304, nilai rata-rata = 0,972558858, nilai standar deviasi bus 34 = 0,01015544. Kemudian untuk nilai maximum dari profil beban aktif (P) Load 1092 = 261, nilai minimum = 91, nilai rata-rata = 180 dan nilai standart deviasi dari profil beban aktif (P) Load 1092 adalah 68.62.



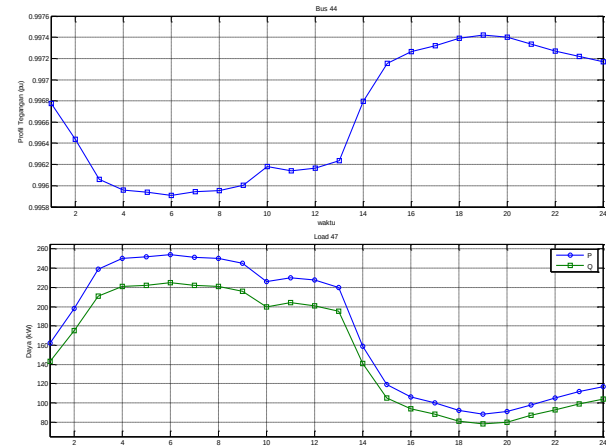
Gambar 46. Gambar profil tegangan pada bus 36 dari penyulang Zaenal Zakse dan perbandingan profil tegangan dengan profil beban.

Pada gambar 46 ini, profil tegangan gambar saat memasukkan data beban *realtime* selama 24 jam dan nilai maksimum = 0,9975546, nilai minimum = 0,9961196, nilai rata-rata = 0,996815896, nilai standar deviasi bus 36 = 0,000577277. Kemudian untuk nilai maximum dari profil beban aktif (P) Load 1538 = 98, nilai minimum = 34, nilai rata-rata = 67 dan nilai standart deviasi dari profil beban aktif (P) Load 1538 adalah 25.68.



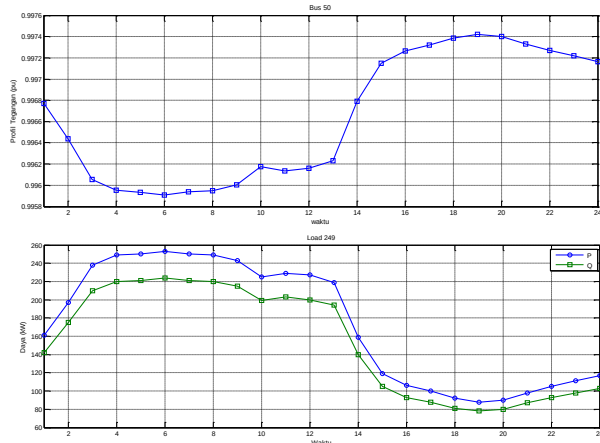
Gambar 47. Gambar profil tegangan pada bus 38 dari penyulang Zaenal Zakse dan perbandingan profil tegangan dengan profil beban.

Pada gambar 47 ini, gambar profil tegangan saat memasukkan data beban *realtime* selama 24 jam dan nilai maksimum = 0,9974432, nilai minimum = 0,9959585, nilai rata-rata = 0,996678779, nilai standar deviasi bus 38 = 0,000597275. Kemudian untuk nilai maximum dari profil beban aktif (P) Load 889 = 315, nilai minimum = 110, nilai rata-rata = 217 dan nilai standart deviasi dari profil beban aktif (P) Load 889 adalah 82.68.



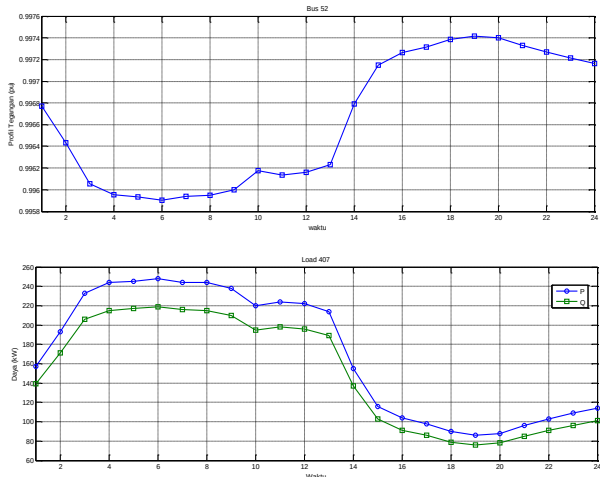
Gambar 48. Gambar profil tegangan pada bus 44 dari penyulang Zaenal Zakse dan perbandingan profil tegangan dengan profil beban.

Pada gambar 48 ini, gambar profil Voltase saat memasukkan data beban *realtime* selama 24 jam dan nilai maksimum = 0,9974198, nilai minimum = 0,9959106, nilai rata-rata = 0,996642746, nilai standar deviasi bus 44 = 0,000607162. Kemudian untuk nilai maximum dari profil beban aktif (P) Load 47 = 254, nilai minimum = 88, nilai rata-rata = 175 dan nilai standart deviasi dari profil beban aktif (P) Load 47 adalah 66.85.



