

Proposal Tugas Akhir

Analisis Stabilitas Tegangan menggunakan Positive Sequence Voltage Ranking Index untuk Penempatan Kapasitor pada Jaringan Distribusi Tiga Fasa PT. PLN APJ Surabaya Utara

Bambang Irawan
2212106092

Dosen Pembimbing :
Prof. Ir. Ontoseno Penangsang, M. Sc., Ph.D
Dr. Rony Seto Wibowo, ST. MT.

Latar Belakang

Pertumbuhan jumlah penduduk meningkat

Kebutuhan energy & daya listrik semakin meningkat

Peningkatan beban & perluasan area jaringan

Jaringan distribusi beroperasi mendekati titik kritisnya

Kestabilan tegangan terganggu

Voltage collapse / Blackout system

Tujuan

Mengetahui level tegangan (VRI)

Mengetahui bus terlemah (Ranking Index)

Lokasi pemasangan kapasitor (PS-VRI)

Batasan

Menganalisa kestabilan tegangan dengan Load Flow Three-phase Unbalance menggunakan Positive Sequence Voltage Ranking Index (PS-VRI)

Menentukan lokasi penempatan kapasitor berdasarkan Ranking Index dari metode PS-VRI

Definisi Kestabilan Tegangan

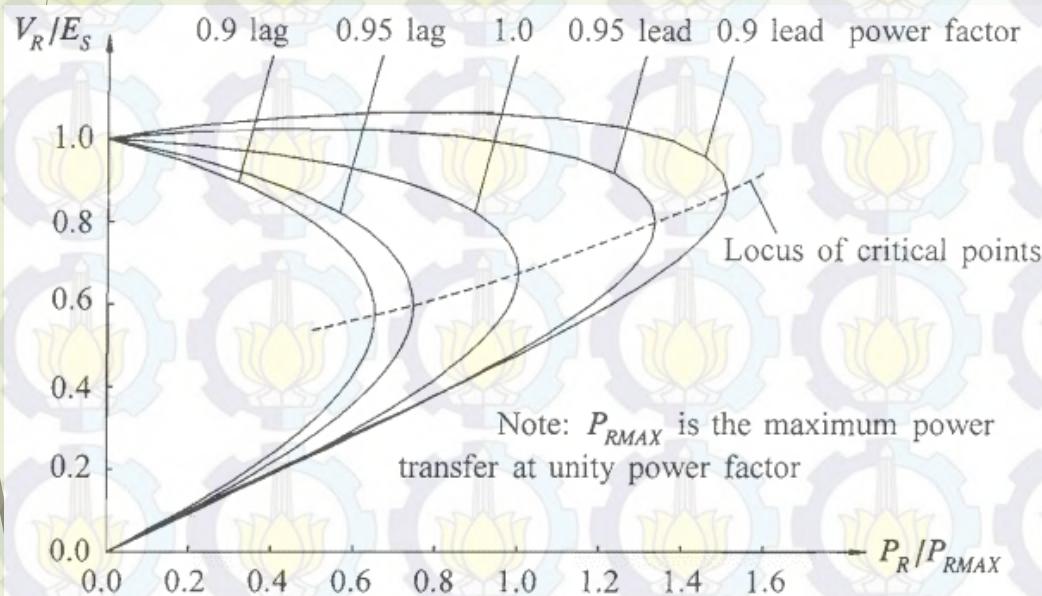


Figure 14.2 The V_R - P_R characteristics of the system of Figure 14.1

Kesetabilan tegangan didefinisikan sebagai kemampuan suatu sistem tenaga listrik untuk dapat mempertahankan level tegangan semua cabang (node) dalam kondisi normal setelah sistem mengalami kondisi awal ganguan [1].

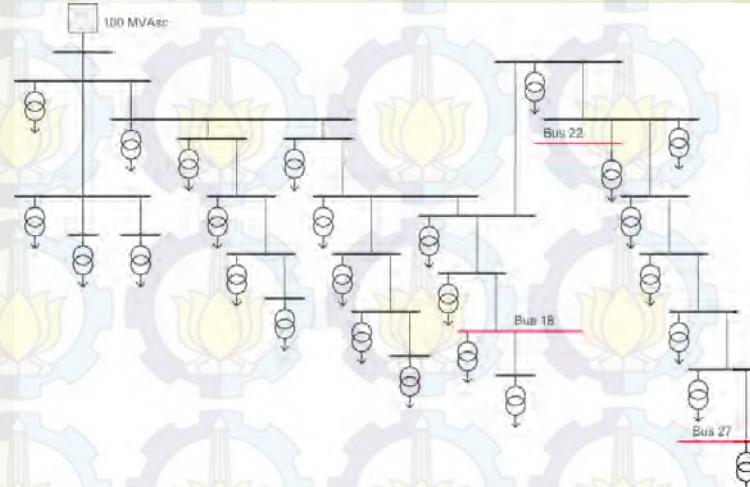
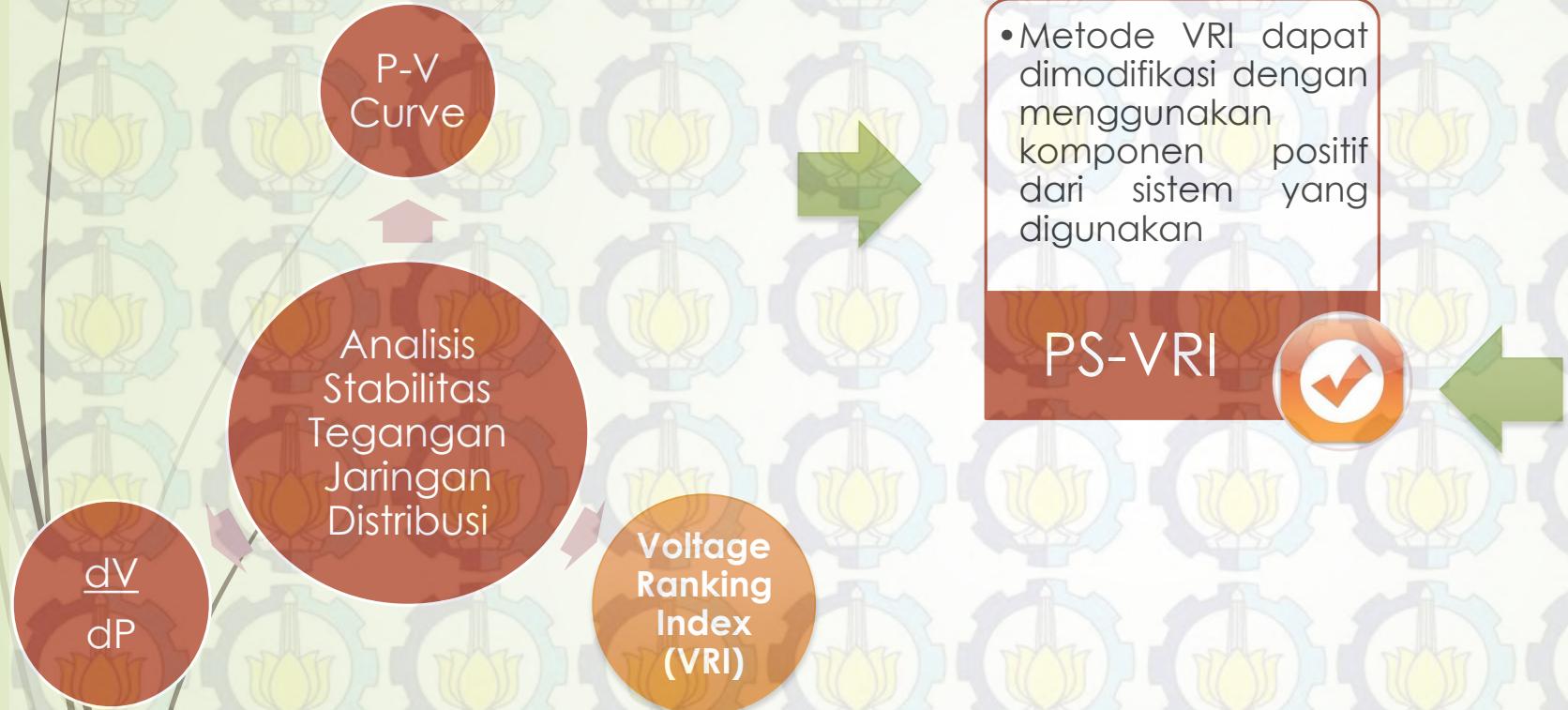
Sistem Transmisi

- Analisis kestabilan tegangan dilakukan untuk mengetahui voltage collapse berdasarkan titik kritisnya.
- “karakteristik P-V dan Q-V pada sistem transmisi menggambarkan fenomena dasar yang terkait dengan ketidakstabilan tegangan” [1].

