

OPTIMASI PENENTUAN TAP OLTC UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS TEGANGAN PADA SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI GARDU INDUK MAULafa KUPANG

¹ Jeremias Lazaros Da Silva Neves, ² Abraham Lomi, ³ Widodo Pudji Muljanto

^{1,2,3} Teknik Elektro S1 ITN Malang, Malang, Indonesia

¹ jerryneves777@gmail.com, ² abraham@lecturer.itn.ac.id, ³ widodo_pm@lecturer.itn.ac.id

Abstrak— Seiring Berkembangnya Teknologi, Kebutuhan akan energi listrik dari waktu ke waktu semakin bertambah, maka dari itu sistem distribusi pun akan mulai semakin bertambah luas, Kondisi ini menimbulkan masalah yang kompleks salah satunya adalah jatuh tegangan, banyak metode yang dapat di gunakan untuk menaikkan tegang yakni pemasangan Kapasitor, penambahan Distribution Generation (DG), Pemasangan SVC dan sebagainya. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan tegangan akibat rugi daya transmisi adalah dengan melakukan pengaturan Posisi tap OLTC. OLTC biasanya dioperasikan dengan asumsi penurunan dan kenaikannya nilai voltase di sepanjang feeder yang disebabkan oleh Beban Yang bersifat Fluktuatif. Tap cahanger yang dapat beroperasi untuk memindahkan tap transformator, dalam keadaan transformator berbeban, disebut On Load Tap Changer (OLTC). Pada penelitian ini Penentuan Tap OLTC di harapkan mampu menyelesaikan masalah jatuh tegangan dan mengurangi besarnya rugi rugi daya. Setelah melakukan simulasi Menggunakan ETAP12.6 penulis menganalisis Hasi Report Sebelum dan sesudah Optimasi penentuan Tap changer dan Di dapat Total Rugi rugi saluran Sebelum Optimasi adalah $P_{aktif} = 4065,1$ Kw dan $P_{reaktif} = 3036,0$ Kvar Sedaangkan Kondisi Tap Sesudah optimasi adalah $P_{aktif} = 3797,1$ Kw dan $P_{reaktif} = 2828,5$ Kvar Sehingga Didapat Selisih atau kurangnya Rugi-rugi saluran sebesar $P_{aktif} = 268$ Kw dan $P_{reaktif} = 207,5$ Kvar,

Kata Kunci: Jatuh tegangan, rugi-rugi daya, Kualitas Tegangan, Tap changer, OLTC.

I. PENDAHULUAN

Seiring Berkembangnya Teknologi Kebutuhan akan energi listrik dari waktu ke waktu semakin bertambah. Energi listrik menjadi kebutuhan pokok paling penting setiap harinya, Namun dengan bertambahnya kebutuhan akan

energy listrik maka sistem tenaga listrik pun harus di kembangkan. Berkembangnya kebutuhan akan energy listrik maka sistem distribusi pun akan mulai semakin bertambah luas. Kondisi ini menimbulkan masalah yang kompleks salah satunya adalah jatuh tegangan.

Jatuh tegangan pada sistem saluran distribusi merupakan salah satu faktor penting untuk diperhatikan karena kerugian ekonomis yang diakibatkan oleh jatuh tegangan ini akan ditanggung oleh PLN dan apabila terjadi secara terus menerus maka kerugian pun akan semakin besar. Tegangan terima akan di katakana baik apabila memiliki tegangan yang tidak melebihi batas toleransi yang sudah ditentukan yakni sesuai standar SPLN. Adapun eberaa metode untuk mengatasi masalah ini Salah satu metode dari bebraa metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan tegangan atau Voltage drop akibat peningkatan beban dan rugi daya transmisi adalah dengan melakukan pengaturan dengan mengubah posisi tap changer untuk memperbaiki profil tegangan. Mengingat besarnya permintaan beban yang tidak selalu tetap dan berubah – ubah sesuai kebutuhan pelanggan maka dari itu alokasi daya yang tepat dapat menghasilkan kondisi optimum pada saluran transmisi. Optimasi daya tersebut bisa didapatkan melalui beberapa peralatan tegangan tinggi yang dapat digunakan sebagai pengatur tegangan. Untuk mengatasi masalah tegangan pada sistem distribusi, OLTC biasanya digunakan untuk menjaga tegangan pada sisi sekunder transformator daya dalam batas pengaturan.

