



***POWER DOMINATION NUMBER PADA
GRAF-GRAF HASIL OPERASI DAN APLIKASINYA
PADA PENEMPATAN RECLOSEUR***

TESIS

Oleh

Indah Yuliana

NIM 131820101014

**PROGRAM STUDI MAGISTER MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER**

2018



***POWER DOMINATION NUMBER PADA
GRAF-GRAF HASIL OPERASI DAN APLIKASINYA
PADA PENEMPATAN RECLOUSER***

TESIS

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Magister Matematika (S2) dan mencapai gelar Magister Sains

Oleh

Indah Yuliana

NIM 131820101014

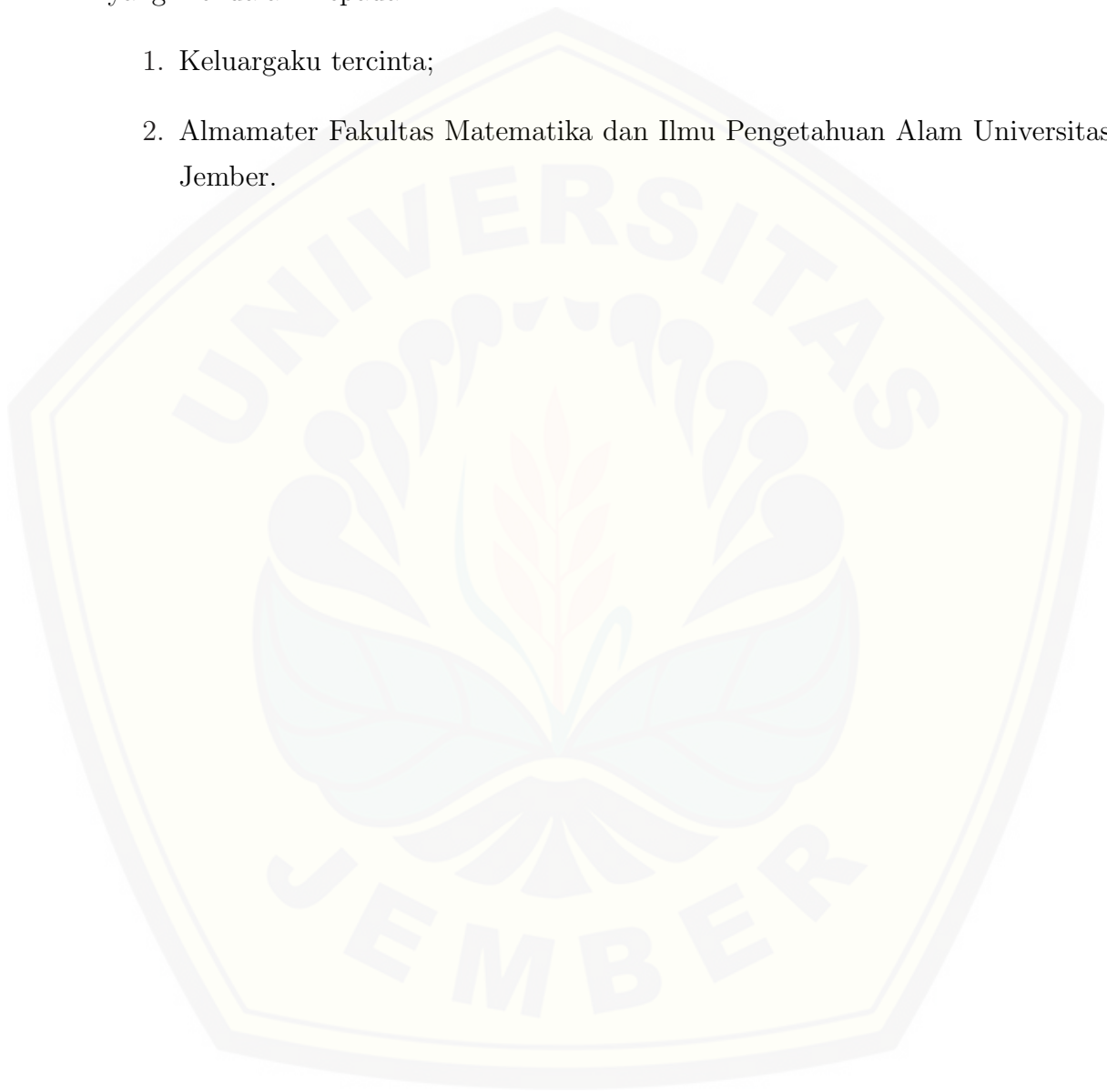
**PROGRAM STUDI MAGISTER MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER**

2018

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang serta sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, ku-persembahkan sebuah kebahagiaan dalam hidupku, teriring rasa terima kasihku yang mendalam kepada:

1. Keluargaku tercinta;
2. Almamater Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.



MOTTO

"Sebagus apapun perencanaan tanpa ada yang melaksanakan pasti nihil hasilnya"

(Naily Aunillah).



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Indah Yuliana

NIM : 131820101014

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang berjudul: ” *Power Domination Number* pada Graf-Graf Hasil Operasi dan Aplikasinya pada Penempatan Reclouser” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, April 2018

Yang menyatakan,

Indah Yuliana

NIM. 131820101014

SKRIPSI

***Power Domination Number* pada Graf-Graf Hasil
Operasi dan Aplikasinya pada Penempatan Reclouser**

Oleh

**Indah Yuliana
NIM 131820101014**

Dosen Pembimbing 1 : Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.

Dosen Pembimbing 2 : Ika Hesti Agustin, S.Si.,M.Si.

PENGESAHAN

Tesis berjudul "*Power Domination Number* pada Graf-Graf Hasil Operasi dan Aplikasinya pada Penempatan Reclouser" telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

hari :

tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Tim Penguji :

Ketua,

Sekretaris,

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D
NIP.19680802 199303 1 004

Ika Hesti Agustin, S.Si., M.Si
NIP.19840801 200801 2 006

Anggota I,

Anggota II,

Kusbudiono, S.Si., M.Si
NIP.19770430 200501 1 001

Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si
NIP.19690828 199802 1 001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

Drs. Sujito, Ph.D.

NIP. 19610204 198711 1 001

RINGKASAN

***Power Domination Number* pada Graf-Graf Hasil Operasi dan Aplikasinya pada Penempatan Reclouser**; Indah Yuliana, 131820101014; 2018: 53 halaman; Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

Dalam teori graf, *domination number* dapat dikatakan sebagai banyaknya simpul pendominasi dalam suatu graf yang dapat mendominasi simpul-simpul terhubung disekitarnya, dengan simpul pendominasi berjumlah minimal. *Domination number* dinotasikan dengan $\gamma(G)$. *Domination number* telah banyak digunakan dalam kehidupan contohnya penempatan pos pantau polisi pada ruas jalan tertentu, penempatan mobil listrik pada lahan perkebunan, penempatan *CCTV* pada sudut-sudut tertentu agar dapat menjangkau area di sekitarnya pada jarak tertentu, dan masih banyak lagi. Dengan menerapkan himpunan dominasi maka jumlah titik pusat akan lebih minimal dan efisien.

Power dominating set merupakan suatu konsep penentuan titik seminimal mungkin dalam suatu graf yang dapat mendominasi simpul-simpul terhubung disekitarnya. Kardinalitas terkecil dari *power dominating set* disebut *power domination number* yang dinotasikan dengan $\gamma_p(G)$. Aplikasi *power domination number* mulai digunakan dalam kehidupan, salah satunya adalah penempatan *reclouser* pada sistem kelistrikan yang berguna untuk menentukan jumlah titik pusat agar lebih minimal dan efisien.

Dalam sistem ketenagalistrikan yang patut menjadi perhatian adalah bagaimana mengoperasikan tenaga listrik secara handal tidak terputus-putus yang secara kontinu selalu dapat menyalurkan tenaga listrik pada para pelanggan PLN. Disamping itu sesuai dengan tuntutan perkembangan zaman, listrik menjadi kebutuhan primer, khususnya dikalangan masyarakat perkotaan. Faktor kualitas atau mutu akan listrik menjadi hal yang mulai menjadi tuntutan utama. Tidak sering padam, tegangan listrik yang stabil dan tidak berfluktuasi adalah sebagai tuntutan yang menjadi perhatian utama.

Perlunya penyaluran tenaga listrik secara berkesinambungan memerlukan cara dan metode dalam mengelolanya. Terutama pada jaringan sistem distribusi PLN, pada sisi tegangan pelayanan sistem distribusi yaitu tegangan menengah 20 kV kebawah. Dalam mengoperasikan sistem jaringan distribusi, terdapat empat hal pokok yang perlu menjadi perhatian yaitu keandalan (*reliability*), kontinuitas (*continuity*), kualitas (*quality*), dan *flexibility*.

Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian eksploratif dan terapan. Penelitian eksploratif adalah jenis penelitian yang bertujuan menggali hal-hal yang ingin diketahui oleh peneliti dan hasil penelitian dapat digunakan sebagai dasar penelitian selanjutnya. Penelitian terapan (*applied research*) merupakan penyelidikan yang hati-hati, sistematis dan terus-menerus terhadap suatu masalah dengan tujuan untuk digunakan dengan segera untuk keperluan tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mencari nilai *power domination number* pada graf hasil operasi $\gamma(C_n + H)$, $\gamma(P_n + H)$, $\gamma(K_n + H)$ dan $\gamma(G \odot H)$, sehingga pada penelitian ini dihasilkan empat teorema dan hasil penelitian pengaplikasian *power dominating set* pada *reclouser*, antara lain:

1. **Lemma 4.1.1** Jika T adalah graf pohon, maka $\gamma_p(T) \geq 1$
2. **Teorema 4.1.1** Jika G adalah graf terhubung, sederhana, dan mempunyai diameter 1, maka $\gamma_p(G) = 1$
3. **Teorema 4.1.2** Untuk $n \geq 2$ dan $m \geq 2$, maka nilai $\gamma_p(C_n + H) = 1$
4. **Teorema 4.1.3** Untuk $n \geq 2$ dan $m \geq 3$, maka nilai $\gamma_p(P_n + H) = 1$
5. **Teorema 4.1.4** Untuk $n \geq 3$ dan $m \geq 3$, maka nilai $\gamma_p(K_n + H) = 1$
6. **Teorema 4.1.5** Untuk $n \geq 2$ dan $m \geq 3$, maka nilai $\gamma_p(G \odot H) = |V(G)|$
7. Dengan teori *power domination number*, maka jumlah *reclouser* yang dipasang bisa ideal dan dapat tetap menekan jumlah gangguan/pemadaman jaringan listrik PT.PLN (Persero). Hasil penelitian terapan *power domination number* pada penempatan *reclouser* adalah sebagai berikut:

- (a) γ_p penyulang Tegalboto = 7 Pds

- (b) γ_p penyulang Arjasa = 19 Pds
- (c) γ_p penyulang Tanjung = 5 Pds
- (d) γ_p penyulang Glantangan = 2 Pds
- (e) γ_p penyulang Gajahmada = 6 Pds
- (f) γ_p penyulang Balung = 6 Pds
- (g) γ_p penyulang Sukorambi = 10 Pds
- (h) γ_p penyulang Karimata = 6 Pds
- (i) γ_p penyulang Seruji = 9 Pds
- (j) γ_p penyulang Pakusari = 17 Pds
- (k) γ_p penyulang Mayang = 22 Pds

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah Swt, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul ” *Power Domination Number* pada Graf-Graf Hasil Operasi dan Aplikasinya pada Penempatan Reclouser”. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata dua (S2) pada Program Studi Magister Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan tesis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
3. Ketua Program Studi Magister Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
4. Prof. Drs. Dafik, M.Sc.,Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I dan Ika Hesti Agustin, S.Si, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan tesis ini;
5. dosen dan Karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
6. semua pihak yang telah membantu terselesaikannya tesis ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan tesis ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tesis ini dapat bermanfaat.

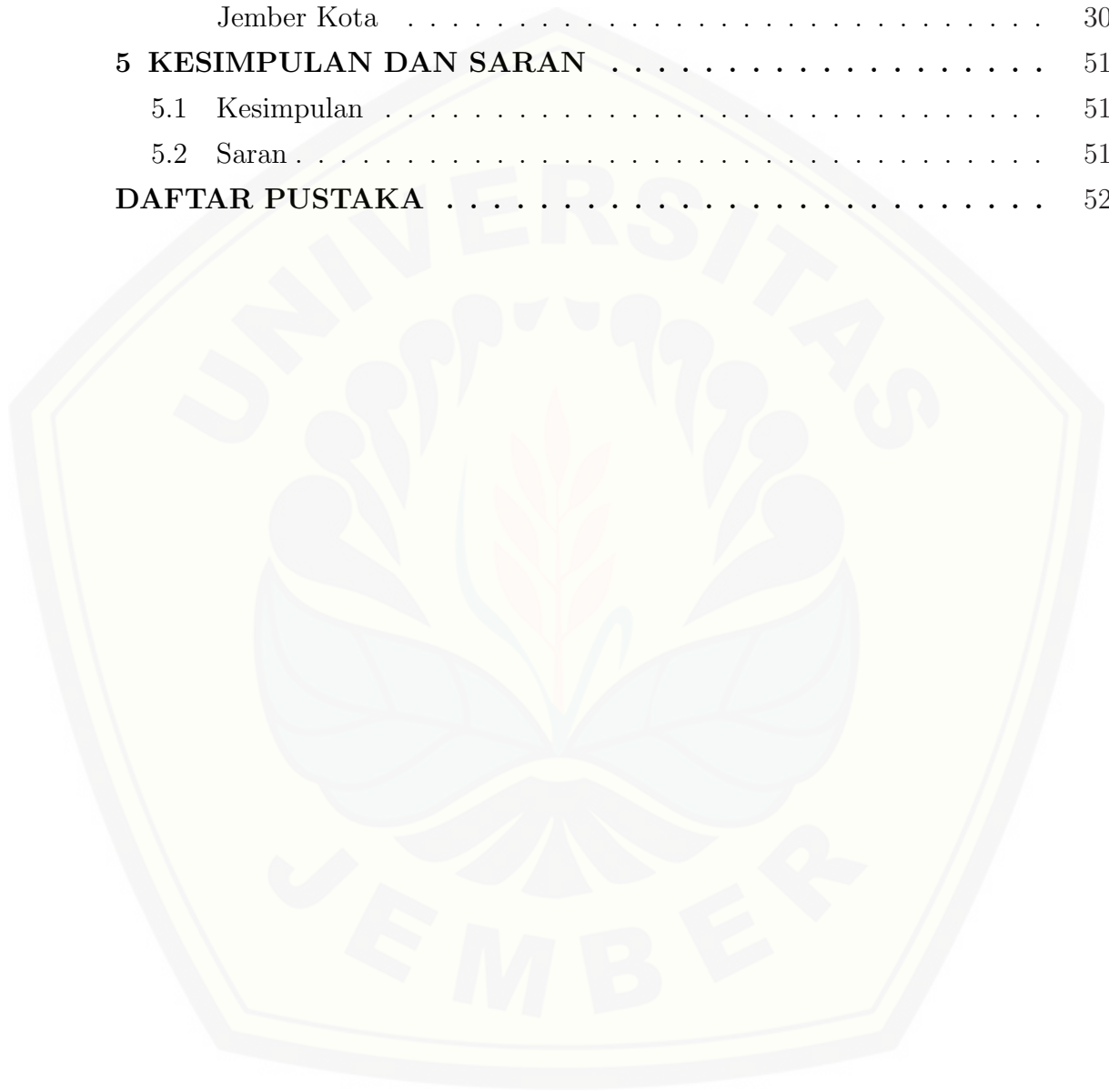
Jember, April 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Kebaruan Penilitan	4
2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Aplikasi Graf	5
2.2 Pengoperasian Sistem Jaringan Distribusi	9
2.3 Deteksi dan Penanggulangan Gangguan Jaringan Distribusi	13
2.4 Peralatan <i>Switching Automatic Circuit Reclouser</i>	14
2.5 Terminologi Dasar Graf	15
2.6 Graf Khusus	16
2.7 Operasi Graf	18
2.8 <i>Power Dominating Set</i>	21
2.9 Hasil Penelitian <i>Power Dominating Set</i>	22
3 METODE PENELITIAN	23
3.1 Jenis Penelitian	23
3.2 Data Penelitian	23

3.3 Rancangan Penelitian	23
4 HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Hasil <i>Power Domination Number</i> pada Graf-graf Hasil Operasi . .	26
4.2 Pembahasan Aplikasi <i>Power Domination Number</i> untuk Penem- patan Reclouser pada Jaringan Listrik PT. PLN (Persero) Area Jember Kota	30
5 KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52



DAFTAR GAMBAR

2.1	Sistem <i>Radial</i>	5
2.2	Sistem <i>Open Loop</i>	6
2.3	Sistem <i>Close Loop</i>	7
2.4	Sistem <i>Spindle</i>	8
2.5	Sistem Clutser	8
2.6	Definition of Event Magnitude and Event Duration	12
2.7	Beberapa Contoh Peralatan <i>Switching</i> dalam Jaringan Distribusi .	14
2.8	(a) Graf Reguler Derajat 4, (b) Graf Non Reguler	15
2.9	(a) Graf dengan <i>Loop</i> , (b) Graf dengan 4 <i>Pendant</i> dan 2 Sisi Ganda	16
2.10	Graf Lintasan P_n	16
2.11	<i>Cycle</i> C_n	17
2.12	Graf Kipas F_n	17
2.13	Graf Bintang S_n	18
2.14	Graf Roda W_n	18
2.15	Graf Hasil Operasi Korona $C_4 \odot S_3$	19
2.16	Contoh Graf Hasil Operasi $C_3 + P_3$	19
2.17	Contoh Graf Hasil Operasi $\mathfrak{F}_2 \square C_3$	20
2.18	Graf $Shack(F_n, v, m)$	20
2.19	Graf $Gshack(W_6, C_1^4, n)$	21
3.1	Rancangan Penelitian	25
4.1	<i>Power Dominating Set</i> pada $C_3 + S_3$	27
4.2	<i>Power Dominating Set</i> pada $P_3 + S_3$	28
4.3	<i>Power Dominating Set</i> pada $K_4 + S_3$	29
4.4	<i>Power Dominating Set</i> pada $C_3 \odot F_5$	30
4.5	Peta Penyulang Tegalboto	31
4.6	Peta Penyulang Arjasa	32
4.7	Peta Penyulang Tanjung	33
4.8	Peta Penyulang Glantangan	34

4.9	Peta Penyulang Gajahmada	35
4.10	Peta Penyulang Balung	36
4.11	Peta Penyulang Sukorambi	37
4.12	Peta Penyulang Karimata	38
4.13	Peta Penyulang Seruji	39
4.14	Peta Penyulang Pakusari	40
4.15	Peta Penyulang Mayang	41
4.16	Graf Peta Penyulang Tegalboto	42
4.17	Graf Peta Penyulang Arjasa	43
4.18	Graf Peta Penyulang Tanjung	44
4.19	Graf Peta Penyulang Glantangan	44
4.20	Graf Peta Penyulang Gajahmada	45
4.21	Graf Peta Penyulang Balung	45
4.22	Graf Peta Penyulang Sukorambi	46
4.23	Graf Peta Penyulang Karimata	46
4.24	Graf Peta Penyulang Seruji	47
4.25	Graf Peta Penyulang Pakusari	48
4.26	Graf Peta Penyulang Mayang	49

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam sistem ketenagalistrikan yang patut menjadi perhatian adalah bagaimana mengoperasikan tenaga listrik secara handal tidak terputus-putus yang secara kontinu selalu dapat menyalurkan tenaga listrik pada para pelanggan PLN. Disamping itu sesuai dengan tuntutan perkembangan zaman, listrik menjadi kebutuhan primer, khususnya dikalangan masyarakat perkotaan. Faktor kualitas atau mutu akan listrik menjadi hal yang mulai menjadi tuntutan utama. Tidak sering padam, tegangan listrik yang stabil dan tidak berfluktuasi adalah sebagai tuntutan yang menjadi perhatian utama.

