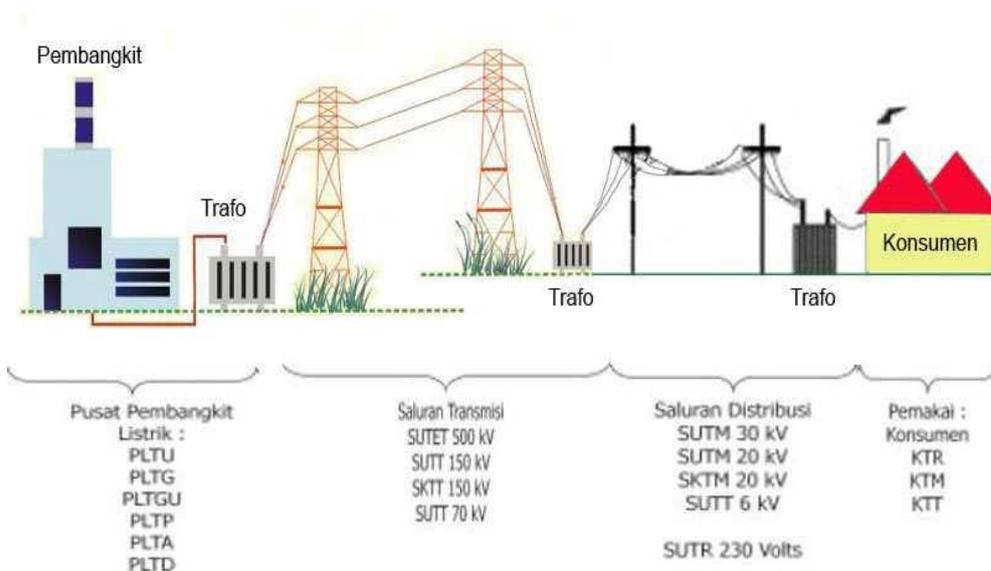


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Tenaga Listrik

Secara umum sistem tenaga listrik terdiri atas komponen tenaga listrik yaitu pembangkit tenaga listrik, sistem transmisi dan sistem distribusi. Ketiga bagian ini merupakan bagian utama pada suatu rangkaian sistem tenaga listrik yang bekerja untuk menyalurkan daya listrik dari pusat pembangkit ke pusat- pusat beban. Rangkaian sistem tenaga listrik dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah berikut:



Gambar 2.1 Rangkaian sistem tenaga listrik

Sumber: Suripto (2011, p.15)

Energi listrik yang dihasilkan di pusat pembangkit listrik akan disalurkan melalui saluran transmisi kemudian melalui saluran distribusi akan sampai ke konsumen. Berikut ini penjelasan mengenai bagian utama pada sistem tenaga listrik pada umumnya (Joko et al. 2010, p.1), yaitu:

1. Pusat Pembangkit Listrik (*Power Plant*)

Pusat pembangkit listrik merupakan tempat energi listrik pertama kali dibangkitkan, dimana terdapat turbin sebagai penggerak awal (*Prime Mover*) dan generator yang membangkitkan listrik dengan mengubah tenaga turbin menjadi energi listrik. Biasanya di pusat pembangkit listrik juga terdapat gardu induk. Peralatan utama

pada gardu induk antara lain: *transformer*, yang berfungsi untuk menaikkan tegangan generator (11,5kV) menjadi tegangan transmisi atau tegangan tinggi (150kV) dan juga peralatan pengaman dan pengatur. Secara umum, jenis pusat pembangkit dibagi kedalam dua bagian besar yaitu pembangkit hidro yaitu PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) dan pembangkit termal diantaranya yaitu PLTU (Pusat Listrik Tenaga Uap), PLTG (Pusat Listrik Tenaga Gas), PLTN (Pusat Listrik Tenaga Nuklir), dan PLTGU (Pusat Listrik Tenaga Gas Uap).