Sistem Distribusi

- Analisis kestabilan tegangan dilakukan untuk mengetahui sensitivitas bus terhadap perubahan beban.
- “ indeks stabilitas tegangan digunakan pada jaringan distribusi radial untuk menunjukkan sensitivitas bus terhadap titik kritisnya” [4].

Analisis Kestabilan Tegangan



Sistem Tiga Fasa
Tidak Seimbang

"Persamaan VRI dapat digunakan untuk mengidentifikasi bus terlemah dari jaringan distribusi multifasa seimbang dan tidak seimbang. Bus dengan nilai VRI terendah diklasifikasikan sebagai bus paling lemah" [3].

Konsep Tugas Akhir



► **Load Flow and PS-VRI analysis**

Analisis menggunakan load flow Network Topology untuk mendapatkan komponen simetris tegangan sistem. Tegangan urutan positif digunakan untuk perhitungan indeks kestabilan tegangan bus.

► **Sizing and Placement Capacitor**

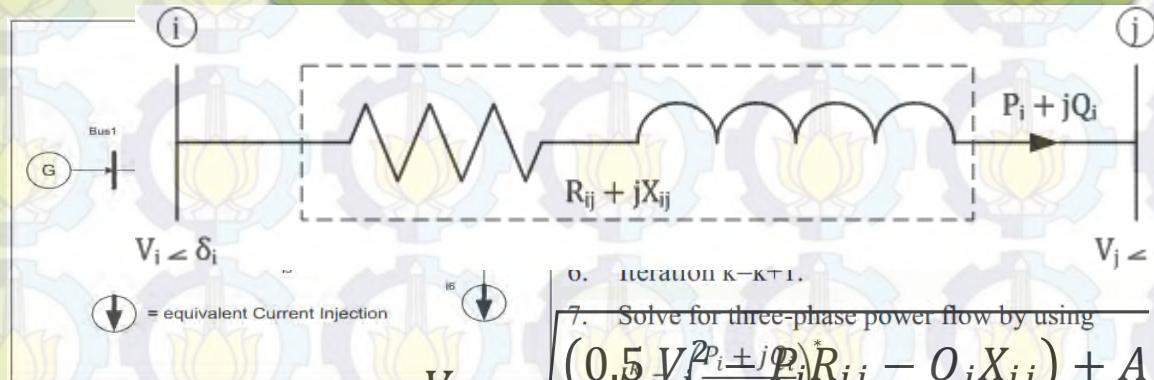
Lokasi placement capacitor berdasarkan nilai indeks kestabilan terendah sesuai ranking indeksnya. Sizing capacitor dihitung untuk mendapatkan kenaikan level tegangan yang diinginkan.

► **Voltage Level Improvement**

Dengan pemasangan kapasitor pada lokasi yang telah ditentukan, maka level tegangan sistem dapat kembali normal (+5% dan -10%) sesuai dengan standar Permen ESDM No. 04 Tahun 2009 [9] dan IEEE [10].

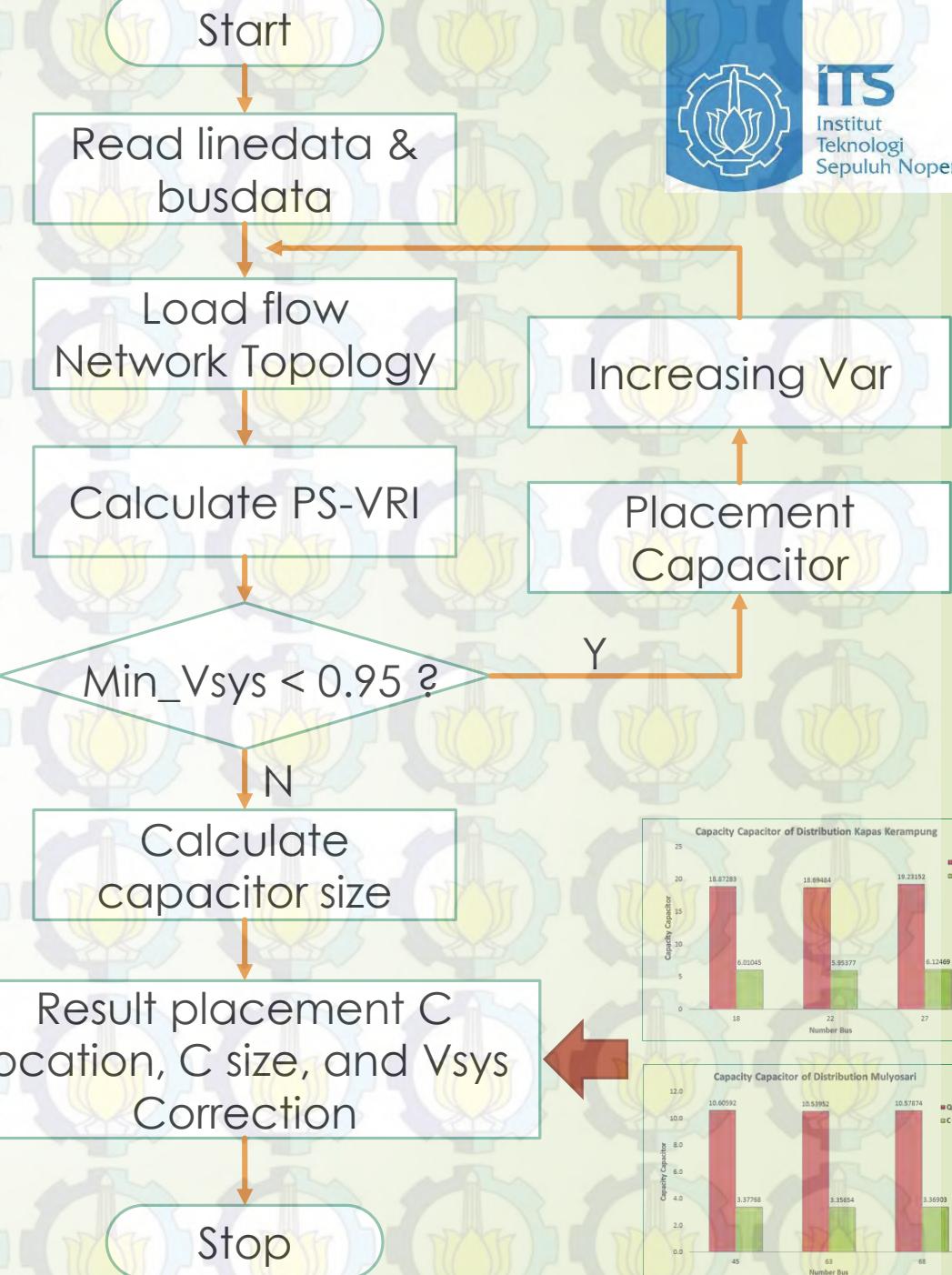
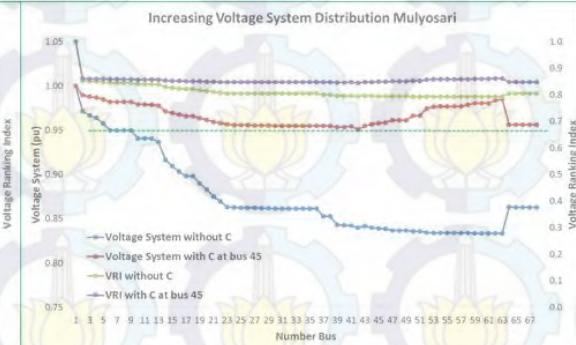
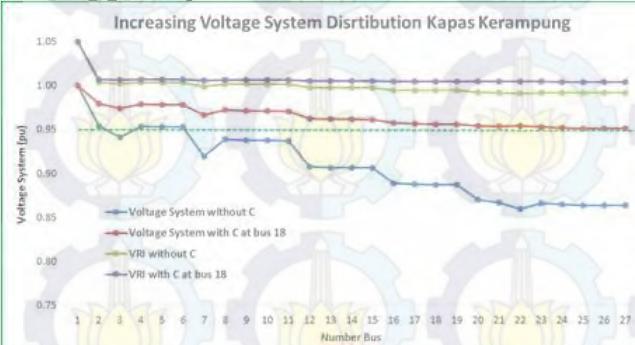
$$\begin{bmatrix} V_{a0} \\ V_{a1} \\ V_{a2} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix} \rightarrow \mathbf{V}_{012} = \mathbf{A}^{-1} \mathbf{V}_{abc}$$

$a = 1\angle 120^\circ$ dan $a^2 = 1\angle 240^\circ = 1\angle -120^\circ$ (68 Bus)