Tenaga listrik dihasilkan mulai dari pembangkit kemudian disalurkan melalui jaringan transmisi baik melalui tegangan ekstra tinggi (500 kV) ataupun melalui tegangan tinggi (70 dan 150 kV), melalui gardu-gardu induk aliran listrik PLN diturunkan menjadi tegangan 20 kV, dan untuk menyalurkan tenaga listrik ke pelanggan PLN diturunkan menjadi 6 kV atau melalui trafo-trafo ketegangan rendah 220 V atau 110 V sampai ke pelanggan PLN.

Perlunya penyaluran tenaga listrik secara berkesinambungan memerlukan cara dan metode dalam mengelolanya. Terutama pada jaringan sistem distribusi PLN, pada sisi tegangan pelayanan sistem distribusi yaitu tegangan menengah 20 kV kebawah. Dalam mengoperasikan sistem jaringan distribusi, terdapat empat hal pokok yang perlu menjadi perhatian yaitu keandalan (*reliability*), kontinuitas (*continuity*), kualitas (*quality*), dan *flexibility*.

Kualitas keandalan dapat dilihat dari lamanya pemadaman dan seberapa sering pemadaman terjadi dalam satu satuan waktu, misalkan dalam satu tahun, satu semester atau satu bulan. Tingkatan keandalan yang sesuai dengan standar masyarakat pengguna dapat menikmati energi secara berkesinambungan. Indikator *reability* suatu sistem distribusi di dunia kelistrikan adalah nilai SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) dan SAIDI (*System Interruption*

Duration Index). Nilai ini menunjukkan besarnya kegagalan atau pemadaman yang mengakibatkan pelanggan tidak mendapatkan layanan listrik. Nilai SAIDI dan SAIFI dipengaruhi oleh laju kegagalan sistem jaringan distribusi yang berasal dari probabilitas kegagalan peralatan-peralatan jaringan distribusi atau probabilitas kegagalan pada titik bebannya.

Salah satu peralatan jaringan distribusi yaitu *switching recloser* atau pemutus aliran tenaga listrik baik dalam kondisi berbeban maupun untuk kondisi tanpa beban. Pemasangan *recloser* selama ini hanya berdasarkan seringnya gangguan yang menyebabkan pemadaman disuatu tempat, belum mempertimbangkan banyaknya pelanggan didaerah yang dilindungi dan jarak aman antar suatu *recloser* dengan *recloser* lainnya. Berdasarkan hal tersebut penempatan *recloser* harus benar-benar dipertimbangkan. Salah satu topik yang menarik pada teori graf yang dapat menyelesaikan permasalahan ini adalah *power domination number*.

Dalam teori graf, *domination number* dapat dikatakan sebagai banyaknya simpul pendominasi dalam suatu graf yang dapat mendominasi simpul-simpul terhubung disekitarnya, dengan simpul pendominasi berjumlah minimal. *Domination number* dinotasikan dengan $\gamma(G)$. *Domination number* telah banyak digunakan dalam kehidupan contohnya penempatan pos pantau polisi pada ruas jalan tertentu, penempatan mobil listrik pada lahan perkebunan, penempatan *CCTV* pada sudut-sudut tertentu agar dapat menjangkau area di sekitarnya pada jarak tertentu, dan masih banyak lagi. Dengan menerapkan himpunan dominasi maka jumlah titik pusat akan lebih minimal dan efisien.

Penelitian terkait *power dominating set* yang dilakukan diantaranya yaitu Min Zhao (2006) melakukan penelitian tentang *power dominating set* pada graf K_n , C_n , P_n , dan $K_{2,n}$. Kemudian Michael D. (2005) juga melakukan penelitian tentang *power dominating set* pada Graf $P_m \times P_n$ dan $P_m \boxplus P_n$. Penelitian terbaru mengenai *power domination number* pada tahun 2017 diteliti oleh Bawono meneliti tentang *power domination number* pada graf hasil operasi comb sisi $G \triangleright H$ dengan graf G diantaranya graf lintasan P_n , graf lingkaran C_n , dan graf tangga L_n dan graf H graf buku segitiga Bt_m dan graf lingkaran C_m sehingga penelitian

yang dilakukan pada graf $P_n \supseteq Bt_m$, $C_n \supseteq Bt_m$, $L_n \supseteq Bt_m$, $P_n \supseteq C_m$, $C_n \supseteq C_m$, dan $L_n \supseteq C_m$ dimana masing-masing memiliki $\gamma_p(G \supseteq H)$ sebanyak $\lceil \frac{n-1}{2} \rceil$, $\lceil \frac{n}{2} \rceil$, n , $\lceil \frac{n-1}{2} \rceil$, $\lceil \frac{n-1}{2} \rceil$ dan $\lceil \frac{n+1}{2} \rceil$.

Dalam penelitian ini penulis meneliti *power domination number* pada graf hasil operasi *joint* dan korona serta mengaplikasikannya pada penempatan *reclouser* pada jaringan listrik, oleh karena itu penulis memilih judul " *Power Domination Number* pada Graf-Graf Hasil Operasi dan Aplikasinya pada Penempatan Reclouser"

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

- berapa nilai kromatik *power domination number* pada graf hasil operasi $\gamma(C_n + H)$, $\gamma(P_n + H)$, $\gamma_p(K_n + H)$ dan $\gamma(G \odot H)$?
- bagaimana menentukan penempatan recluser pada jaringan listrik dengan teknik *power domination set* sehingga diperoleh hasil ideal keandalan yang terbaik menggunakan teknik *power dominating set*?

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah dan latar belakang masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- mengetahui nilai kromatik *power domination number* pada graf hasil operasi $\gamma(P_n + H)$, $\gamma(P_n + H)$, $\gamma_p(K_n + H)$ dan $\gamma(G \odot H)$;
- menentukan penempatan recluser pada jaringan listrik dengan teknik *power domination set* sehingga diperoleh hasil ideal keandalan yang terbaik menggunakan teknik *power dominating set*.

1.4 Batasan Penelitian

Untuk menghindari meluasnya permasalahan yang akan dipecahkan, maka penelitian ini dibatasi pada:

- graf yang digunakan hanya yang sederhana dan tidak berarah;

- b. operasi graf yang digunakan yaitu operasi *joint* dan korona;
- c. aplikasi yang digunakan hanya di daerah Jember.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. menambah wawasan baru dalam bidang teori graf, khususnya mengenai teori *power domination number*;
- b. memberikan motivasi pada peneliti lain untuk meneliti *power domination number* pada graf hasil operasi lainnya;
- c. hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai pengembangan ilmu dan aplikasi dalam masalah *power domination number*.

1.6 Kebaruan Penelitian

Kebaruan yang didapatkan dari penelitian ini adalah:

- a. penelitian mengenai *dominating set* selama ini hanya *dominating set* pada titik dan sisi, *locating dominating set*, *locating independent dominating set* dan *total dominating set*. *Power dominating set* ini merupakan penelitian terbaru dan diteliti pada operasi graf;
- b. *Power dominating set* selama ini belum diaplikasikan. Penelitian ini mengaplikasikan *power dominating set* pada penempatan reclouser di daerah Jember.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aplikasi Graf

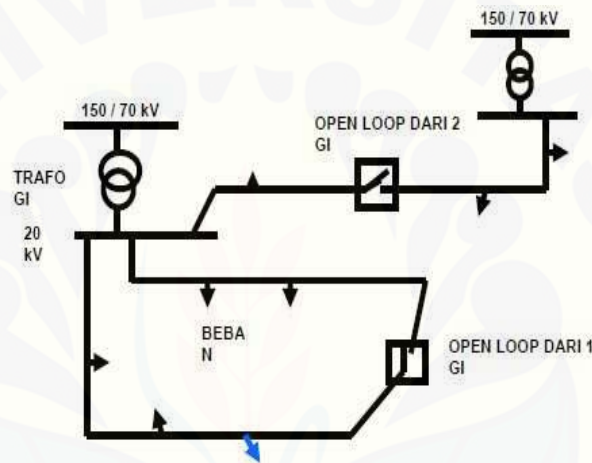
Berbicara tentang pengaplikasian *power dominating set* pada *reclouser* paling tidak harus dikenal dahulu bentuk saluran distribusi yang umum digunakan yaitu saluran udara dan saluran dalam tanah, di PLN umumnya dikenal sebagai Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) dan Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM). Perbedaan utama dalam sistem penyaluran tersebut adalah dari sisi keandalan dan sisi biaya. Disisi keandalan SKTM lebih handal daripada SUTM karena relative tidak begitu terpengaruh oleh pepohonan ataupun gangguan cuaca, sedangkan dari sisi biaya SUTM jauh lebih murah dibandingkan dengan SKTM.