2. Transmisi Tenaga Listrik

Transmisi tenaga listrik merupakan proses penyaluran tenaga listrik dari pusat pembangkitan listrik hingga saluran distribusi listrik sehingga nantinya dapat tersalurkan pada pengguna listrik.

3. Sistem Distribusi

Sistem distribusi ini adalah sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pengguna listrik dan pada umumnya berfungsi dalam hal penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat. Sub sistem ini terdiri dari: pusat pengatur atau gardu induk, gardu hubung, saluran tegangan menengah atau jaringan primer (6 kV dan 20 kV) yang berupa saluran udara atau kabel bawah tanah, saluran tegangan rendah atau jaringan sekunder (380 V dan 220 V), gardu distribusi tegangan yang terdiri dari panel-panel pengatur tegangan baik tegangan menengah ataupun tegangan rendah, dan trafo (Joko et al. 2010, p.1-3).

2.2 Operasi Sistem Tenaga Listrik

Pada bagian sebelumnya bisa dilihat pada gambar bagaimana sistem tenaga listrik yang mendeskripsikan hubungan antara masing-masing sistem listrik. Pembangkit-pembangkit listrik memiliki lokasi yang saling berjauhan satu sama lain dan terhubung satu sama lain melalui sistem transmisi yang luas untuk mendistribusikan tenaga listrik pada beban yang tersebar. Ini bisa dapat dikatakan sebagai sistem interkoneksi. Melalui adanya sistem interkoneksi tersebut menyebabkan (Nadjamuddin, 2011, p.141):

1. Keandalan sistem yang semakin tinggi.
2. Efisiensi pembangkitan tenaga listrik dalam sistem meningkat.
3. Mempermudah penjadwalan pembangkit.

Sebuah sistem tenaga listrik merupakan sebuah unit usaha dimana selain faktor teknis, faktor ekonomis juga diperhatikan karena pengaruhnya sangat dominan. Dalam pengeoperasian sistem tenaga listrik ini, pendapatan dan pengeluaran harus dijaga agar

tercipta kondisi yang seimbang sehingga dapat mencapai keuntungan yang layak. Pendapatan dalam sistem tenaga listrik ini berdasarkan jumlah penjualan listrik ke konsumen dan biasanya dalam bentuk pemakaian energi (kWh) serta harganya yang diatur dalam sistem tarif tertentu (di Indonesia menggunakan Keppres). Sedangkan pengeluaran dalam mengoperasikan sistem tenaga listrik ini meliputi: belanja pegawai, belanja barang dan jasa, pemeliharaan dan penyusutan, penelitian atau pengembangan, pajak, bahan baku energi (BBM, Batubara, Nuklir, Air, dsb), *Losses*, dan lain-lain.

Dalam pembangkitan tenaga listrik ada empat komponen biaya yang biasanya harus diperhitungkan (Nadjamuddin, 2011, p.141), yaitu:

- a) Komponen A merupakan *fixed cost*, yakni biaya yang harus tetap dikeluarkan terlepas dari pembangkit listrik tersebut dioperasikan atau tidak, misalnya: pekerjaan sipil, biaya pembelian turbin, generator, dan lain-lain.
- b) Komponen B merupakan *fixed cost*, yakni biaya yang tetap dikeluarkan untuk operasi dan pemeliharaan pembangkit, seperti gaji pegawai, biaya pemeliharaan, dan lain-lain.
- c) Komponen C merupakan *fuel cost* atau biaya bahan bakar yakni biaya bahan bakar yang berubah-ubah tergantung dari beberapa faktor. Beberapa faktor yang mempengaruhi harga komponen ini misalnya banyaknya konsumsi bahan bakar yang diperlukan, jenis bahan bakarnya, lama waktu penyalaan pembangkit, dan beberapa hal lainnya.
- d) Komponen D merupakan *variable cost* yakni biaya dapat berubah-ubah. Misalnya, biaya untuk pelumas. Semakin sering dan berat kerja suatu pembangkit, semakin juga dibutuhkan banyak pelumas. Maka, biaya komponen ini akan meningkat.