OLTC biasanya dioperasikan dengan asumsi penurunan dan kenaikannya nilai voltase di sepanjang feeder yang disebabkan oleh Beban Yang bersifat Fluktuatif. Tap changer merupakan sebuah alat pengubah perbandingan transformasi atau alat yang berfungsi menamahkan atau mengurangi belitan pada trafo untuk mendapatkan tegangan operasi sekunder atau primer tergantung dari posisi pemasangan alatnya yang lebih baik (diinginkan) dari tegangan jaringan

yang berubah-ubah. Tap changer yang dapat beroperasi untuk memindahkan tap transformator, dalam keadaan transformator berbeban, disebut "On Load Tap Changer (OLTC)" dan dapat dioperasikan secara manual atau otomatis

Pada penelitian ini Penentuan Tap OLTC di harapkan mampu menyelesaikan masalah drop tegangan dan mengurangi besarnya rugi rugi daya.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Kualitas Daya

Kualitas daya listrik adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan mutu daya listrik yang bisa dilihat dari segi penyimpangan bentuk gelombang sinusoidal ideal arus dan tegangan (Bollen, 2003) . Hal inilah yang mengakibatkan kesalahan ataupun kegagalan operasi pada peralatan-peralatan yang terjadi pada konsumen pengguna listrik. Daya merupakan suatu nilai dari energi listrik yang di kirimkan dan di distribusikan, di mana besarnya nilai dari daya listrik tersebut sebanding atau sama dengan perkalian dari besarnya tegangan dan arus listriknya. Sistem pengiriman daya listrik dapat dikendalikan dan di kotrol oleh kualitas dari tegangan, dan tidak bisa dikendalikan oleh arus listrik karena arus listrik bersifat konstan atau berada pada sisi beban yang bersifat individual, sehingga pada dasarnya kualitas daya itu sendiri merupakan kualitas dari tegangan. Adapun beberapa faktor-faktor yang sangat mempengaruhi Kualitas Daya yakni : Tegangan Turun (Voltage Drop), Tegangan Swell, Transien, Harmonik, Distorsi Tegangan, Flicker, Ketidakseimbangan Tegangan, Deviasi Frekuensi, Gangguan Transien dan Outage

B. Sensitifitas Tegangan

Sensitifitas Tegangan merupakan Suatu kondisi dimana tegangan pada bus jika ada penambahan beban atau dengan kondisi normal dilakukan aliran daya , nilai tegangan pada bus tegangan tidak mengalami penurunan. Turunnya tegangan pada bus beban diakibatkan oleh bertambahnya beban secara terus menerus atau kontinyu. Jika tidak dilakukan penambahan tegangan supply maka akan terjadi Voltage drop.

Metode newton Rhapsion dapat digunakan untuk melihat besarnya selisih dari tegangan dan juga bisa digunakan untuk melihat sensitifitas tegangannya (ΔV) pada setiap Bus Dalam Sistem. Adapun Persamaan Drop Tegangannya Pada Bus sebagai berikut :

$$\Delta V = V_s - V_r \quad (1)$$

ΔV = Jatuh Tegangan (Volt).

V_s = Tegangan kirim (Volt).

V_r = Tegangan terima (Volt).

C. Rugi-rugi Daya

Kerugian dalam sistem kelistrikan dapat ditentukan dengan berbagai cara. Kehilangan teknis terjadi ketika arus mengalir melalui bahan resistif dan energi magnetisasi pada transformator dan motor (D lukman 2002). Namun, kerugian yang terjadi pada bahan resistensi dapat diminimalisir dengan cara berikut

Mengurangi arus

Mengurangi hambatan dan impedancec.

Mengurangi tegangan.

Pada umumnya suatu sistem tenaga listrik terdiri dari: Pusat pembangkitan listrik, saluran transmisi, saluran distribusi dan beban. pada saat sistem tersebut beroperasi, pastinya pada sistem transmisi line memiliki rugi-rugi daya Jika tegangan transmisi adalah arus bolak-balik (alternating current, AC) 1 fase dan AC 3 fase, maka besarnya rugi-rugi daya tersebut dapat dihitung sebagai berikut :

$$P_{losses 1\phi} = I^2 \cdot R \quad (2)$$

Dimana :

P_{losses} = rugi - rugi daya per fasa (watt).