Topologi jaringan pada sistem jaringan tegangan menengah secara garis besar umumnya dibagi dalam lima bentuk konfigurasi jaringan sistem *radial*, sistem *open loop*, sistem *close loop*, sistem *clutser*, dan sistem *spindel*. Sistem *radial* merupakan sistem jaringan distribusi tegangan menengah yang paling sederhana, murah, banyak digunakan terutama untuk sistem yang kecil, kawasan pedesaan. Umumnya digunakan pada SUTM proteksi yang digunakan tidak rumit dan keandalannya paling rendah. Gambar 2.1 merupakan sistem radial.



Gambar 2.1 Sistem *Radial*

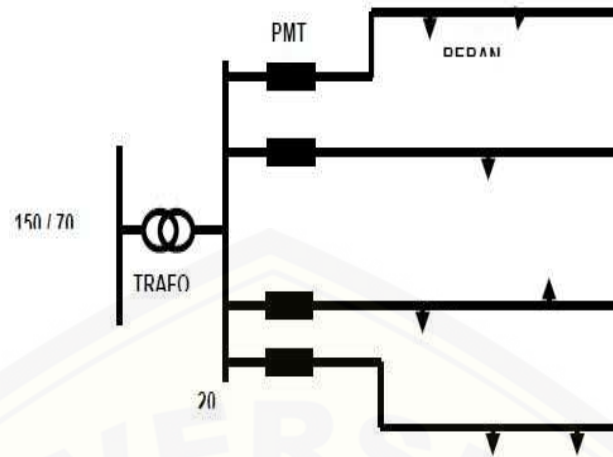
Sistem *open loop* merupakan pengembangan dari sistem *radial*, sebagai akibat diperlukannya keandalan yang lebih tinggi dan umumnya sistem ini dapat dipasok dalam satu gardu induk. Dimungkinkan juga dari gardu induk lain tetapi harus dalam satu sistem di sisi tegangan tinggi karena hal ini diperlukan untuk memudahkan manufer beban pada saat terjadi gangguan atau kondisi-kondisi pengurangan beban. Proteksi untuk sistem ini masih sederhana tetapi harus memperhitungkan panjang jaringan pada titik manufer terjauh di sistem tersebut. Sistem ini umumnya banyak digunakan di PLN baik pada SUTM maupun SKTM. Gambar 2.2 merupakan sistem *open loop*.



Gambar 2.2 Sistem *Open Loop*

Sistem *close loop* merupakan sistem yang layak digunakan untuk jaringan yang dipasok dari satu gardu induk, memerlukan sistem proteksi yang cukup rumit biasanya menggunakan rele arah (*directional*). Sistem ini mempunyai kehandalan yang lebih tinggi dibandingkan sistem lainnya, dan sistem ini jarang digunakan di PLN tetapi biasanya dipakai untuk pelanggan-pelanggan khusus yang membutuhkan keandalan tinggi. Gambar 2.3 merupakan sistem *close loop*.

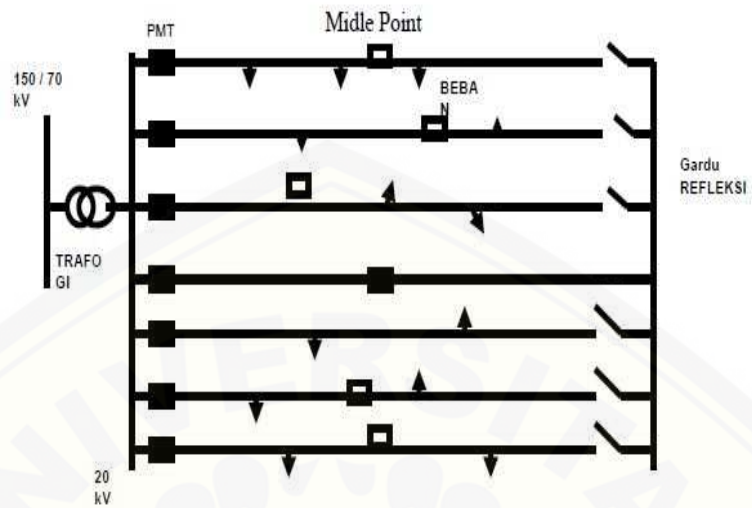
Sistem *spindle* merupakan sistem yang relatif handal karena disediakan satu buah *express feder* yang merupakan *feder*/penyulang tanpa beban dari gardu induk sampai gardu hubung/GH *refleksi*. Sistem ini banyak digunakan pada

Gambar 2.3 Sistem *Close Loop*

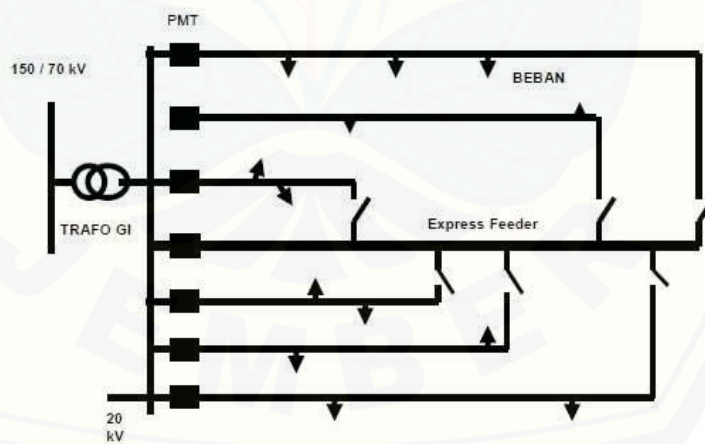
jaringan SKTM. Sistem ini relatif mahal karena biasanya dalam pembangunannya sekaligus untuk mengatasi perkembangan beban di masa yang akan datang, proteksinya relatif sederhana hampir sama dengan sistem *open loop*. Biasanya di tiap-tiap *feeder* dalam sistem ini disediakan gardu tengah (*middle point*) yang berfungsi untuk titik manufer apabila terjadi gangguan pada jaringan tersebut. Gambar 2.4 merupakan sistem *spindel*.

Sistem *clutser* hampir mirip dengan sistem *spindle*. Dalam sistem *cluster* tersedia satu *express feeder* yang merupakan *feeder* atau penyulang tanpa beban yang digunakan sebagai titik menufer beban oleh *feeder* atau penyulang lain dalam sistem *cluster* tersebut. Proteksi yang diperlukan untuk sistem ini relatif sama dengan sistem *open loop* atau sistem *spindle*. Gambar 2.5 merupakan sistem *clutser*.

Dalam beberapa wilayah sistem jaringan distribusi tersebut juga dikontrol dari jarak jauh (*remote control*) oleh Unit Pengatur Distribusi (UPD). Dengan membuat topologi jaringan yang baik akan didapat *performance* jaringan yang handal dan optimal sehingga akan diperoleh kerugian energi jaringan yang lebih kecil dan pelayanan ke pelanggan lebih baik. Dalam membuat/menentukan topologi jaringan perlu dilakukan perhitungan-perhitungan analisa teknis pada



Gambar 2.4 Sistem *Spindle*



Gambar 2.5 Sistem Cluser

jaringan meliputi analisa aliran daya, analisa hubung singkat, analisa *drop* tegangan, pengaturan beban agar optimal. Dari analisa-analisa tersebut diatas dan dipadukan dengan pengalaman operasional akan diperoleh bentuk topologi jaringan yang paling optimal.

2.2 Pengoperasian Sistem Jaringan Distribusi

Pengoperasian sistem jaringan distribusi, ada 4 hal pokok yang perlu menjadi perhatian yaitu keandalan (*reliability*), kontinuitas (*contunuity*), kualitas (*quality*) dan *flexibility*.

a. Keandalan (*realibility*)

Keandalan (*realibility*) merupakan ukuran keandalan suatu jaringan. Keandalan jaringan adalah besarnya keberhasilan operasi dari suatu jaringan untuk bekerja sesuai dengan fungsinya untuk perioda tertentu selama masa operasinya pada kondisi operasi tertentu. Indikator *reliability* suatu sistem distribusi dinyatakan dalam SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) dan SAIDI (*System Interruption Duration Index*). SAIFI dan SAIDI didefinisikan sebagai berikut :

$$\text{SAIFI} = \frac{\text{jumlah konsumen yang mengalami gangguan}}{\text{jumlah konsumen yang dilayani}}$$

$$\text{SAIDI} = \frac{\text{jumlah waktu gangguan dari semua konsumen}}{\text{jumlah konsumen yang dilayani}}$$

b. Kontinuitas (*Contuinity*)

Kontinuitas pelayanan merupakan salah satu unsur dari mutu pelayanan yang bergantung pada macam sarana penyalur dan peralatan penganan dan juga keandalan peralatannya. Sarana penyalur, jaringan distribusi mempunyai tingkat kontinuitas yang tergantung pada susunan saluran dan cara pengaturan operasinya dan pemeliharannya, yang pada hakekatnya direncanakan dan dipilih untuk memenuhi kebutuhan dan sifat beban.

Tingkat kontinuitas tersebut dibagi dalam lima kategori sebagai berikut:

1. Padam beberapa jam yaitu waktu yang diperlukan untuk melokalisir dan menemukan titik gangguan, kemudian ditambah dengan waktu

perbaikannya. Jaringan radial dengan satu sumber pengisian atau gardu induk termasuk dalam tingkatan ini.