Bagian terbesar dari pembiayaan dalam pembangkitan tenaga listrik adalah komponen C atau biaya bahan bakar yang mencakup hampir 70% dari total pembiayaan. Naik atau turunnya biaya bahan bakar tergantung pada penggunaan listrik oleh konsumen. Oleh karena itu, sangat diperlukan cara pengoperasian yang optimal (Nadjamuddin, 2011, p.142)

2.3 Pembangkit Listrik

Mengoperasikan suatu sistem tenaga listrik yang terdiri dari beberapa pusat pembangkit listrik memerlukan suatu koordinasi yang tepat dalam melakukan penjadwalan pembebanan besarnya daya listrik yang dibangkitkan oleh masing-masing pembangkit

listrik, sehingga diperoleh biaya pembangkit yang minimum.

Terdapat dua pokok permasalahan yang harus dipecahkan dalam operasi ekonomis pembangkitan pada sistem tenaga listrik (Nadjamuddin, 2011, p.186-187), yaitu:

a. Pengaturan Unit Pembangkit (*Unit Commitment*)

Penanganan biaya operasi pembangkit tenaga listrik bisa diminimalkan dengan cara mencari kombinasi yang tepat dari unit pembangkit yang ada. Hal ini dikenal dengan pengaturan unit pembangkit. Pada pengaturan unit akan dibuat skema urutan prioritas, yaitu metode pengoperasian unit pembangkit berdasarkan total biaya rata-rata bahan bakar yang paling murah.

Pengaturan unit ini dilakukan untuk menentukan unit mana saja yang beroperasi dan tidak beroperasi pada jam-jam tertentu sehingga dapat dibuat kombinasi operasi dari unit-unit yang ada. Dalam mengatur unit-unit tersebut digunakan pertimbangan teknis dan ekonomis.

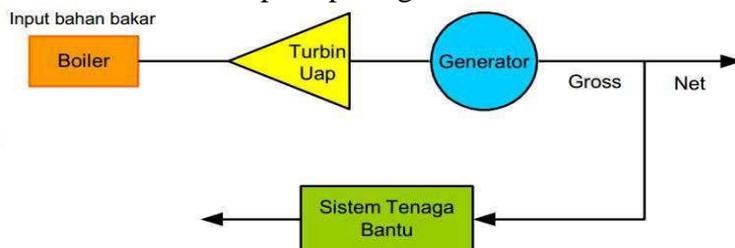
b. Penjadwalan Ekonomis (*Economic Dispatch*)

Penjadwalan ekonomis merupakan suatu usaha untuk menentukan besar daya yang harus disuplai dari tiap unit generator untuk memenuhi beban tertentu dengan cara membagi beban tersebut pada unit-unit pembangkit yang ada dalam sistem secara optimal ekonomis dengan tujuan meminimumkan biaya operasi pembangkitan.

Penjadwalan ekonomis (*Economic Dispatch*) merupakan salah satu pokok permasalahan dalam operasi ekonomis sistem tenaga listrik yang akan dibahas lebih detail khususnya dalam kasus pembangkit termal pada penulisan ini.

2.4 Unit Pembangkit Termal

Secara umum, unit pembangkit termal terdiri dari *boiler*, turbin, dan generator yang digunakan untuk mengubah bahan bakar menjadi energi listrik. Unit pembangkit termal bisa dilihat seperti pada gambar 2.2 berikut ini:



Gambar 2.2 Sistem pembangkit termal

Sumber: Penangsang (2011,p.1)