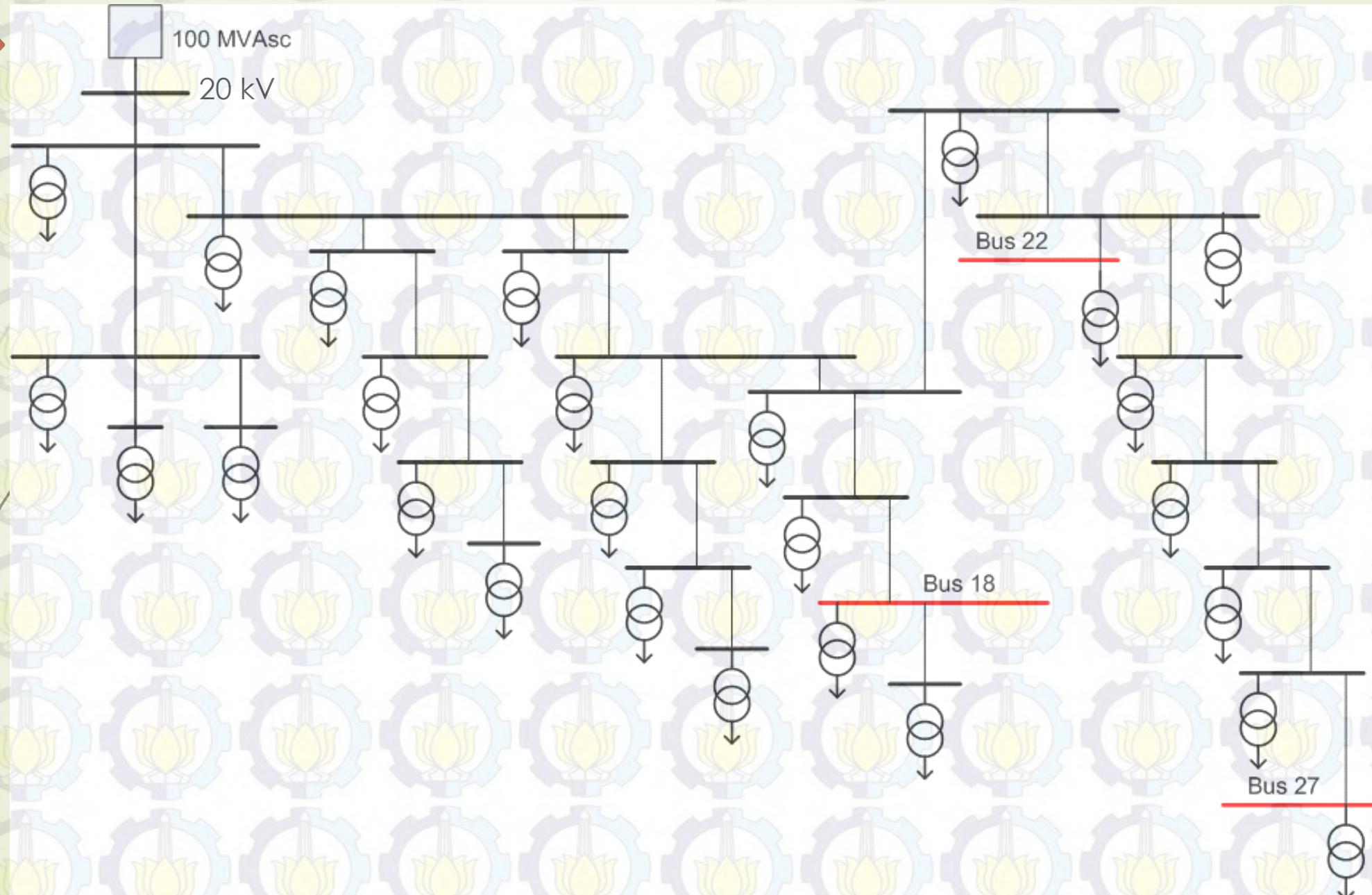


$$A = \sqrt{0.25(V_i^2 - 2P_j R_{ij} - 2Q_j X_{ij}) - (P_j^2 + Q_j^2)(R_{ij}^2 + X_{ij}^2)}$$

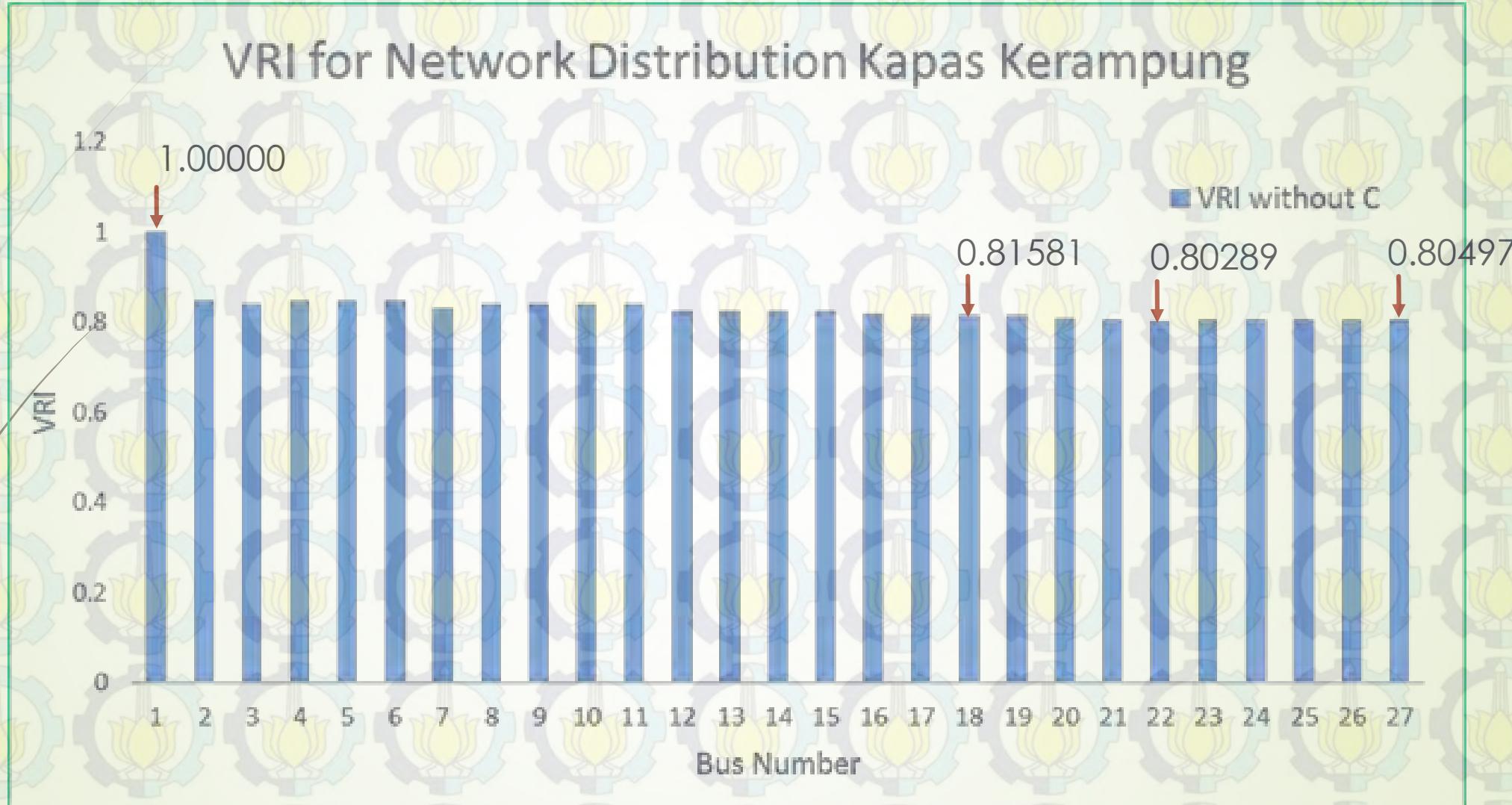
8. If $\max_i(|I_i^{k+1}| - |I_i^k|) > tolerance$, go to (6)
 9. Report and end.
 $S = \frac{V^2}{Z} \parallel Z = X_C \parallel C = \frac{S}{V^2 \cdot 2\pi f}$