I = Arus saluran per fasa(Ampere).

R = Resistansi total pada saluran (Ω).

$$P_{losses 3\phi} = P_{losses R} + P_{losses S} + P_{losses T} \quad (3)$$

Dimana :

$P_{losses 3\phi}$ = rugi - rugi daya 3 fasa (watt)

$P_{losses R}$ = rugi – rugi daya pada fasa R (watt)

$P_{losses S}$ = rugi – rugi daya pada fasa S (watt)

$P_{losses T}$ = rugi – rugi daya pada fasa T (watt)

D. StabilitasTegangan

Stabilitas tegangan adalah kemampuan sistem tenaga untuk mempertahankan tegangan agar tetap stabil setelah gangguan dan Harus menjaga atau mengembalikan keseimbangan antara beban yang terhubung, dan pasokan beban dari power system (Carson W. Taylor, 2008).

E. Transformator

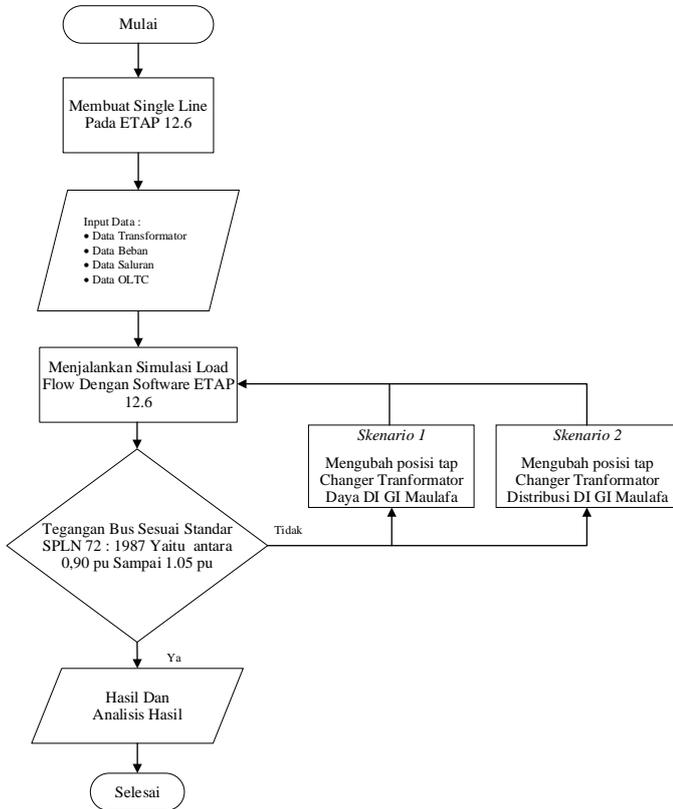
Transformator adalah peralatan yang berfungsi mengkonversikan (merubah) arus atau tegangan bolak-balik dari nilai tertentu menjadi nilai yang lain yang berbeda, melalui suatu gandengan magnet atau inti besi yang berdasarkan prinsip induksi-elektromagnet.

F. OLTC

Tap Changer (Pengubah Tap) Pada Transformator Tap changer merupakan sebuah alat pengubah perbandingan transformasi trafo untuk mendapatkan nilai tegangan operasi sisi sekunder yang lebih baik (diinginkan) dari nilai tegangan jaringan / primer.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan membahas mengenai proses pengoptimasian penentuan tap changer dimana dalam proses pengoptimasian ini melewati beberapa tahap sebelum sampai pada hasil akhir dalam pengoptimasian. Berikut bagan alir proses optimasi :



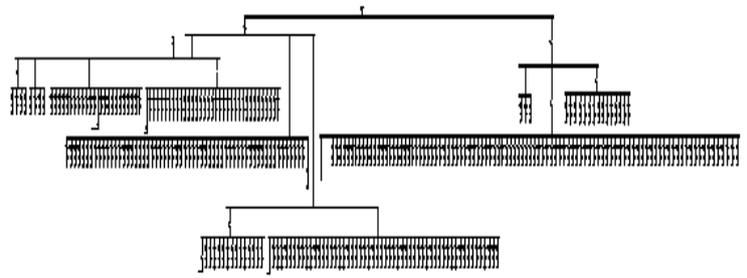
Gambar 1. Flowchart Penyelesaian Masalah

IV. SIMULASI DAN ANALISA

Proses optimasi penentuan tap ini di lakukan dengan melihat profil tegangan dan rugi daya di setiap bus pada feeder dengan acuan Sesuai Standar SPLN 72 : 1987 Yaitu antara 0,90 pu Sampai 1.05 pu , pada penelitian ini peneliti melakukan pengoptimasian pada Sistem Jaringan Distribusi 20 Kv Di Gardu Induk Maulafa Kupang.