Dari gambar di atas, maka dapat diketahui beberapa karakteristik dari unit pembangkit termal (Saadat, 2004, p.270-271) yaitu :

a. Karakteristik *Input Output* Pembangkit Termal

Karakteristik *input-output* pembangkit menggambarkan hubungan antara *input* bahan bakar (Rp/jam) dan *output* yang dihasilkan oleh pembangkit (MW). Dengan mengetahui perbedaan karakteristik di antara semua pembangkit yang ada, optimasi pengoperasian pembangkit dapat dilakukan. Secara umum, karakteristik *input-output* pembangkit didekati dengan fungsi *polynomial* (Wood & Wollenberg, 1996, p.41), yaitu:

$$F(P) = a_i + b_i P + c_i P_i^2 \dots \dots \dots (2 - 1)$$

dengan:

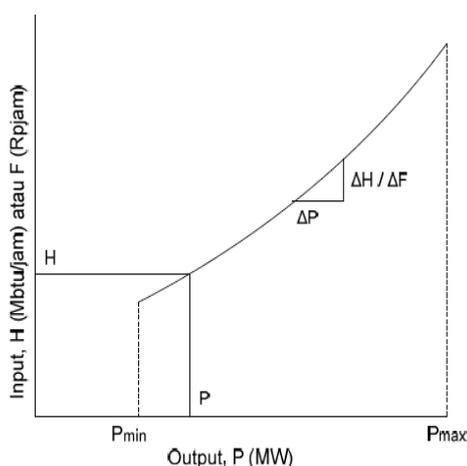
$F(P)$ atau H = *input* bahan bakar (Btu/jam)

F = biaya bahan bakar pembangkit termal ke- i (Rp/jam)

P_i = *output* pembangkit termal ke- I (MW)

a_i, b_i, c_i = konstanta *input-output* pembangkit termal ke- i (Rp/jam)

i = indeks pembangkit ke i ($i=1,2,3,\dots,N$)



Gambar 2.3 Kurva karakteristik *input-output* unit termal

Sumber: Saadat (2004, p.270)

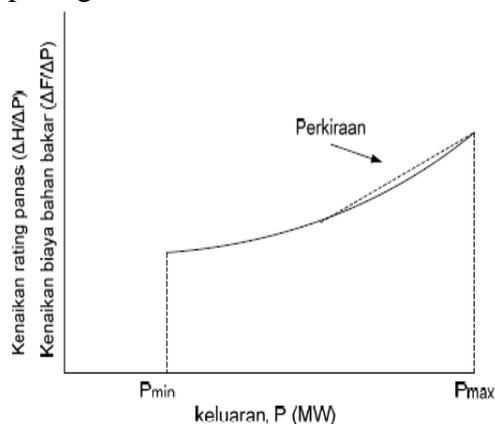
Gambar di atas menunjukkan karakteristik *input* dan *output* dari unit termal dalam bentuk yang ideal. *Input* dari pembangkit ditunjukkan pada sumbu tegak yaitu energi panas yang dibutuhkan dalam bentuk Mbtu/h (*Million of btu per hour*) karena

digunakan satuan *British Temperatur Unit* (apabila menggunakan SI menjadi MJ/h atau Kcal/H) atau biaya total per jam (Rp/jam). *Output* dari pembangkit ditunjukkan pada sumbu mendatar yaitu daya listrik, yang memiliki batas-batas kritis operasi yaitu daya maksimum dan minimum dari pembangkit. Kurva ini didapat dari hasil tes panas pada pembangkit uap. Gambar ini juga digambarkan sebagai kurva non-linier yang kontinu (Saadat, 2004, p.270).

b. Karakteristik Kenaikan Biaya atau Panas Pembangkit Termal

Karakteristik lain yang perlu untuk diketahui dari suatu unit pembangkit termal adalah karakteristik laju kenaikan panas yang dapat juga dikatakan sebagai karakteristik kenaikan biaya. Bentuk karakteristik laju kenaikan panas ini dapat dilihat pada gambar 2.4. Karakteristik ini merupakan suatu kemiringan (*slope*) dari karakteristik *input* dan *output*. Pada karakteristik ini ditunjukkan nilai Btu per kWh atau Rp/kWh terhadap daya keluaran dalam satuan MW. Karakteristik ini lebih lanjut digunakan untuk perhitungan pembebanan ekonomis dari unit pembangkit. Jika persamaan *input-output* unit pembangkit dinyatakan dalam pendekatan (*aproksimasi*) dengan menggunakan persamaan kuadrat, maka karakteristik kenaikan biaya akan mempunyai bentuk garis lurus (Saadat, 2004, p.271).