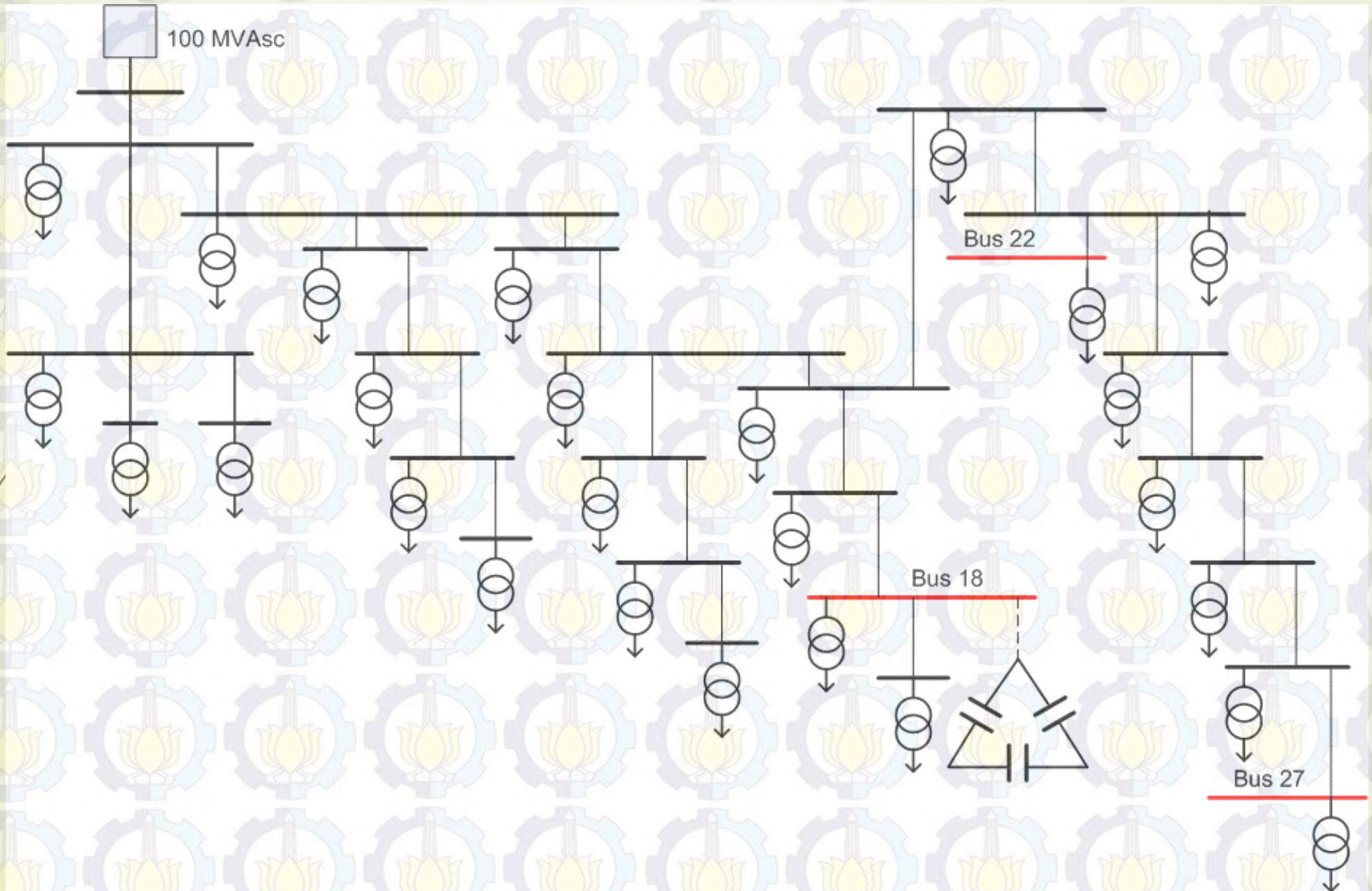
Penyulang Kapas Kerampung 27 Bus



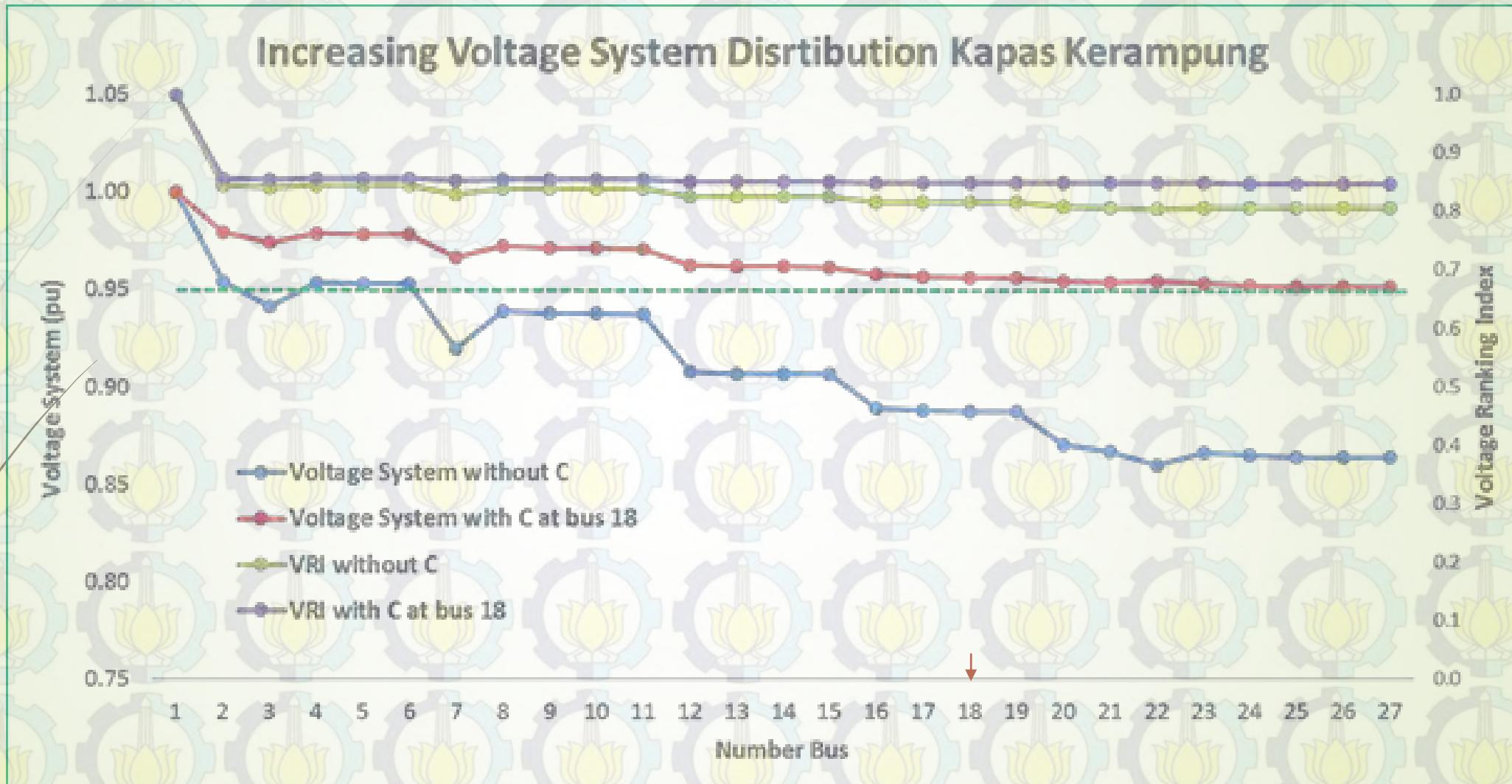
Penyulang Kapas Kerampung 27 Bus