2. Pemadaman satu sampai dua jam yaitu waktu yang diperlukan untuk melokalisasi gangguan dan melakukan manuver untuk menyalakan bagian-bagian jaringan dari sumber semula atau sumber pengisian lain.
3. Padam beberapa menit, berarti tidak mungkin mengirim orang untuk mengatasi gangguan. Manuver dilakukan oleh petugas yang ditempatkan di gardu induk dengan sistem kontrol lokal atau dengan sistem tele kontrol melalui UPD.
4. Padam beberapa detik, pengamanan dan manipulasi secara otomatis.
5. Tanpa padam, dilengkapi Instalasi cadangan terpisah dan otomatis penuh atau *Uninterrupted Power Supply (UPS)*.

Umumnya jaringan distribusi luar kota (Pedesaan) dan kota yang kecil terdiri dari SUTM dengan cara pelayanan *radial* yang dimungkinkan padam berjam-jam, yaitu waktu yang diperlukan untuk mencari dan memperbaiki yang rusak karena gangguan. Sedangkan untuk pelayanan dalam kota besar susunan jaringan yang dipakai SUTM sistem *loop* atau SKTM sistem *spindel* yang dimungkinkan padam satu sampai dua jam, yaitu waktu yang diperlukan untuk mengirim petugas ke lapangan, melokalisasi kerusakan dan melakukan manipulasi untuk menghidupkan kembali dari arah atau saluran yang lain.

c. Kualitas (*Quality*)

Fungsi sistem distribusi yaitu menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari pusat *supply*. Terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam pendistribusian tenaga listrik yaitu sebagai berikut:

1. variasi frekuensi

Pada umumnya peralatan listrik memiliki toleransi perubahan frekuensi yang kecil. Persyaratan ini tidak saja untuk mendapatkan performansi yang maksimum dari alat tersebut tetapi juga untuk menjaga mutu

produk alat tersebut. Dapat dimengerti pada pabrik pertenunan misalnya bila putaran motornya berubah sebagai akibat perubahan frekuensi mutu hasil tenunannya juga akan berubah. Standar variasi frekuensi adalah ± 1 persen.

2. variasi tegangan

Variasi tegangan disebabkan oleh jatuh tegangan (*voltage drop*) sebagai akibat kenaikan beban pada sebuah penyaluran dan juga disebabkan oleh diaktifkannya sistem *line drop compensation* pada pengatur tegangan sumber listriknya. Variasi tegangan yang melewati spesifikasi suatu peralatan akan mengurangi performansi alat tersebut. Standar variasi tegangan pada sistem distribusi adalah sebesar 5-10 persen.

3. kelip (*flicker*)

Penyebab kelip antara lain asut motor kecil di instalasi rumah tangga dan asut motor besar (sampai ribuan KW) pada sistem. Kelip akan bertambah parah bila motor-motor tersebut diasut langsung, tetapi hal ini bukan berarti asut langsung motor-motor listrik dilarang. Kelip juga banyak disebabkan oleh tanur dengan busur yang relatif besar dibandingkan dengan daya hubung singkat titik sambung bersama.

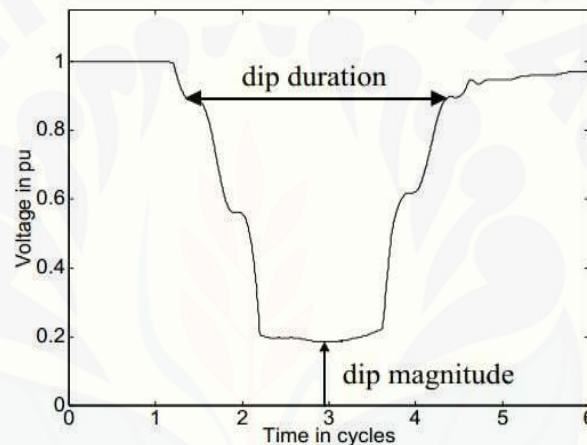
4. hilang tegangan sekejap (*voltage dip*)

Hilang tegangan sekejap antara lain disebabkan oleh terjadinya hubung singkat. Hilang tegangan sekejap baru akan hilang bila hubung singkat tersebut sudah dipisahkan dengan menggunakan *relay*. Hilang tegangan sekejap akan merubah putaran motor induksi sesaat yang mengakibatkan perubahan mutu produk motor tersebut. Misalkan motor memutar mesin pertenunan, pada saat hilang tegangan sekejap terjadi mutu tenun akan berubah, meskipun perubahan mutu ini hanya sebagian kecil tetapi akan merusak mutu kain hasil tenunan untuk satu gulungan kain tersebut.

Tarif Dasar Listrik (TDL) 2003 tidak membatasi besarnya (*magnitude*) tegangan, namun menjamin lamanya (durasi) tegangan pelayanan karena gangguan kedip sebagai berikut:

- a) SUTET 500 kV, tidak lebih dari 110 ms
- b) SUTT 150 kV, tidak lebih dari 140 ms
- c) SUTT 70 kV, tidak lebih dari 170 ms
- d) JTM 20 kV, tidak lebih dari 1000 ms

Mengingat batas tegangan pelayanan sesuai SPLN adalah + 5 persen, dan - 10 persen dari tegangan nominal, maka definisi lama kedip adalah waktu mulainya tegangan jatuh di bawah 90 persen tegangan nominal sampai dengan tegangan pulih (restorasi) sebesar 95 persen tegangan nominal dengan hysteresis 5 persen. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Definition of Event Magnitude and Event Duration

5. keseimbangan tegangan

Ketidakseimbangan tegangan antara lain disebabkan oleh adanya kontak kendor penghantar netral dan fasa netral tidak seimbang dan adanya beban tidak seimbang yang relatif sangat besar. Kasus kontak kendor pada penghantar netral hanya timbul pada sistem 4 kawat tegangan rendah. Kasus ini timbul karena adanya mur atau penjepit pelebur yang mengendor karena daya pegas yang menurun akibat panas arus listrik dan itu penyambung jepit (*tooth compression connector*) pada kabel udara dipilih yang kurang terbaik. Beban tidak seimbang sa-

ngat besar ialah beban tanur busur (*arc furnace*) pada saat elektrode ditekankan dalam tanur. Ini menyebabkan adanya arus yang tidak seimbang yang menyebabkan tegangan tidak seimbang.

6. harmoniks

Terdapat dua masalah harmonik, harmonik tegangan dan harmonik arus. Harmonik tegangan akan mengurangi performansi peralatan dan harmonik arus akan mengurangi ketelitian meter elektro mekanis. Harmonik tegangan disebabkan antara lain oleh *arc furnace*. Harmonik arus disebabkan antara lain oleh beban yang tidak linier seperti lampu discharge yang digunakan untuk penerangan jalan karena itu perlu diperhatikan meter kWh yang digunakan mengukur pemakaian lampu penerangan jalan.

7. *flexibility*

Dalam mengoperasikan jaringan diperlukan fleksibilitas operasi yaitu sampai sejauh mana alternatif *supply* tenaga listrik, kemampuan daya penghantar, kemampuan peralatan, kemudahan manuver beban antar *feeder* atau penyulang dalam satu gardu induk ataupun dari gardu induk lain.

2.3 Deteksi dan Penanggulangan Gangguan Jaringan Distribusi

Gangguan pada sistem distribusi dapat berasal dari sistemnya sendiri dan gangguan dari luar. Gangguan dari dalam antara lain:

- a. tegangan lebih dan arus lebih
- b. pemasangan tidak baik dan pemasangan sambungan SKTM yang tidak baik
- c. pemasangan kabel tidak mengikuti aturan
- d. penuaan
- e. beban lebih

Sedangkan gangguan dari dalam antara lain:

- a. angin yang menyebabkan dahan atau ranting mengenai SUTM
- b. petir
- c. kegagalan atau kerusakan peralatan pada saluran

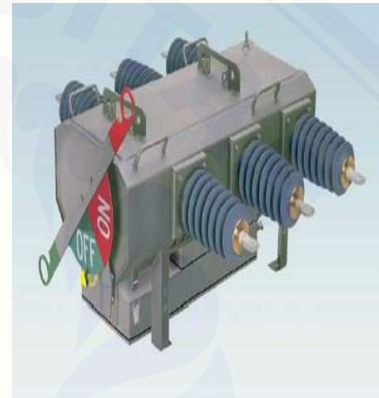
- d. cuaca, seperti hujan, angin ribut, dan lain-lain
- e. binatang dan benda lain, seperti benang layang-layang

2.4 Peralatan *Switching Automatic Circuit Reclouser*

Pada Jaringan distribusi peralatan *switching* yaitu *automatic circuit re-clouser* atau pemutus balik *reclouser* atau pemutus balik otomatis lebih dikenal dengan *reclouser*. Pada dasarnya reouleser adalah *circuit breaker* atau pemutus be-bang yang dilengkapi dengan peralatan kontrol (*control device*). Alat *reclouser* ini bekerja apabila ada gangguan didaerah sekitar yang dilindunginya, dapat mem-buka dan menutup secara otomatis.