Kurva karakteristik kenaikan biaya atau panas pembangkit termal dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

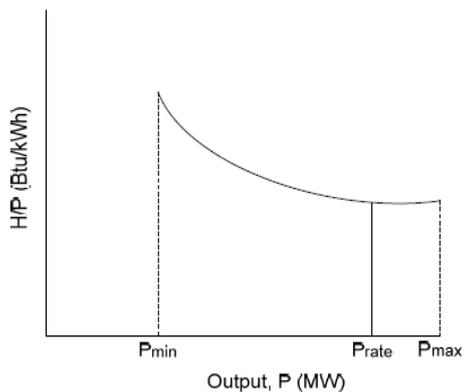


Gambar 2.4 Kurva karakteristik kenaikan biaya atau panas pembangkit termal

Sumber: Saadat (2004, p.271)

c. Karakteristik Efisiensi Terhadap *Output*

Karakteristik laju panas juga salah satu karakteristik yang perlu diketahui. Pada karakteristik ini, *input* merupakan jumlah panas per kilowattjam (Btu/kWh) dan *output* merupakan daya listrik dalam satuan MW. Kurva karakteristik efisiensi terhadap *Output* diberikan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Kurva karakteristik efisiensi terhadap *output*

Sumber: Adrianti (2010)

Karakteristik laju panas pada gambar 2.5 menunjukkan kerja sistem dari sistem pembangkit termal seperti kondisi uap, temperatur panas, tekanan kondensor dan siklus aliran air secara keseluruhan. Pada karakteristik terlihat bahwa efisiensi yang baik sebuah pembangkit termal terletak pada daerah limit maksimalnya (Adrianti, 2010).

2.5 Economic Dispatch

Economic Dispatch (ED) merupakan pembagian daya yang harus dibangkitkan oleh generator dalam suatu sistem tenaga listrik sehingga diperoleh kombinasi unit pembangkit yang dapat memenuhi kebutuhan beban dengan biaya yang optimum. Tujuan utama *Economic dispatch* adalah meminimalkan konsumsi bahan bakar generator untuk memperoleh kondisi optimal. Penentuan daya *output* pada setiap generator hanya boleh bervariasi pada batas-batas (*constraint*) tertentu (B. H. Chowdhury & S. Rahman, 1990,

p.1248).

Penulisan ini memiliki batasan dalam *Economic Dispatch*, yaitu *equality* dan *inequality*. Batasan *equality* adalah suatu keseimbangan daya antara daya yang dibangkitkan dengan daya beban dan rugi transmisi. *Equality constraint* merupakan batasan kesetimbangan daya, yang mengharuskan total daya yang dibangkitkan oleh masing-masing pembangkit harus sama dengan jumlah total kebutuhan beban dan rugi-rugi transmisi. Batasan *inequality* adalah batas minimum dan maksimum pembangkitan suatu generator yang harus dipenuhi.

Untuk menghasilkan operasi ekonomis suatu sistem tenaga, maka diperlukan langkah penjadwalan ekonomis. Kesetimbangan pembangkitan daya riil sama dengan total beban ditambah rugi-rugi disebut dengan *power balance*.