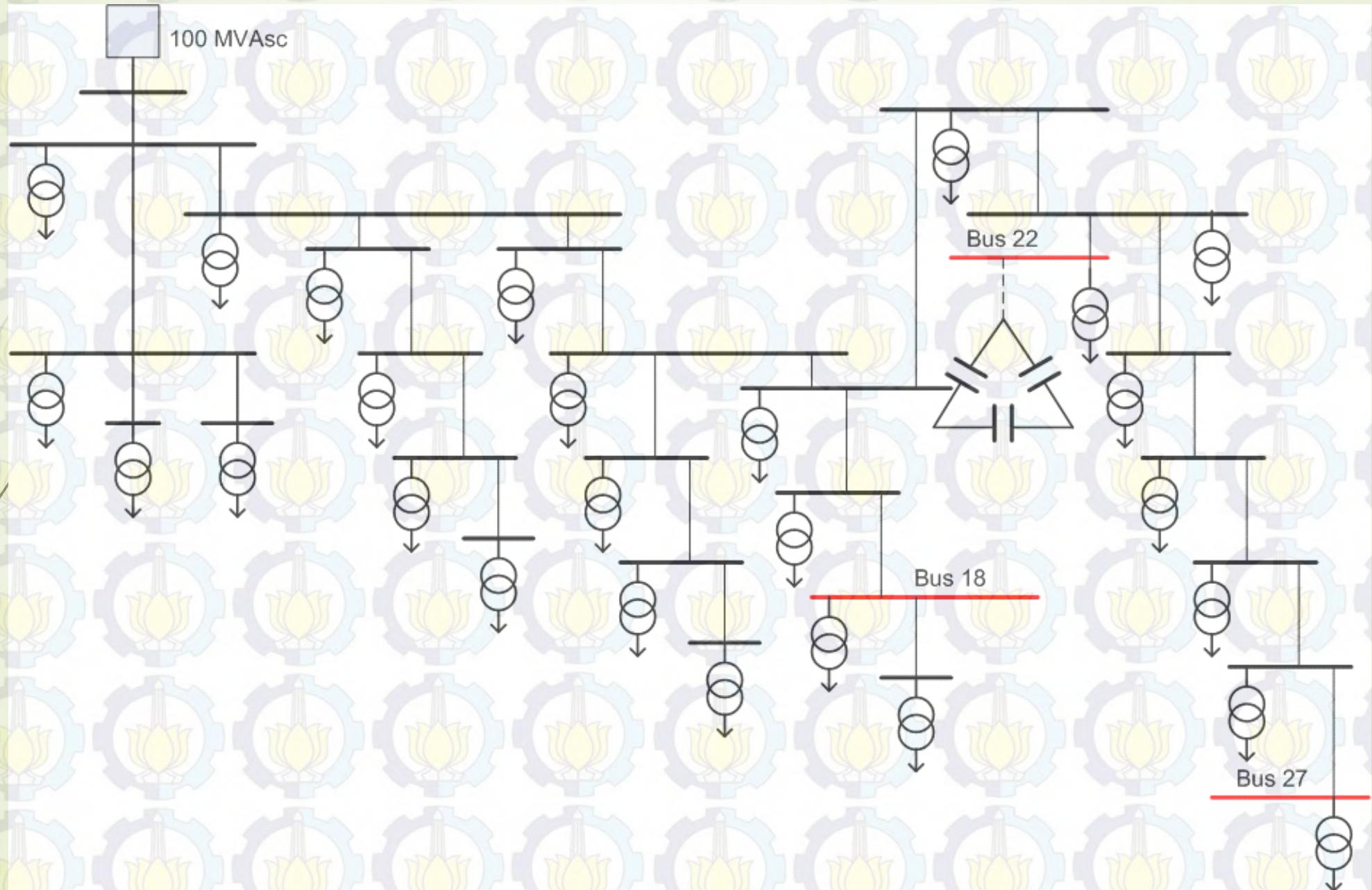
Penempatan C pada bus 18



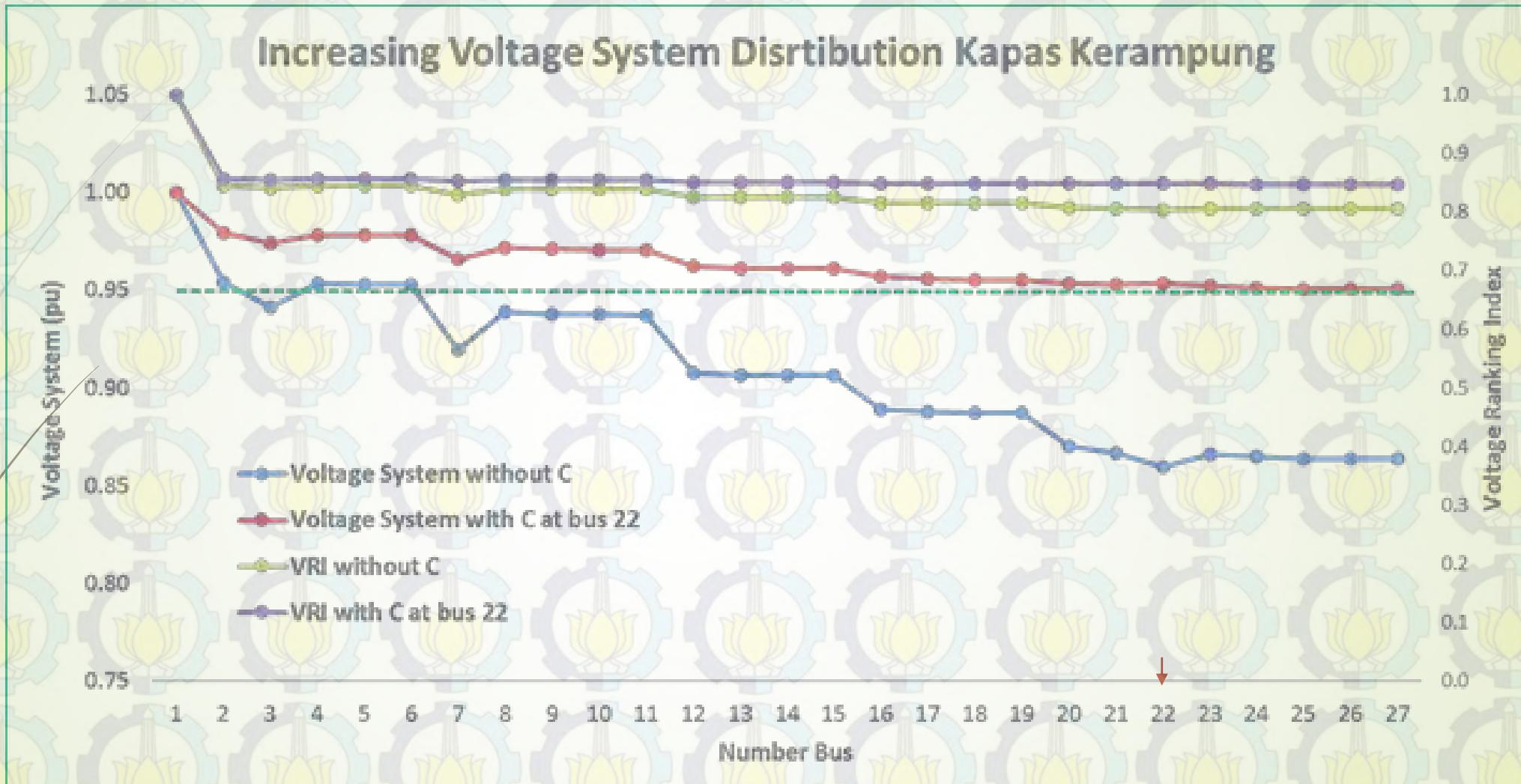
Penempatan C pada bus 18



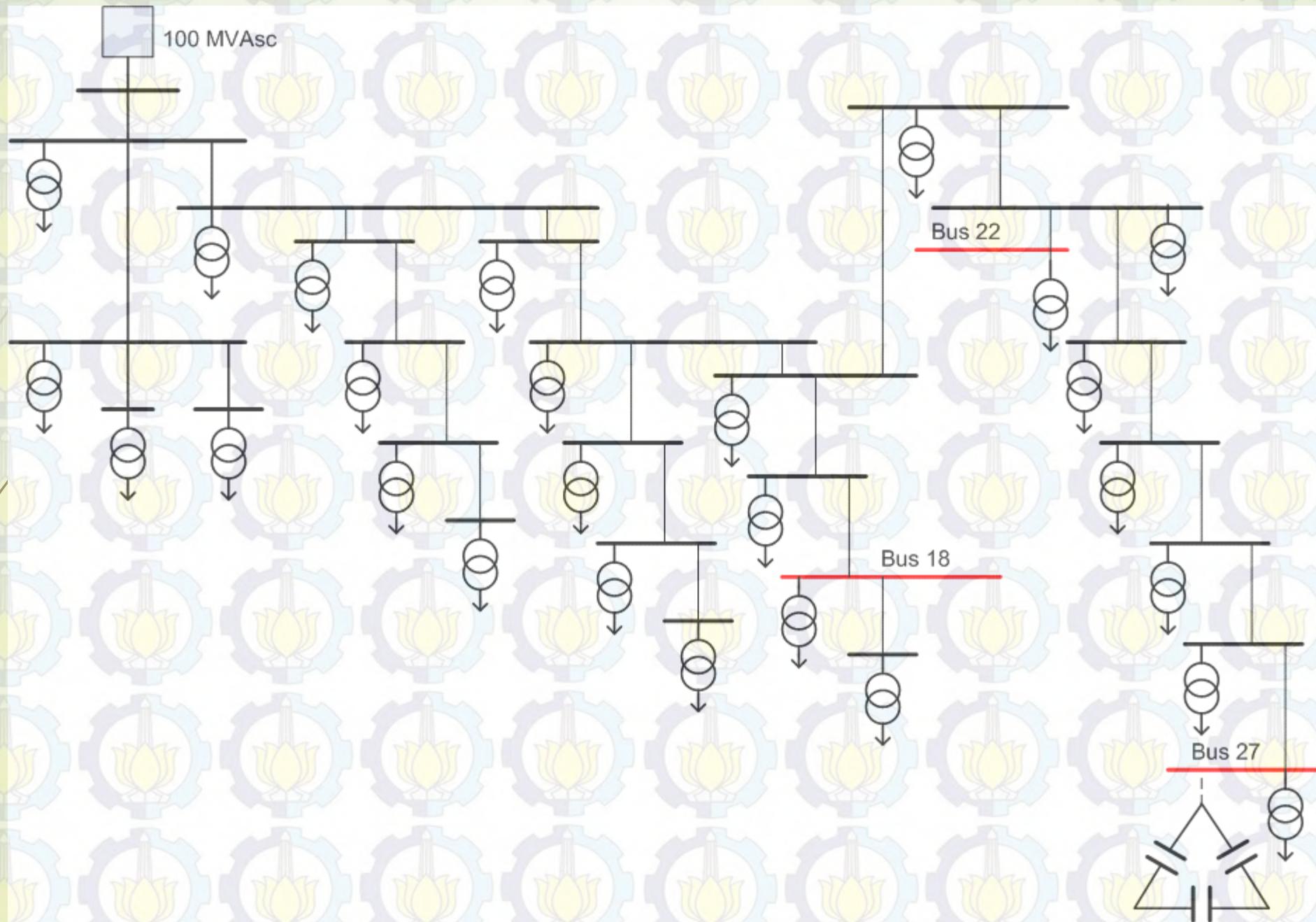