(a) Reclouser 20kV SUTM



(b) Load Break 20kV Media Pemutus SF6



(c) Cubicle Set Gardu Distribusi

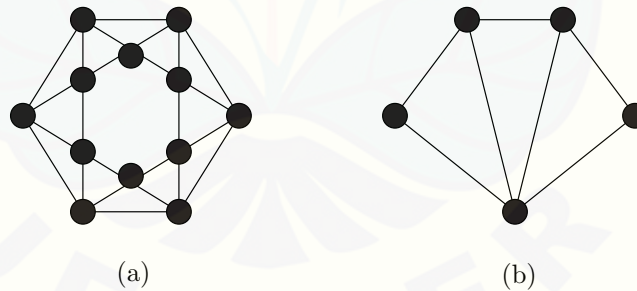
Gambar 2.7 Beberapa Contoh Peralatan *Switching* dalam Jaringan Distribusi

2.5 Terminologi Dasar Graf

Sebuah graf G didefinisikan sebagai pasangan himpunan (V, E) dengan V (*vertex*) yaitu $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ adalah himpunan yang tidak kosong, sedangkan E (*edge*) yaitu $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ atau $E = \{(v_1, v_2), (v_2, v_3), \dots, (v_{n-1}, v_n)\}$ adalah himpunan boleh kosong yang menghubungkan sepasang simpul atau disebut dengan sisi. $E = (v_i, v_j)$ artinya sisi yang menghubungkan simpul v_i dan v_j . Banyak simpul pada graf G disebut sebagai *order* atau biasa ditulis $|V|$, sedangkan banyak sisi pada graf G disebut sebagai *size* atau ditulis $|E|$. Graf yang ordernya berhingga disebut graf berhingga.

Jarak $d(u, v)$ dari simpul u ke simpul v adalah panjang lintasan terpendek dari simpul u ke simpul v . Simpul u dikatakan bertetangga (*adjacent*) dengan simpul v jika terdapat e yang menghubungkan u dan v atau $e = uv$, atau dapat dinyatakan bahwa sisi e (*incident*) dengan kedua simpul u dan v .

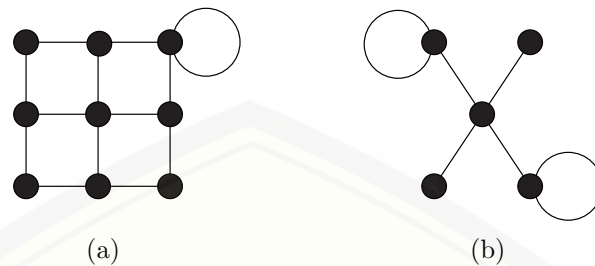
Derajat sebuah graf diartikan banyaknya sisi yang menempel pada sebuah simpul. Jika setiap simpul pada sebuah graf memiliki derajat yang sama maka disebut dengan graf reguler, jika tidak maka disebut dengan graf non reguler. Pada gambar 2.8, graf antiprisma adalah graf reguler karena setiap simpulnya memiliki jumlah sisi yang sama yaitu 4, sedangkan graf kipas adalah graf non reguler karena setiap simpul memiliki jumlah sisi yang berbeda.



Gambar 2.8 (a) Graf Reguler Derajat 4, (b) Graf Non Reguler

Graf dikatakan terhubung apabila terdapat sisi yang menghubungkan setiap dua buah simpul, dan dikatakan graf sederhana apabila tidak memiliki *loop* atau sisi rangkap (*multiple edge*). *Loop* adalah sisi yang menghubungkan suatu simpul dengan dirinya sendiri, dan *multiple edge* adalah sisi berbeda yang

menghubungkan pasangan simpul yang sama. Graf yang simpulnya memiliki derajat satu disebut *pendant*. Contoh *Loop*, *multiple edge*, dan *pendant* dapat dilihat pada Gambar 2.9.



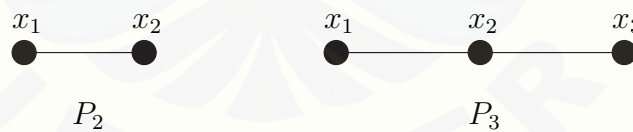
Gambar 2.9 (a) Graf dengan *Loop*, (b) Graf dengan 4 *Pendant* dan 2 Sisi Ganda

2.6 Graf Khusus

Graf khusus adalah graf yang mempunyai keunikan dan karakteristik bentuk. Keunikannya adalah graf khusus tidak isomorfis dengan graf lainnya. Karakteristik bentuknya dapat diperluas sampai order n tetapi simetris. Contoh graf khusus antara lain :

a. Graf Lintasan

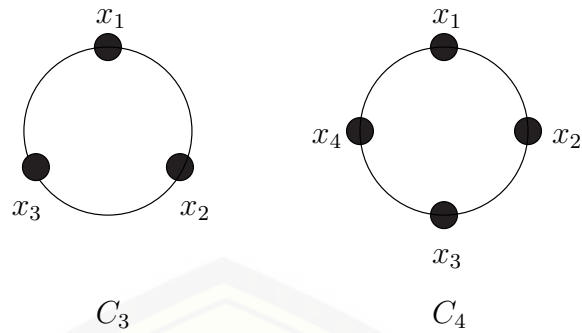
Graf lintasan adalah graf yang terdiri dari satu lintasan dengan n buah titik dan dilambangkan dengan P_n dimana $n \geq 2$. Jumlah sisi pada graf lintasan yang terdiri dari n buah titik adalah $n - 1$ sisi. Contoh graf lintasan dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Graf Lintasan P_n

b. Graf lingkaran (*Cycle Graph*)

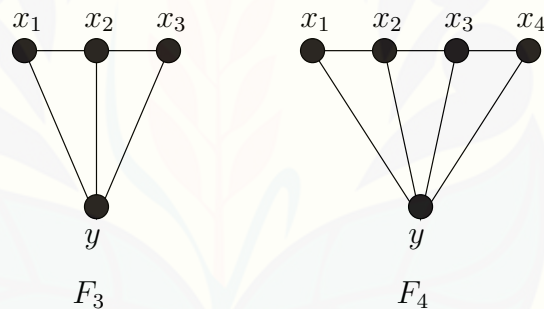
Graf lingkaran adalah graf sederhana yang setiap titiknya berderajat dua dengan n titik dan dilambangkan dengan C_n dimana $n \geq 3$. Contoh dari graf lingkaran bisa dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Cycle C_n

c. Graf Kipas (*Fan Graph*) F_n

Graf kipas dinotasikan dengan F_n dimana $n \geq 2$, yaitu graf yang didapat dengan menghubungkan semua titik dari graf lintasan P_n pada suatu titik yang disebut titik pusat. Graf kipas F_n terdiri dari $n + 1$ titik dan $2n - 1$ sisi. Contoh graf kipas F_n dapat dilihat pada Gambar 2.12.



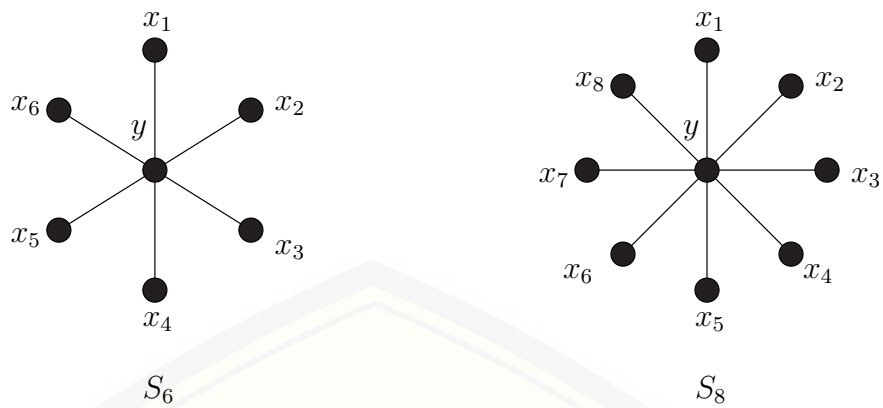
Gambar 2.12 Graf Kipas F_n

d. Graf Bintang (*Star Graph*) S_n

Graf bintang adalah graf pohon yang terdiri dari satu titik yang berderajat n dan n titik yang berderajat 1. Graf bintang S_n terdiri dari $n + 1$ titik dan n sisi dengan $n \geq 3$. Sebagai contoh yaitu graf S_8 pada gambar 2.13.

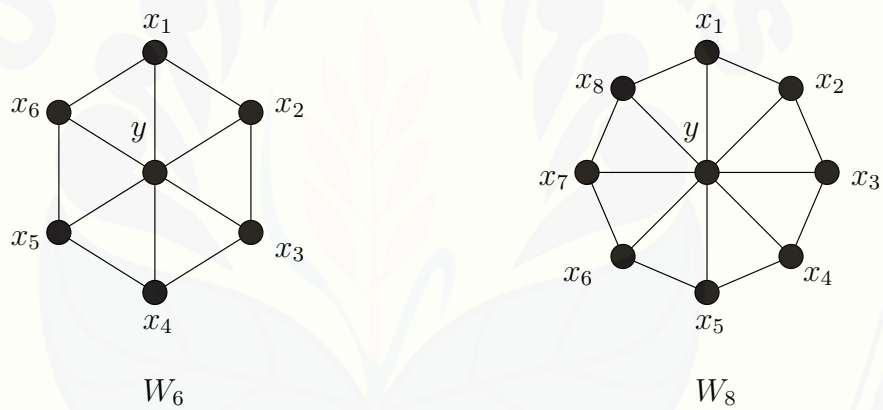
e. Graf Roda (*Wheel Graph*) W_n

Graf roda dinotasikan dengan W_n yaitu sebuah graf yang memuat *cycle* ber-*order* n dengan satu titik pusat yang bertetangga dengan semua titik



Gambar 2.13 Graf Bintang S_n

di *cycle* tersebut. Graf roda W_n terdiri dari $n + 1$ titik dan $2n$ sisi. Contoh graf roda dapat dilihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Graf Roda W_n