Dalam persamaan dapat dituliskan (Syah K., 2010, p.24):

$$P_G = P_R + P_L \dots\dots\dots (2-2)$$

$$P_G = \sum_{i=1}^n P_{Gi} \dots\dots\dots (2-3)$$

dengan:

P_G = Daya yang dibangkitkan generator (MW)

P_{Gi} = Daya yang dibangkitkan oleh generator i (MW)

n = Jumlah generator dalam sistem

P_R = Total beban sistem, termasuk daya busbar

P_L = Total rugi-rugi saluran transmisi

Pada kondisi operasi tertentu, terutama pada saat beban sistem rendah kemungkinan tidak semua generator yang bekerja. Yang bekerja adalah beberapa generator yang memiliki biaya operasi rendah. Biaya operasi sebuah generator meliputi biaya bahan bakar, tenaga kerja dan pemeliharaan. Diantara komponen-komponen biaya tersebut, biaya bahan bakar merupakan komponen biaya yang paling besar. Biaya bahan bakar sebuah generator dapat dinyatakan sebagai fungsi derajat dua dari daya *output* (Syah K., 2010, p.25):

$$F_i = a_i P_{Gi}^2 + b_i P_{Gi} + c_i \dots\dots\dots(2-4)$$

dengan:

F_i = Biaya bahan bakar generator i

a = koefisien derajat dua dari daya generator i

b = koefisien derajat 1 dari daya generator i

c = konstanta

Fungsi derajat dua di atas berlaku bagi masing-masing generator, sehingga biaya total pembangkitan untuk sebuah sistem yang terdiri dari m generator adalah (Syah K., 2010, p.25):

$$F_t = \sum_{i=1}^n F_i \dots\dots\dots(2-5)$$

F_t = Biaya total bahan bakar generator

Rugi-rugi daya nyata yang disebabkan saluran transmisi merupakan selisih dari total daya yang dibangkitkan semua generator dengan total daya yang diterima oleh beban

$$P_L = \sum_{i=1}^n P_{Gi} - P_R \dots\dots\dots(2-6)$$

Masing-masing pembangkit memiliki batasan yang dirumuskan sebagai berikut:

$$P_{min_i} > P_{Gi} > P_{max_i} \dots\dots\dots(2-7)$$

Inequality constraint mengharuskan daya *output* dari tiap unit lebih besar dari atau sama dengan daya minimum yang diperbolehkan serta lebih kecil dari atau sama dengan daya maksimum yang diperbolehkan (Wood & Wollenberg, 1996, p.29-32).

Masalah pengoperasian ekonomis sebuah sistem adalah bagaimana menentukan daya yang dibangkitkan oleh setiap generator yang bekerja bersama untuk memenuhi permintaan beban sedemikian rupa sehingga total biayanya adalah minimum. Secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut (Syah K., 2010, p.25):

$$F_t = \sum_{i=1}^n (a_i P_{Gi}^2 + b_i P_{Gi} + c_i) \dots\dots\dots (2-8)$$

Yang memenuhi syarat

$$\sum_{i=1}^n P_{Gi} - P_R - f_L(P_{G1}, P_{G2}, \dots, P_{Gn}) = 0 \dots\dots\dots (2-9)$$

2.6 Metode *Firefly Algorithm*

Metode *Firefly Algorithm* ini merupakan salah satu metode yang mungkin masih asing terdengar karena merupakan suatu evolusi baru dari algoritma komputasi yang penerapannya pada masalah optimasi. Metode ini termasuk dalam lingkup *Computational Intelligence and Metaheuristics*.

Metode ini terinspirasi oleh perilaku kunang-kunang, menarik satu sama lain dengan lampu berkedip. Hal ini sangat berguna untuk optimasi multimodal. *Firefly Algorithm* sendiri dibentuk dan dikembangkan oleh Dr. Xin She Yang pada tahun 2007. *Firefly Algorithm* merupakan algoritma yang didasarkan pada kebiasaan dari kunang-kunang (Daniyal, 2012, p.143).