Gambar 49. Gambar profil tegangan pada bus 50 dari penyalang Zaenal Zakse dan perbandingan profil tegangan dengan profil beban.

Pada gambar 49 ini, profil tegangan gambar saat memasukkan data beban *realtime* selama 24 jam dan nilai maksimum = 0,9974188, nilai minimum = 0,9959074, nilai rata-rata = 0,996640571, nilai standar deviasi bus 50 = 0,000608032. Kemudian untuk nilai maximum dari profil beban aktif (P) Load 249 = 253, nilai minimum = 88, nilai rata-rata = 174 dan nilai standart deviasi dari profil beban aktif (P) Load 249 adalah 66.37.



Gambar 50. Gambar profil tegangan pada bus 52 dari penyalang Zaenal Zakse dan perbandingan profil tegangan dengan profil beban.

Pada gambar 50 ini, profil tegangan gambar ketika memasukkan data beban *realtime* selama 24 jam dan nilai maksimum = 0,9974181, nilai minimum = 0,9959053, nilai

rata-rata = 0,996639125, nilai standar deviasi bus 52 = 0,000608598. Kemudian untuk nilai maximum dari profil beban aktif (P) Load 407 = 248, nilai minimum = 86, nilai rata-rata = 170 dan nilai standart deviasi dari profil beban aktif (P) Load 1538 adalah 64.99.

V. KESIMPULAN

Dalam makalah ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada perbandingan profil tegangan dengan profil beban, saat disimulasikan dengan probabilitas beban menunjukkan bahwa semakin besar nominal masukan beban maka semakin rendah profil tegangan yang di hasilkan.
2. Semakin tinggi fluktuasi beban maka profil tegangan pada kedua penyulang tersebut juga ikut berfluktuasi. Kemudian apabila sistem tersebut mengalami gangguan maka dilakukan analisa probabilitas tegangan dimana sistem tersebut mengalami gangguan pada saat kondisi tertentu atau hanya pada saat beban puncak

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Reid, "Power Quality Issues - Standards and Guidelines," *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 32, no. 3, pp. 625–632, 1996.
- [2] Susiono, "Kualitas Daya Listrik (Power Quality) - bagian 1," *Dunia Listrik*, 2010. <https://dunia-listrik.blogspot.com/2010/03/kualitas-daya-listrik-power-quality.html>.
- [3] P. A. Dahono, "Ketidakseimbangan Tegangan dan Pengaruhnya," *LPKEE ITB's students blog*, 2011. <https://konversi.wordpress.com/2011/04/15/ketidaksimbangan-tegangan-dan-pengaruhnya/>.
- [4] Ngakan Putu Satriya Utama, "Memperbaiki Profil Tegangan di Sistem Distribusi Primer dengan Kapasitor Shunt," *Tek. Elektro*, vol. 7, pp. 1–50, 2012, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/view/2072>.
- [5] F. M. Nuroğlu and A. B. Arsoy, "Voltage profile and short circuit analysis in distribution systems with DG," *2008 IEEE Electr. Power Energy Conf. - Energy Innov.*, pp. 1–5, 2008, doi: 10.1109/EPC.2008.4763309.
- [6] T. K. Chattopadhyay, S. Banerjee, and C. K. Chanda, "Impact of distributed generator on voltage stability analysis of distribution networks under critical loading conditions," *Proc. 2014 1st Int. Conf. Non Conv. Energy Search Clean Safe Energy, ICONCE 2014*, pp. 288–291, 2014, doi: 10.1109/ICONCE.2014.6808728.
- [7] P. Station, "Jaringan Di Penyulang Bwn-2 Dengan Etap Jaringan Di Penyulang Bwn-2 Dengan Etap," 2019.
- [8] D. Lodk, U. L. Egxo, and D. Dklgdk, "Ri : Lqg)

- Dup Lq ' Lvwulexwlrq 1Hwzrun," vol. 5, pp. 5–10, 2014.
- [9] A. U. Krismanto and N. Mithulananthan, "Probabilistic small signal stability analysis of autonomous wind-diesel microgrid," *2017 IEEE Innov. Smart Grid Technol. - Asia Smart Grid Smart Community, ISGT-Asia 2017*, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1109/ISGT-Asia.2017.8378359.
- [10] J. M. Sexauer and S. Mohagheghi, "Voltage quality assessment in a distribution system with distributed generation-a probabilistic load flow approach," *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 28, no. 3, pp. 1652–1662, 2013, doi: 10.1109/TPWRD.2013.2259599.
- [11] W. Ahmed, S. Kamel, and F. Jurado, "Probabilistic load flow analysis for large scale radial distribution systems," *2016 18th Int. Middle-East Power Syst. Conf. MEPCON 2016 - Proc.*, no. 3, pp. 803–808, 2017, doi: 10.1109/MEPCON.2016.7836986.