1. Simulasi Load Flow Sistem Jaringan Distribusi 20 KV Maulafa Kupang

Sebelum Mensimulasikan Sistem, terlebih dahulu menggambar single line Sistem Jaringan Distribusi 20 Kv Di Gardu Induk Maulafa Kupang.pada ETAP 12.6 . Berikut Gambar single Line Sistem Jaringan Distribusi 20 Kv Di Gardu Induk Maulafa Kupang :

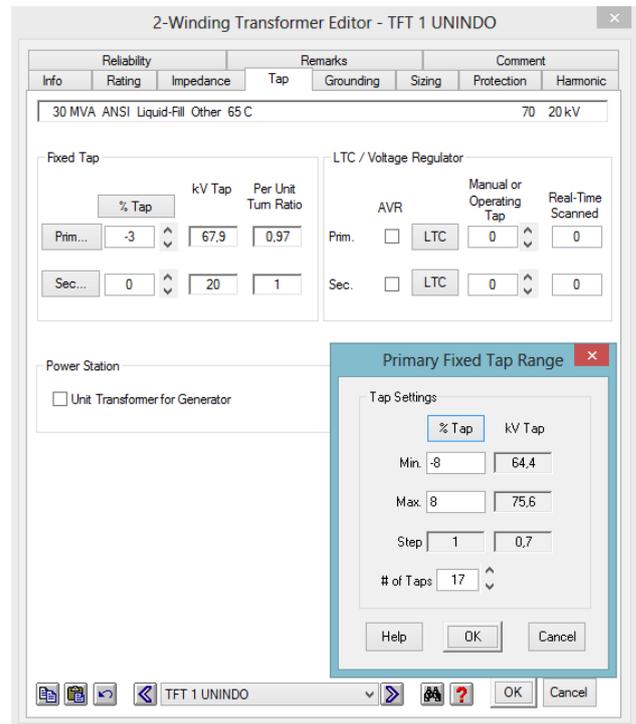


Gambar 2. Single Line Diagram Sistem Kelistrikan RayonKupang

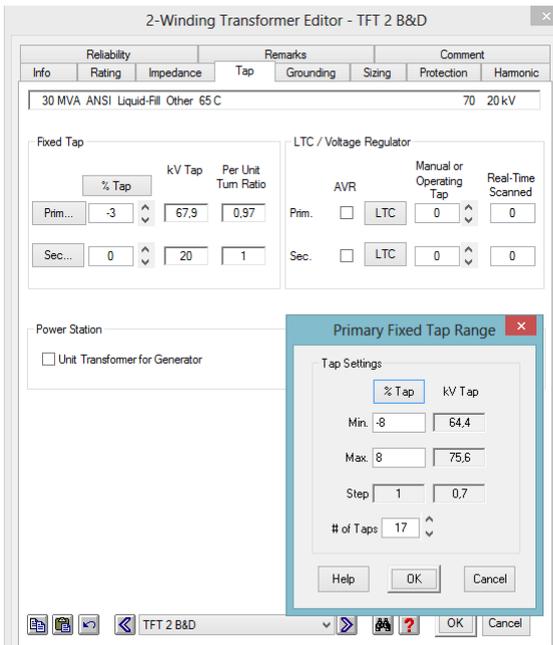
Setelah mendesign Single Line Diagram Sistem Kelistrikan RayonKupang, selanjutnya dilakukan penginputan data Mulai dari data Pembangkit, data transformator, data OLTC, Data Saluran Dan data beban.