Penempatan C pada bus 22



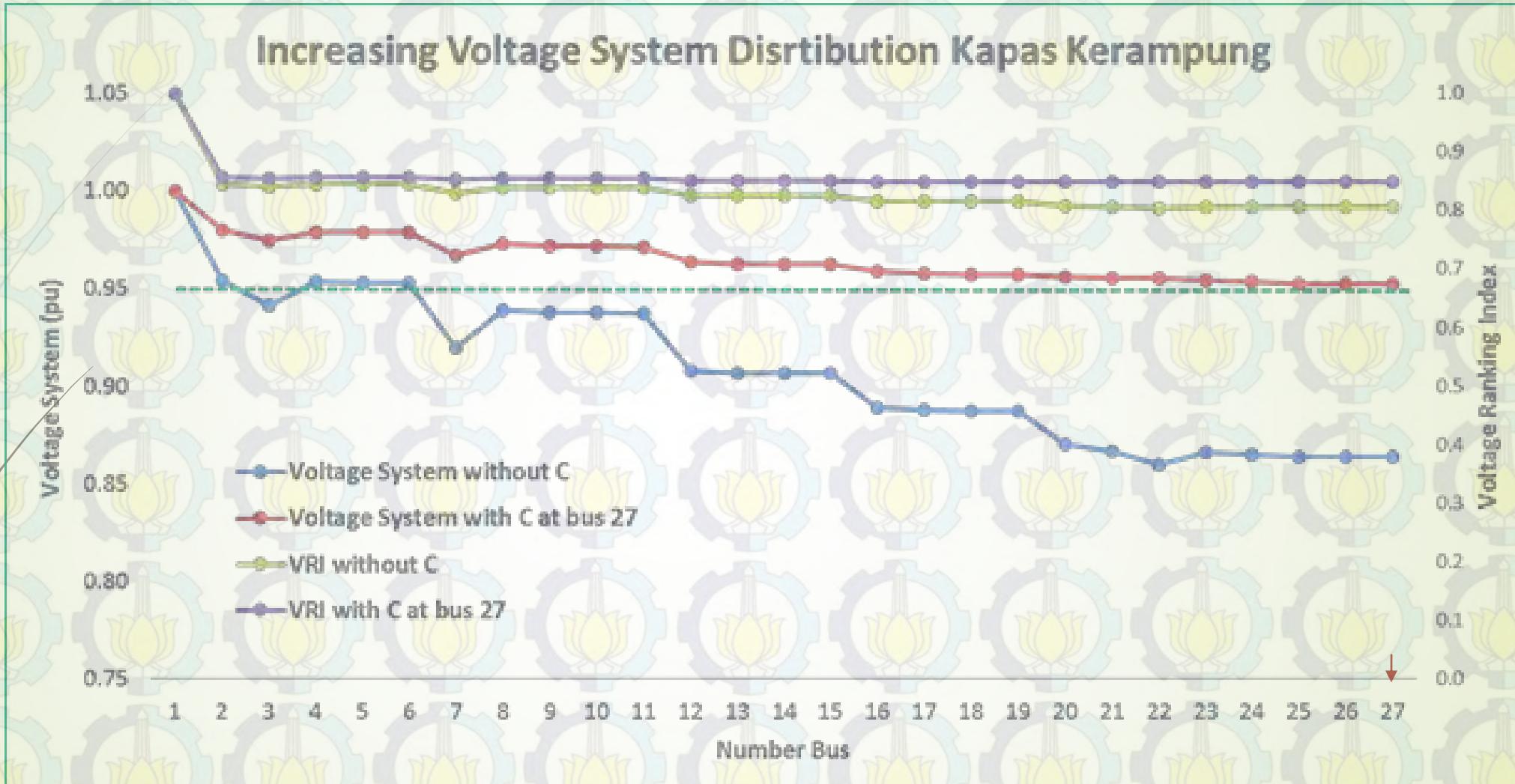
Penempatan C pada bus 22



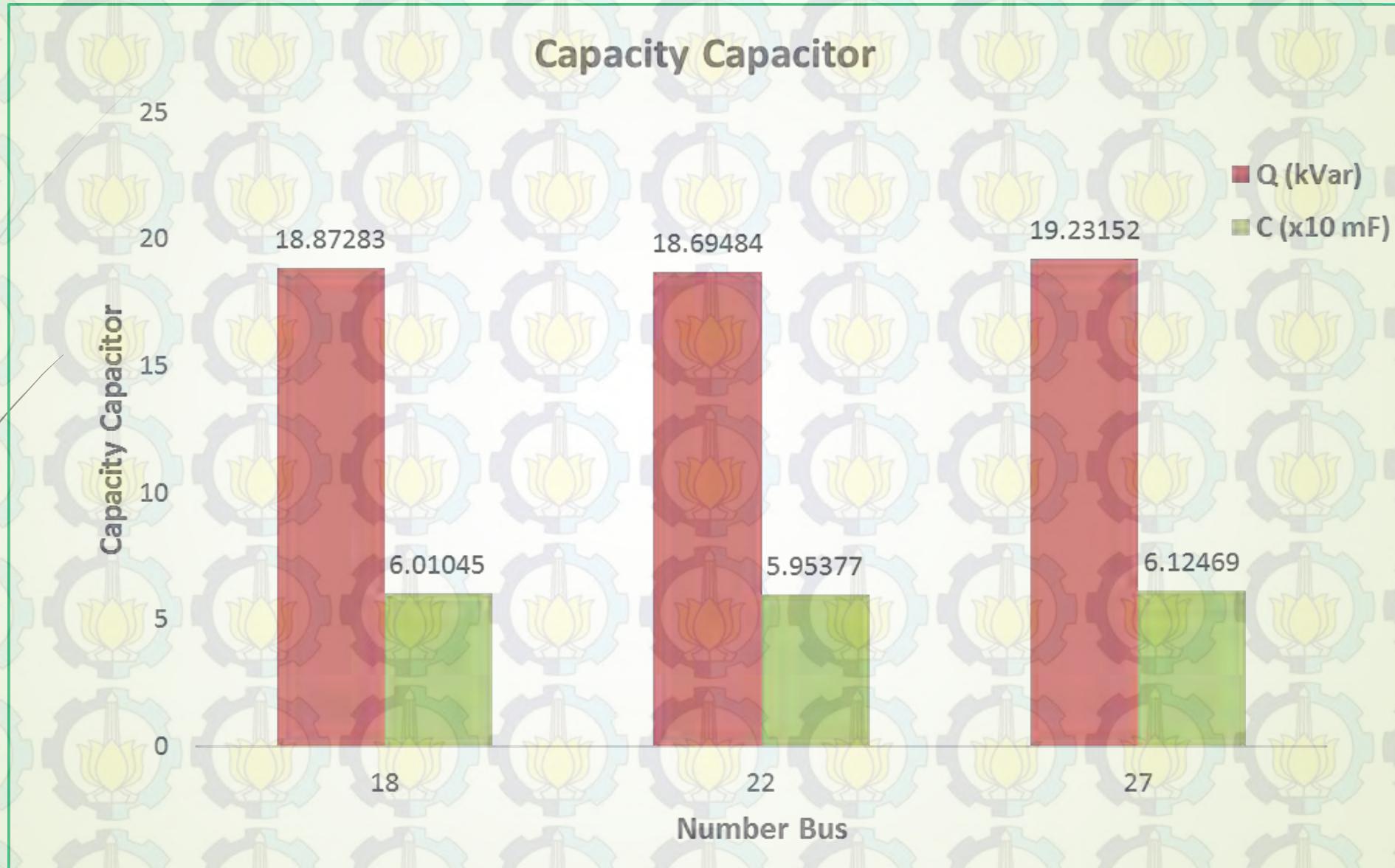
Penempatan C pada bus 27