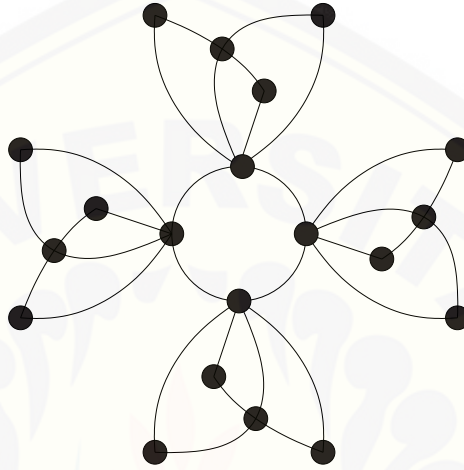
2.7 Operasi Graf

Operasi graf dapat digunakan untuk membentuk suatu graf baru. Dalam penelitian ini beberapa operasi yang digunakan pada sebarang graf. Berikut ini beberapa definisi masing-masing operasi graf.

a. Korona

Operasi korona dari kombinasi dua buah graf G dan graf H didefin-

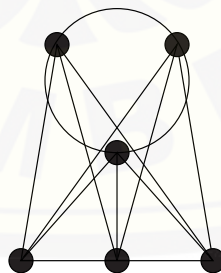
isikan sebagai graf yang diperoleh dengan mengambil sebuah duplikat dari graf G dan $|G|$ duplikat dari graf H yaitu H_i dengan $i = 1, 2, 3, \dots, |G|$ kemudian menghubungkan setiap simpul ke- i dari G ke setiap simpul di H_i (Harary, Frucht, 1970). Operasi korona dari kombinasi dua buah graf dinotasikan dengan $G \odot H$. Contoh graf hasil operasi korona dapat dilihat pada Gambar 2.15



Gambar 2.15 Graf Hasil Operasi Korona $C_4 \odot S_3$

b. *Joint*

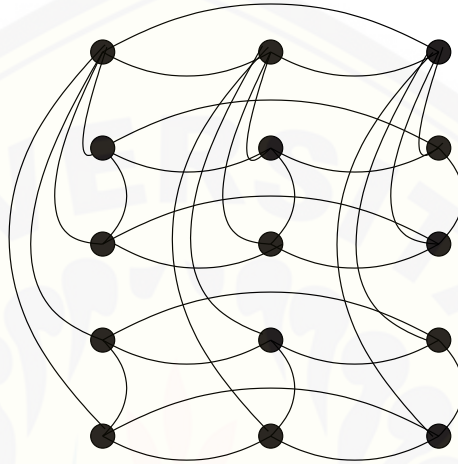
Joint dari graf $G_1(V_1, E_1)$ dan $G_2(V_2, E_2)$ dinotasikan dengan $G_1 + G_2$, yaitu graf dengan $V(G) = V(G_1) \cup V(G_2)$ dan $E(G) = E(G_1) \cup E(G_2) \cup \{uv \mid u \in V(G_1), v \in V(G_2)\}$ (Harsya et al., 2014). Contoh graf hasil operasi *joint* dapat dilihat pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16 Contoh Graf Hasil Operasi $C_3 + P_3$

c. *Cartesian Product*

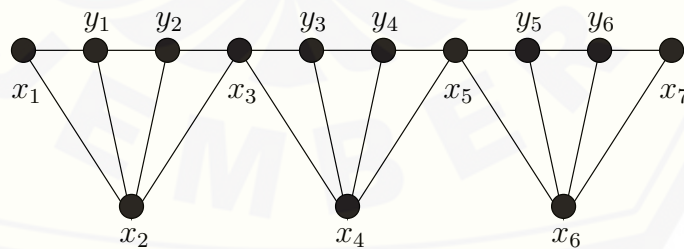
Cartesian Product dari graf $G_1(V_1, E_1)$ dan $G_2(V_2, E_2)$ adalah graf $G(V, E)$, ditulis $G = G_1 \times G_2$, jika $V = V_1 \times V_2$, dan dua titik $\langle u_1, u_2 \rangle$ dan $\langle v_1, v_2 \rangle$ di G bertetangga jika dan hanya jika salah satu dari dua hal berikut berlaku $u_1 = v_1$ dan $(u_2, v_2) \in E_2$ atau $u_2 = v_2$ dan $(u_1, v_1) \in E_1$. Contoh graf hasil operasi amalgamasi dapat dilihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Contoh Graf Hasil Operasi $\mathfrak{F}_2 \square C_3$

d. Graf $Shack(F_n, v, m)$

Graf $shack(F_n, v, m)$ adalah salah satu hasil operasi shackel titik graf kipas F_n dengan $n \geq 2$. Graf $shack(F_n, v, m)$ terdiri dari $4n + 1$ titik dan $7n$ sisi. Gambar 2.18 adalah contoh graf $shack(F_n, v, m)$.

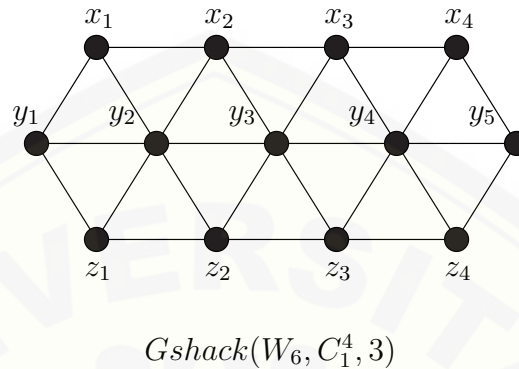


$Shack(F_4, v, 3)$

Gambar 2.18 Graf $Shack(F_n, v, m)$

e. Graf $GShack(W_6, C_1^4, n)$

Graf $gshack(W_6, C_1^4, n)$ adalah salah satu hasil operasi *generalized* shackel graf roda W_6 dengan $n \geq 2$. Graf $gshack(W_6, C_1^4, n)$ terdiri dari $3n + 4$ titik dan $7n + 5$ sisi. Gambar 2.19 adalah contoh graf $gshack(W_6, C_1^4, n)$.



Gambar 2.19 Graf $Gshack(W_6, C_1^4, n)$

2.8 Power Dominating Set

Menurut Haynes dan Henning dalam Agustin dan Dafik (2014), himpunan D dari titik graf sederhana G dinamakan himpunan dominasi (*dominating set*) jika setiap titik $u \in V(G) - D$ *adjacent* ke beberapa titik $v \in D$. Kardinalitas terkecil dari *dominating set* disebut *domination number* yang dinotasikan dengan $\gamma(G)$. *Dominating set* D dengan $|D| = \gamma(G)$ dinamakan *minimum dominating set*. Menurut Haynes dan Henning (2002), batas atas dari *domination number* adalah banyaknya titik di graf, maka $1 \leq \gamma(G) \leq n$ untuk setiap graf ber-*order* n . Nilai dari *domination number* selalu $\gamma(G) \leq |V(G)|$.

Himpunan $S \subseteq V$ adalah *dominating set* pada graf $G = (V, E)$ jika setiap titik $V \in S$ memiliki setidaknya satu tetangga di S yaitu $N[S] = V$. *Domination number* dari G dinotasikan dengan $\gamma(G)$ adalah kardinalitas minimum dari *dominating set* G . Masalah *power system* merupakan salah satu variasi dari masalah *dominating set*. Himpunan S didefinisikan sebagai *power dominating set* jika setiap titik dan sisi dalam G diamati oleh S . *Power domination number* dinotasikan

dengan $\gamma_P(G)$, adalah kardinalitas minimum dari *power dominating set* dari G .

2.9 Hasil Penelitian *Power Dominating Set*

Pada bagian ini disajikan beberapa rangkuman terkait yang dapat digunakan sebagai rujukan. Beberapa hasil penelitian tersebut diantaranya dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 *Power Domination Number* Pada Sebarang Graf Khusus dan Graf Operasi

<i>Graph</i>	$\gamma_P(G)$	Keterangan
C_n	1	Min Zhao
P_n	1	Min Zhao
K_n	1	Min Zhao
$K_{2,n}$	1	Min Zhao
$P_n \times P_m$	$\lceil \frac{n+1}{4} \rceil$ untuk $n = 4(mod 8)$ $\lceil \frac{n}{4} \rceil$ untuk n lainnya	Michael D.
$P_n \boxtimes P_m$	$max\{\lceil \frac{n}{3} \rceil, \lceil \frac{n+m-2}{4} \rceil\}$ untuk $3m - n - 6 \equiv 4(mod 8)$	Michael D.
$P_n \supseteq Bt_m$	$\lceil \frac{n-1}{2} \rceil$	Bawono
$C_n \supseteq Bt_m$	$\lceil \frac{n}{2} \rceil$	Bawono
$L_n \supseteq Bt_m$	n	Bawono
$P_n \supseteq C_m$	$\lceil \frac{n-1}{2} \rceil$	Bawono
$C_n \supseteq C_m$	$\lceil \frac{n-1}{2} \rceil$	Bawono
$L_n \supseteq C_m$	$\lceil \frac{n+1}{2} \rceil$	Bawono

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendeteksian pola, yaitu dengan cara mencari himpunan dominasi sedemikian hingga ditemukan bilangan kardinalitas yang minimum. Selain itu metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deduktif aksiomatik yaitu metode penelitian yang menggunakan prinsip-prinsip pembuktian deduktif yang berlaku dalam logika matematika dengan menggunakan aksioma atau teorema yang telah ada untuk memecahkan masalah. Penelitian ini akan menghasilkan teorema-teorema baru yang juga harus dibuktikan secara deduktif sehingga kebenarannya berlaku secara umum.