2. Simulasi Load Flow Posisi Tap Normal

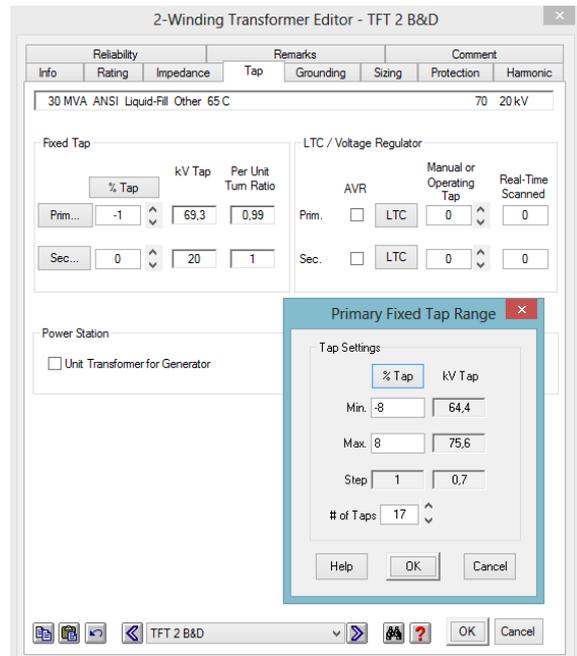
Setelah melakukan penginputan data selanjutnya dengan melakukan running simulasi Load flow pada ETAP 12.6 berikut Posisi Tap dalam kondisi Normal



Gambar 3. Data posisi Tap Transformator 1 Sebelum Optimasi



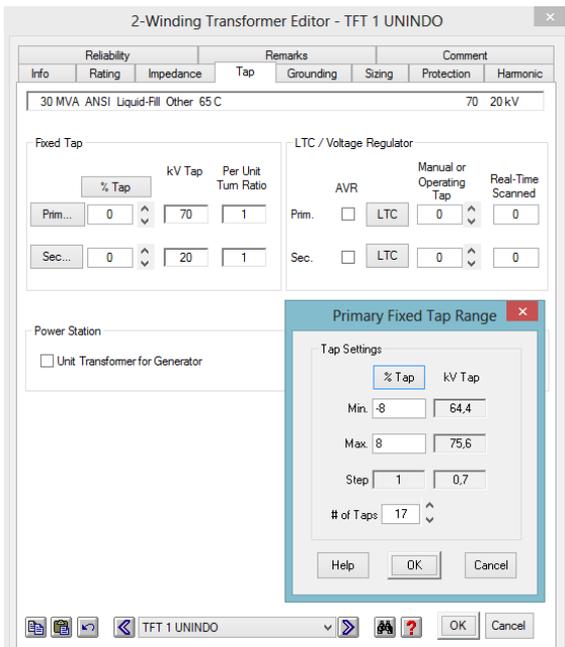
Gambar 4. Data posisi Tap Transformator 2 Sebelum Optimasi



Gambar 6. Data posisi Tap Transformator 2 Sesudah Optimasi

3. Simulasi Load Flow Posisi Tap sudah Di Optimasi

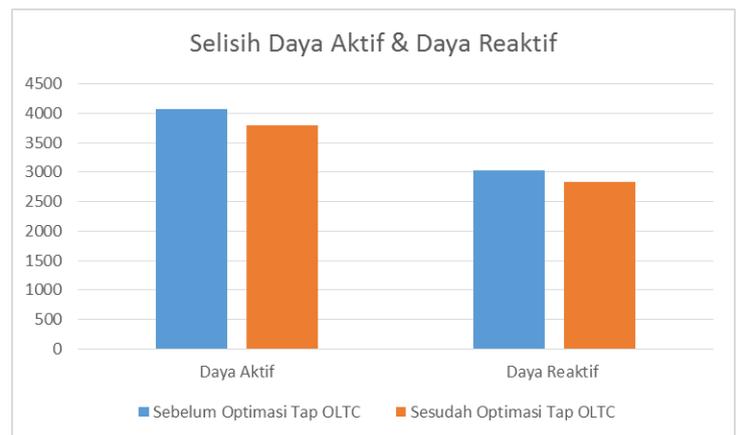
Setelah menjalankan Single Line Diagram Sistem Kelistrikan Rayon Kupang Tanpa pengoptimasian selanjutnya Peneliti Melakukan pengoptimasian dengan menentukan tap changer Untuk menaikan Profil Tegangan Di setiap Bus Dan mengurangi Rugi-rugi Daya Pada Saluran Sesuai Standar SPLN 72 : 1987 Yaitu antara 0,90 pu Sampai 1.05 pu pada Transformator Yang ada Di setiap Feeder-feeder. Berikut Data Posisi Tap Pada Transformator GI Maulafa :