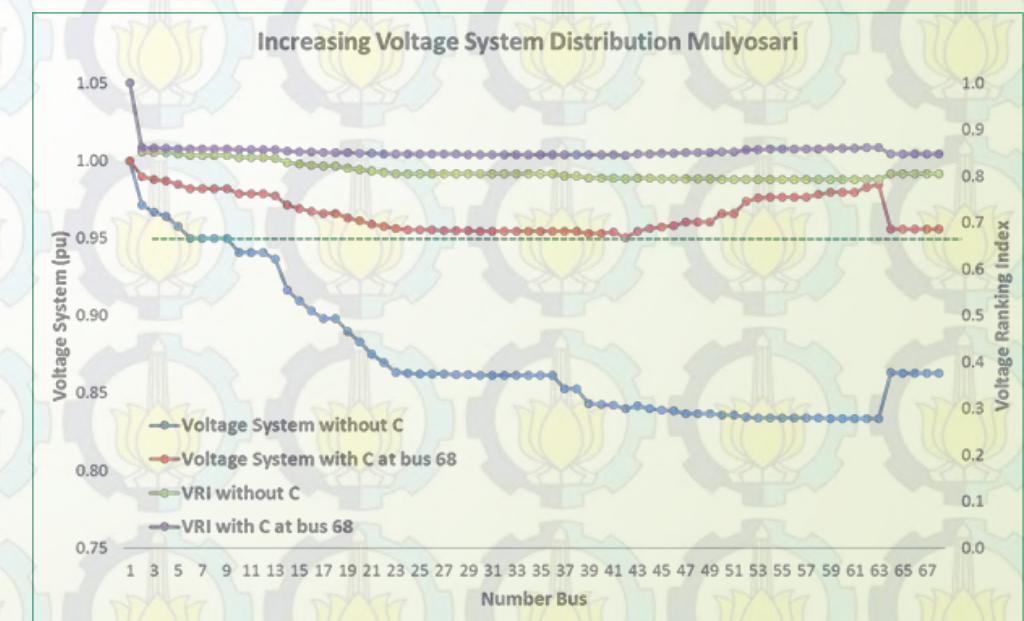
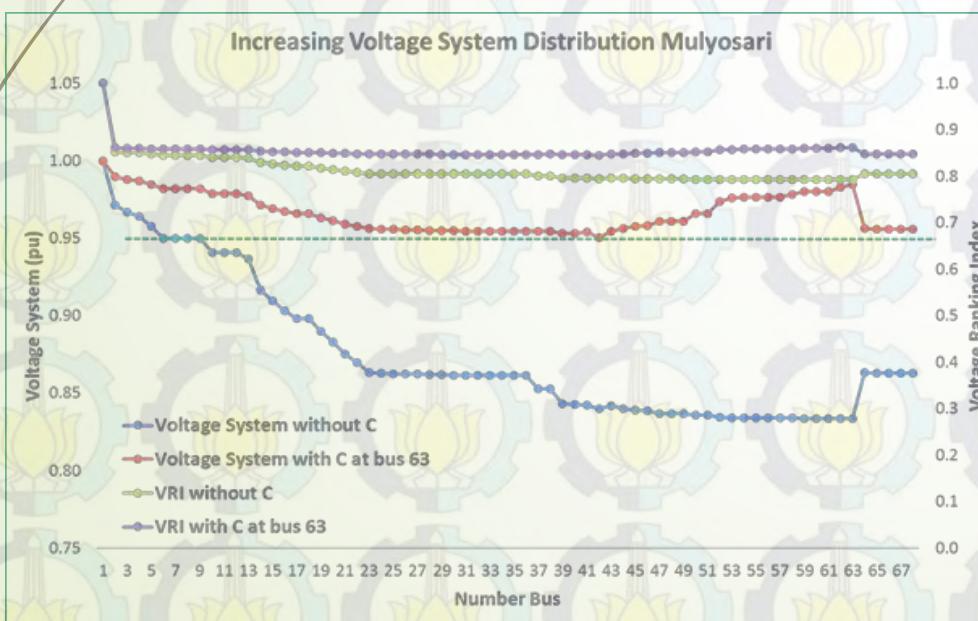
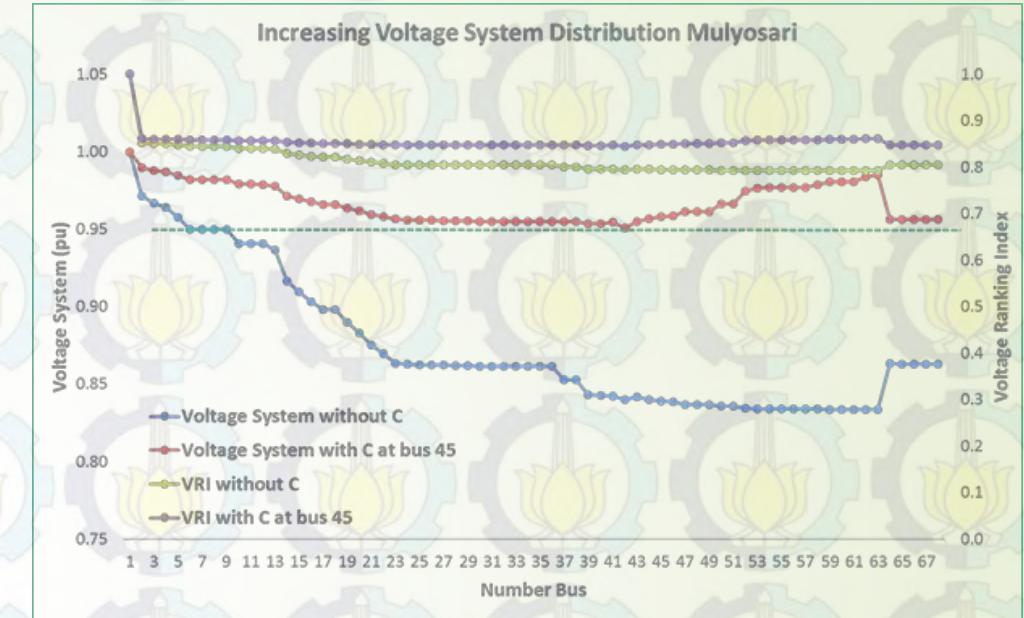
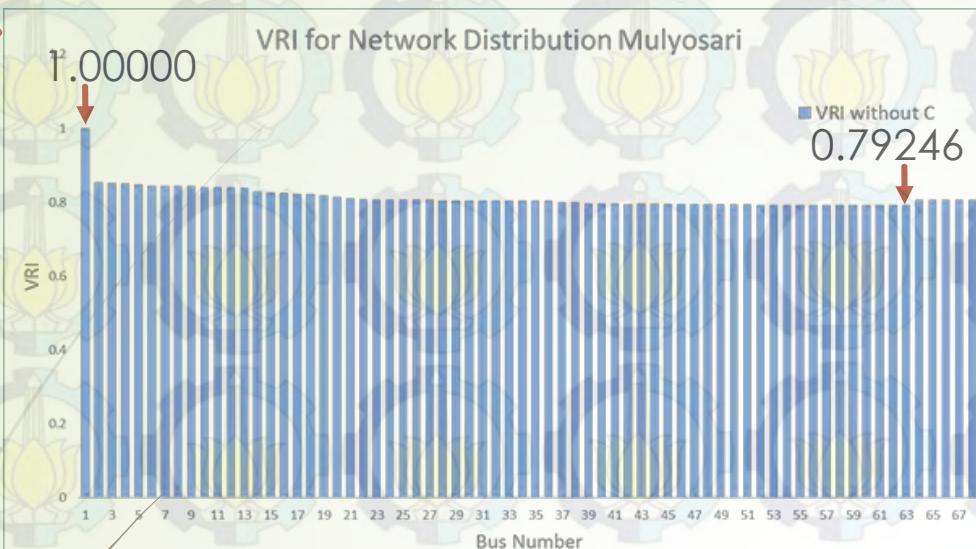
Penempatan C pada bus 27