3.2 Data Penelitian

Data dalam penelitian ini data yang digunakan adalah graf hasil operasi korona, *cartesian*, dan *joint*.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian untuk *power domination number* pada beberapa graf operasi digambarkan dalam bagan yang diilustrasikan oleh Gambar 3.1. Uraian dari rancangan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Memilih graf khusus dan graf hasil operasi;
Langkah awal dari penelitian ini yaitu memilih graf-graf khusus dan operasi yang akan digunakan.
- b. Memilih v berderajat maksimal sebagai *power*;
Langkah selanjutnya yaitu memilih titik dengan derajat maksimal untuk dijadikan sebagai *power*.
- c. Menandai tetangga yang terdominasi dengan label 1;
Setelah dipilih titik dengan derajat maksimal selanjutnya menandai tetangga

titik tersebut dengan label 1.

- d. Memeriksa apakah tetangga terdekat memiliki derajat dua;

Langkah ini memiliki dua luaran yang berbeda, hasil dari memeriksa tetangga dari titik dengan derajat maksimal. Jika titik tersebut memiliki derajat minimal dua maka dilabeli dengan label 1 namun jika titik tersebut memiliki derajat lebih dari dua maka dilanjutkan pada tahap selanjutnya.

- e. Melabeli dengan bilangan berikut misal 2,3 dan seterusnya;

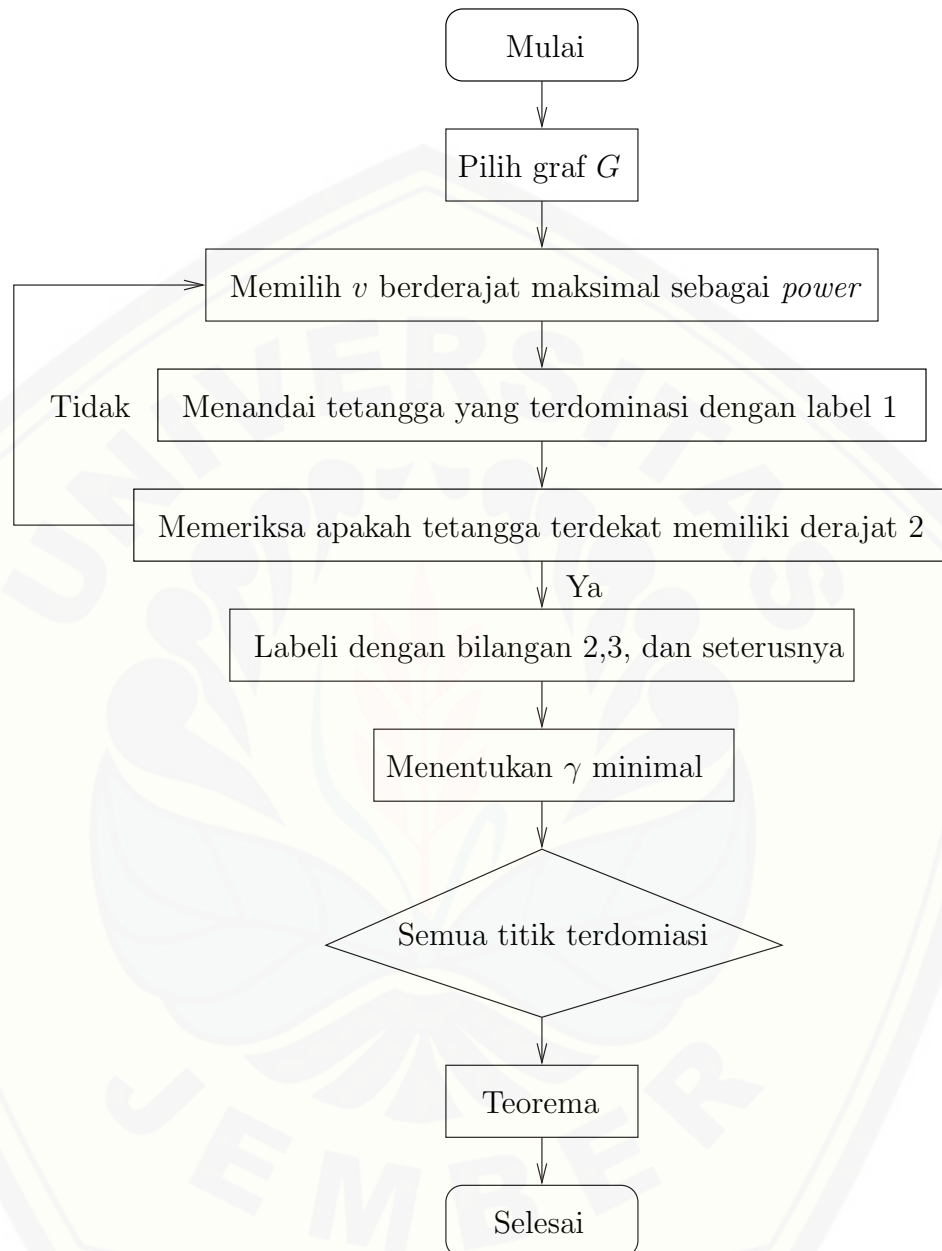
Tahap ini merupakan luaran dari tahap (b). Jika tetangga dari titik yang memiliki derajat maksimal berderajat lebih dari dua maka labeli titik tersebut dengan 2,3 dan seterusnya.

- f. Menentukan γ_p minimal;

Selanjutnya menentukan apakah γ_p nya minimal.

- g. Membuat teorema.

Ini merupakan tahap terakhir dari penelitian ini, yaitu membuat teorema hasil dari γ_p minimal.



Gambar 3.1 Rancangan Penelitian

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa didapatkan hasil penelitian pengaplikasian *power dominating set* pada *reclouser* dan empat teorema *power dominating set* pada $C_n + H$, $P_n + H$, $P_n + H$ dan $G \odot H$, diantaranya adalah:

1. $\gamma_p(C_n + H) = 1$
2. $\gamma_p(P_n + H) = 1$
3. $\gamma_p(K_n + H) = 1$
4. $\gamma_p(G \odot H) = |V(G)|$
5. Dengan teori *power domination number*, maka jumlah *reclouser* yang dipasang bisa ideal dan dapat tetap menekan jumlah gangguan/pemadaman jaringan listrik PT.PLN (Persero).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian mengenai *power domination number* yang telah dibahas pada bab sebelumnya maka peneliti memberikan saran kepada pembaca agar dapat mengembangkan analisa *power domination number* pada operasi graf lainnya dan aplikasinya terhadap permasalahan lain di lingkungan sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, I. H. dan Dafik. 2014. On The Domination Number of Some Families of Special Graphs. *Prosiding Seminar Matematika dan Pendidikan Matematika Universitas Jember*, 1 (1).
- A. D. Jumani, L. Chand. 2012. *Dominating Number of Prism Over Cycle C_n* . Sindh University Research Journal (Science Series) Vol. 44 (2), 237-238. Sindh University.
- Carmelito, E. Go. 2011. *Dominations In the Corona and Join of Graphs*. International Mathematical Forum, Vol. 6,no. 16, 763-771.
- H.Iswadi, dkk. 2015. *The Resolving Graph of Amalgamation of Cycles*. Utilitas Mathematica, 83. pp.121-132. Surabaya:Universitas Surabaya.
- Harary, F., Frucht,R. 1969. *Graph Theory*. Philippines: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Harary, F., Frucht,R. 1970. *On the Corona of Two Graphs*. *Aequationes Mathematicae*.
- Harsya. A. Y., Agustin, I. H., dan Dafik. 2014. Pewarnaan Titik Pada Operasi Graf Lintasan, Graf Sikel, dan Graf Bintang. *Prosiding Seminar Matematika dan Pendidikan Matematika Universitas Jember*, 1 (1).
- Haynes, W., Teresa. 1996. *Fundamental of Dominations in Graphs*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Haynes, W. and Henning, M.A.2006. *Total Domination Good Vertices in Graphs*. *Australasian Journal of Combinatorics*, 26: 305-315.

- K. Carlson. 2006. *Generalized Books and C_m -Snakes are Prime Graphs*. Ars Combinatoria.
- Liedoloff. 2009. *Dominating Set on Bipartite Graphs*. Universite Paul Verlaine Metz.
- Munir, Rinaldi. 2004. *Algoritma Greedy*. Departemen Teknik Informatika Institut Teknologi Bandung.
- Santi, Risan N. 2016. *Analisa Dimensi Metrik pada Beberapa Graf Khusus*. Skripsi: Universitas Jember.
- Saputo, H. D., Agustin, I. H. dan Dafik. 2014. On The Domination Number of Some Families of Special Graphs. *Prosiding Seminar Matematika dan Pendidikan Matematika Universitas Jember*, 1 (1).
- Roifah, M., Dafik. 2014. *Kajian Himpunan Dominasi pada Graf Khusus Dan Operasinya*. Prosiding Seminar Nasional Matematika: Universitas Jember.
- Samu Alanko, dkk. 2011. *Computing the Dominating Number of Grid Graph*. The Electronic Journal. USA: Newyork University of Combinatorics.
- Slamin. 2009. *Desain Jaringan: Pendekatan Teori Graf*. Jember: Jember University Press.
- S. T. Hedetniemi, dkk. 1986. *A Linear Algorithm for Finding a Minimum Dominating Set in Cactus*. Discrete Applied Mathematics 13 (287-292). North Holland.

Subiono. 2015. *Aljabar Sebagai Suatu Fondasi Matematika Versi 1.0.0*. Modul Mata Kuliah Aljabar.

T.K, Maryati, A.N.M Salman, E.T. Baskoro, J.Ryan, M.Miller. 2010. *On H-supermagic Labelings for Certain Shackles and Amalgamations of a Connected Graph*. Bandung:ITB.