Gambar 5. Data posisi Tap Transformator 1 Sesudah Optimasi

4. Analisa Pengujian

Setelah melakukan pengoptimasian penentuan Tap pada Transformator dapat mengatasi masalah voltage drop dan mengurangi rugi-rugi daya pada saluran dimana dapat di Lihat pada Grafik di bawah Ini :



Gambar 7. Grafik Losses Selisih Daya Aktif & Daya Reaktif

V. KESIMPULAN

Setelah di lakukan optimasi penentuan tap OLTC pada Transformator, maka Dapat Disimpulkan Bahwa:

1. Pengaruh Posisi Tap Terhadap Tegangan Adalah, semakin kecil/turun posisi Tap, maka tegangan Sekunder di setiap Bus akan naik, dimana Sensitifitas tegangan

- setiap bus bergantung pada nilai kontinuitas/ bertambahnya Beban. Saat tap dalam kondisi normal/sebelum optimasi terdapat 5 bus yang mengalami over voltage dengan kondisi Margin Alert, dan setelah optimasi dengan menentukan Tap transformator Induk, Bus- bus di setiap feeder mendapatkan deviasi tegangan minimum sehingga tidak masuk dalam kondisi MarginalAlert Namun Ada 10 trafo yang mendapat critical alert dan 8 trafo mengalami marginal alert dimana hal tersebut terjadi akibat Kapasitas Trafo distribusi Yang Tidak Seimbang terhadap beban
2. Pengaruh kualitas tegangan terhadap Rugi-rugi daya saluran adalah semakin besar kualitas tegangannya semakin kecil rugi-rugi daya pada saluran, dimana rugi-rugi terjadi akibat dari sisi daya kirim lebih besar dari pada sisi daya terima, salah satu faktornya adalah voltage drop. Pada kondisi tap normal batas deviasi tegangannya lebih besar dibandingkan dengan dengan kondisi Tap sesudah Optimasi, dimana Total Rugi rugi saluran Sebelum Optimasi adalah $P_{aktif} = 4065,1$ Kw dan $P_{reaktif} = 3036,0$ Kvar Sedaangkan Kondisi Tap Sesudah optimasi adalah $P_{aktif} = 3797,1$ Kw dan $P_{reaktif} = 2828,5$ Kvar Sehingga Didapat Selisih atau kurangnya Rugi-rugi saluran sebesar $P_{aktif} = 268$ Kw dan $P_{reaktif} = 207,5$ Kvar . Perbandingan Voltage drop dapat dilihat di Tabel 4.10 Perbandingan Voltage drop yang mempunyai acuan sesuai dengan Standar SPLN 72 : 1987 Yaitu antara 0,90 pu Sampai 1.05 pu.

3. Dari hasil Di atas merupakan Perbandingan Posisi Tap Sesuai prosedur PLN yakni menjaga tegangan sekunder 20.44-20.99 dimana pada TFT 1 Unindo Posisi Tap = -3 , TFT 2 B&D Posisi Tap = -3 dengan Sesudah Optimasi penentuan Tap Yakni TFT 1 Unindo Posisi Tap = 0 , TFT 2 B&D Posisi Tap = -1 dengan menjaga tegangan sedekat mungkin Mencapai tegangan sebesar 20 Kv

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Changfu Li, Vahid R. Disfani, Member, IEEE, Zachary K. Pecenek, Saeed Mohajeryami, and Jan Kleissl
- [2]. D. Dohnal, "On-load tap-changers for powertransformers-a technical digest," FirmenschriftMaschinenfabrik Reinhausen, vol. 6, no. 09, 2006.
- [3]. Bollen, M. H. J., (2000) "WhatIs Power Quality?." Electric Power Systems Research, Vol.66 (1),pp. 5-14.
- [4]. Carson W. Taylor "Voltage Stability for Undergraduates" University of Minnesota Power Group Internet-Based Monthly Seminar July 1, 2008,
- [5]. C.Oates, 2006, "An On-Load Tap Changer", Worldwide patent WO2006103268 (A2).
- [6]. X. Liu, A. Aichhorn, L. Liu, and H. Li, IEEE Trans. on Smart Grid, vol. 3, no. 2, pp. 897–906, Jun. 2012
- [7]. R. Yan, B. Marais, and T. K. Saha, vol. 111, pp. 185–193, 2014