Kunang-kunang pada umumnya menghasilkan sinar dalam durasi yang pendek dan memiliki ritme tertentu. Sinar dari kunang-kunang dihasilkan dari proses *bioluminescence*. Terdapat dua fungsi penting pada sinar kunang-kunang yaitu untuk menarik perhatian kunang-kunang yang lain untuk berkomunikasi dan untuk bertahan dari serangan pemangsa. Beberapa aturan yang diadopsi dari kebiasaan kunang-kunang untuk membentuk *Firefly Algorithm* (Xin S. Yang, 2009, p.169-178):

1. Semua kunang-kunang bersifat *unisex*, kunang-kunang akan tertarik satu dengan yang lain tanpa menghiraukan jenis kelamin.
2. Daya pikat (*Attractiveness*) dari kunang-kunang bersifat proporsional, bergantung pada tingkat intensitas sinar yang dipancarkan. Daya pikat kunang-kunang akan semakin berkurang pada saat jarak semakin bertambah. Jika diantara kunang-kunang tidak ada yang bersinar lebih terang, kunang-kunang akan bergerak dengan *random*.
3. Terang (*Brightness*) yang ditimbulkan kunang-kunang ditentukan oleh nilai *fitness* dari *objective function*.

Dari sini kemudian dapat diketahui bahwa *Firefly Algorithm* memiliki beberapa strategi yaitu diantaranya (Xin S. Yang, 2009, p.169-178):

1. *Acctractiveness*

Ada dua hal yang berkaitan dan sangat penting dalam *firefly algorithm* yaitu intensitas cahaya dan fungsi keatraktifan (*Acctractiveness*). Dalam hal ini kebanyakan yang berasumsi bahwa *acctractiveness* dipengaruhi oleh tingkat intensitas cahaya. Untuk kasus yang paling sederhana contohnya masalah optimisasi minimum, tingkat intensitas cahaya pada sebuah kunang-kunang x dapat dilihat sebagai berikut:

$$I(x) = 1/f(x) \dots\dots\dots(2-10)$$

Dengan nilai I merupakan tingkat intensitas cahaya pada x kunang-kunang yang sebanding terhadap solusi fungsi tujuan permasalahan yang akan dicari $f(x)$. *Acctractiveness* (β) yang bernilai relatif sebab intensitas cahaya harus dilihat dan dinilai oleh kunang-kunang lain. Dengan demikian, hasil penilaian akan berbeda tergantung dari jarak antara kunang-kunang yang satu dengan yang lainnya yaitu r_{ij} yang merupakan jarak varaiasi antara kunang-kunang i dengan kunang-kunang j . Selain itu, intensitas cahaya akan menurun dilihat dari sumbernya dikarenakan terserap oleh media contohnya udara γ . Dalam bentuk yang paling sederhana, intensitas cahaya $I(r)$ bervariasi sesuai dengan invers dari hukum kuadrat: $I(r) = \frac{I_s}{\gamma^2}$

Dimana I_s adalah intensitas pada sumber. Untuk media tertentu dengan *light absorption coefficient* t yang tetap yaitu γ , Intensitas cahaya yang bervariasi dengan jarak r . Maka persamaannya adalah $I = I_0 e^{-\gamma r^2}$. Dimana I_0 intensitas cahaya yang asli. Untuk mengurangi nilai $r=0$ pada persamaan $\frac{I_s}{\gamma^2}$, kombinasi antara invers dari hukum kuadrat dengan absorpsi dapat dilakukan pendekatan sebagai persamaan *Gaussian* berikut (Xin S. Yang, 2009, p.170):

$$I(r) = I_0 e^{-\gamma r^2} \dots\dots\dots(2-11)$$

Maka, Fungsi *Acctractiveness* ialah sebagai berikut:

$$\beta(r) = \beta_0 e^{-\gamma r^2} \dots\dots\dots(2-12)$$

2. *Distance Between Fireflies*

Jarak antara kunang-kunang i dan j pada lokasi x , x_i dan x_j dapat ditentukan ketika dilakukannya peletakan titik dimana *firefly* tersebut disebar secara *random* dalam diagram *kartesius* dengan fungsi sebagai berikut (Xin S. Yang, 2009, p.170):

$$r_{ij} = || x_i - x_j || = \sqrt{\sum_{k=1}^d (x_{i,k} - x_{j,k})^2} \dots\dots\dots(2-13)$$

atau

$$rij = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \dots\dots\dots (2-14)$$

Dimana selisih dari koordinat lokasi kunang-kunang i terhadap kunang kunang j merupakan jarak diantara keduanya (rij).