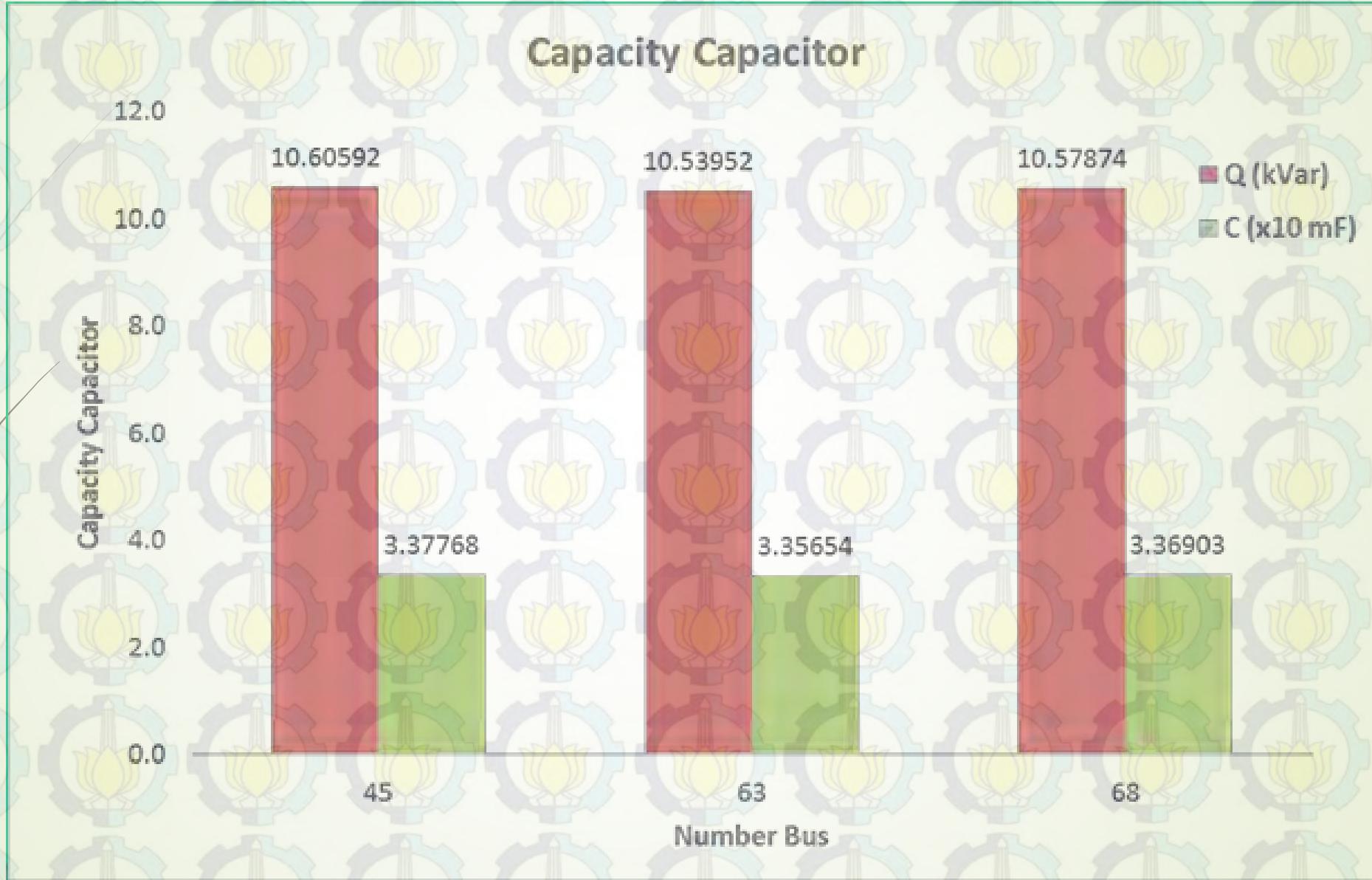
Perbandingan Kapasitas C pada Penyulang Kapas Kerampung



Penyulang Mulyosari 68 Bus



Perbandingan Kapasitas C pada Penyulang Mulyosari



Metode PS-VRI

Positive-
Sequence
Voltage
Ranking Index

Menunjukkan bus terlemah
atau paling sensitif

1 Bus 3 fasa tidak
seimbang diwakili satu
indeks

Perbaikan level tegangan lebih
efisien dengan menggunakan
satu kapasitor 3 fasa

- ▶ Menunjukkan bus terlemah atau paling sensitif.

Indeks kestabilan dari PS-VRI dapat menunjukkan kondisi setiap bus. Semakin kecil nilai indeksnya (<1) maka bus tersebut semakin mendekati titik kritisnya atau sangat sensitif terhadap perubahan beban.

- ▶ **1 bus 3 fasa diwakili 1 indeks**

Dengan menggunakan tegangan urutan positif dalam perhitungan indeks, maka pada satu bus 3 fasa seimbang dan tidak seimbang dapat diwakili satu indeks.

- ▶ **Perbaikan tegangan lebih efisien**

Untuk memperbaiki level tegangan sesuai standar Permen ESDM No. 04 Tahun 2009 [9] dan IEEE [10] dapat dilakukan secara efektif dengan pemasangan satu kapasitor 3 fasa pada lokasi yang telah ditentukan.

Kesimpulan

1. Analisis kestabilan tegangan pada jaringan distribusi bertujuan untuk mengetahui sensitivitas bus terhadap perubahan beban.
2. Metode *Positive Sequence Voltage Ranking Index (PS-VRI)* dapat digunakan untuk menentukan ranking bus dalam suatu sistem jaringan distribusi radial berdasarkan indeks kestabilannya.
3. Untuk memperbaiki dan meningkatkan level tegangan dalam suatu sistem jaringan distribusi radial dengan menggunakan kapasitor lebih efektif jika pemasangannya berdasarkan ranking indeks yang diperoleh dari metode PS-VRI.
4. Pada penyulang Kapas Kerampung 27 bus indeks kestabilan terendah pada bus 22 sebesar 0.80289 dan pada penyulang Mulyosari 68 bus indeks kestabilan terendah pada bus 63 sebesar 0.79246.

Kesimpulan

5. Setelah dilakukan pemasangan kapasitor pada penyulang Kapas Kerampung di bus 22, level tegangan pada seluruh bus mengalami kenaikan hingga 0.95323 pu (pada bus 22) dimana tegangan terendah berada pada bus 27 sebesar 0.95029 pu dengan drop tegangan sebesar 4.96913%.
6. Setelah dilakukan pemasangan kapasitor pada penyulang Mulyosari di bus 63, level tegangan pada seluruh bus mengalami kenaikan hingga 0.98479 pu (pada bus 63) dimana tegangan terendah berada pada bus 42 sebesar 0.95032 pu dengan drop tegangan sebesar 4.96635%.
7. Drop tegangan pada sistem jaringan distribusi radial dipengaruhi oleh kapasitas beban dan panjang saluran. Semakin tinggi kapasitas beban yang harus dilayani maka semakin besar arus saluran yang mengalir dalam jaringan sehingga drop tegangan semakin besar. Jika nilai drop tegangan pada bus semakin besar maka nilai indeks kestabilan pada bus tersebut akan semakin kecil yang menandakan bahwa bus tersebut sangat kritis.

Daftar Pustaka

- [1] Kundur, P. "Voltage Stability, Power System stability and control". 959-1019.1994.
- [2] Venkataramana, A. "Power Computational Techniques for Voltage Stability Assessment and Control (1th)".2007.
- [3] Juanuwattanakul, P., "increasing distributed generation penetration in multiphase distribution networks considering grid losses, maximum loading factor and bus voltage limits" , IET Generation, Transmission & Distribution, 2012, Vol.6, Iss.12, pp.1262-1271
- [4] M. Chakravorty, D. Das. "Voltage stability analysis of radial distribution networks". Electrical Power and Energy Systems 23 (2001) 129-135.
- [5] repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/29935/3/Chapter%20II.pdf
- [6] Komponen Simetris.pdf
- [7] Introduction to power flow by Matt.pdf
- [8] Jen-Hao TENG. "A Network-Topology-based Three Phase Load Flow for Distribution Systems". Proc.Natl.Sci.Counc.ROC(A) Vol.24, No.4, 2000.pp.259-264.
- [9] Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 04 Tahun 2009 tentang Aturan Distribusi Tenaga Listrik.
- [10] IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality, 1159-1995



TERIMA KASIH