3. *Movement of Firefly*

Pergerakan kunang-kunang i yang bergerak menuju tingkat intensitas cahaya yang terbaik dapat dilihat dari persamaan berikut (Xin S. Yang, 2009, p.171):

$$x_i = x_i + \beta_0 e^{-\gamma r^2} + (x_j - x_i) + \alpha (rand - \frac{t}{2}) \dots\dots\dots (2-15)$$

Dimana variable awal x_i menunjukkan posisi awal kunang-kunang yang berada pada lokasi x , kemudian persamaan kedua yang terdiri dari variable $\beta_0 = 1$, variabel ini merupakan nilai keatraktifan awal pada *firefly*, variabel (exp) bilangan eksponensial, variabel $\gamma = 1$ merupakan nilai untuk tingkat penyerapan pada lingkungan sekitar *firefly* yaitu udara dan terakhir rij merupakan variabel selisih jarak awal antara *firefly* i dan j . Semua variabel pada persamaan kedua tersebut diberikan dari fungsi keatraktifan *firefly* yang mana menentukan tingkat kecerahan. Selanjutnya persamaan ketiga terdiri dari selisih nilai solusi pada *firefly* i terhadap *firefly* j . Kemudian fungsi persamaan pergerakan *firefly* secara *random* ($rand$) yang menunjukkan adanya bilangan *random* yang kisarannya antara [0,1]. variabel α yang memiliki kisaran antara [0,2]. Semua variabel yang terbentuk pada persamaan pergerakan *firefly* menjamin cara kerja algoritma cepat menuju solusi yang optimal (Xin S. Yang, 2009, p.169-178).

2.7 Parameter *Firefly Algorithm*

Parameter-parameter yang digunakan didalam *firefly Algorithm* diberikan pada tabel 2.1. Dalam *Firefly Algorithm*, parameter α (α) merupakan kontrol eksplorasi dan parameter γ (γ) merupakan kontrol eksploitasi. Parameter ini menggambarkan variasi fungsi keatraktifan dan nilai untuk kecepatan konvergensi *firefly algorithm*. Untuk sebagian besar kasus, parameter acak (α) bernilai kisaran antara [0, 10] dan parameter keatraktifan (β) sama dengan 1. Koefisien γ (γ) bervariasi antara [0,1-1,0]. Nilai parameter dari algoritma yaitu fungsi keatraktifan kunang-kunang, pengacakan dan koefisien absorpsi diatur sedemikian rupa bahwa adanya keseimbangan antara eksplorasi dan eksploitasi yang perlu dipertahankan dan solusi optimal yang diinginkan dapat diperoleh. Semakin banyak jumlah iterasi dan lebih banyak jumlah populasi sebenarnya memberikan hasil yang lebih baik dalam optimasi (Panigrahi et al., 2015, p.376).

Pada tabel di bawah ini menunjukkan parameter yang digunakan dalam metode *Firefly Algorithm*.

Parameter	Notasi di dalam algoritma
Tingkat kecerahan	<i>Objective Function</i>
<i>Beta</i> (β)	<i>Attractiveness</i> parameter
<i>Alpha</i> (α)	Paramater acak
<i>Gamma</i> (γ)	<i>Absorption coefficient</i>
<i>Number of Generation</i>	Iterasi
Jumlah kunang-kunang	Populasi
<i>Dimension</i>	<i>Problem dimension</i>
<i>r</i>	Radius, interval waktu,dll

Tabel 2.1. Parameter *Firefly Algorithm*

Sumber: Xin S. Yang (2014)

Halaman ini sengaja dikosongkan