

Optimasi Komposisi Pakan Burung *Lovebird* Menggunakan Algoritme *Particle Swarm Optimization* (PSO)

Mauldy Putra Pratama¹, Imam Cholissodin², Muhammad Halim Natsir³

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya

³Program Studi Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya

Email: ¹mauldyputra@gmail.com, ²imamcs@ub.ac.id, ³emhanatsir@ub.ac.id

Abstrak

Burung *lovebird* merupakan salah satu jenis burung yang banyak orang pelihara atau memperlombakannya. Burung ini membutuhkan asupan nutrisi yang cukup untuk keberlangsungan hidupnya. Banyak burung yang kelebihan dan kekurangan nutrisi dalam kenyataannya. Penelitian ini akan membahas bagaimana mengoptimasi komposisi pakan burung *lovebird* dan meminimalkan biaya tanpa mengurangi kebutuhan nutrisi. Metode optimasi, *Particle Swarm Optimization* (PSO) diterapkan pada proses formulasi dan komposisi pakan burung *lovebird* agar tetap memenuhi kebutuhan nutrisi dengan biaya yang minimal. Proses algoritme PSO dimulai dengan proses inisialisasi awal untuk nilai posisi, kecepatan dan *pBest* sebanyak jumlah partikel yang ditentukan serta *gBest*. Kemudian dilanjutkan ke tahap *update* kecepatan, posisi, *pBest* dan *gBest* sebanyak iterasi yang sudah ditentukan. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini, diperoleh parameter optimal antara lain jumlah partikel sebanyak 60, jumlah iterasi sebanyak 600 dan nilai koefisien *k* sebesar 0,3. Dengan menggunakan parameter tersebut, selisih harga yang didapatkan adalah Rp 5.540,00.

Kata kunci: optimasi, pakan, komposisi, burung, *particle swarm optimization*

Abstract

Lovebird is a type of bird that many people have as a pet or for a competition. This bird needs adequate nutrients for survival. In reality, there are many of them that over or low nutrients. This study will discuss about how to optimized the composition feeds of *lovebird* and minimize the costs without reducing the nutrition. *Particle Swarm Optimization* (PSO) is one of the optimization methods that used for the formulation process and the composition to keep fulfilling the nutrient needs with minimal cost. The PSO algorithm process starts with the initialization process for position, velocity, *pBest* values as much as the particles and *gBest*. Then proceed to update the velocity, position, *pBest* and *gBest* as much as the iteration that has been determined. Based on the results of the test that have been done in this study, the writer obtains the optimal parameters such as the number of particles as much as 60, the number of iterations is 600 and the value of coefficient *k* is 0.3. By using these parameters, the price difference is Rp 5,540.00.

Keywords: optimization, feed, composition, bird, *particle swarm optimization*

1. PENDAHULUAN

Hewan peliharaan adalah hewan yang dipelihara manusia sebagai teman sehari-hari. Banyak manfaat yang bisa dirasakan jika kita memiliki hewan peliharaan seperti mengurangi stres (Barker, et al., 2012), mengurangi depresi, memperbaiki suasana hati dan lain-lain. Ada banyak hewan yang bisa dipelihara untuk di rumah, misalnya kucing, anjing, hamster dan lain-lain. Selain hewan-hewan di atas, banyak juga orang yang senang untuk memelihara

burung. Pada dasarnya, memelihara burung dapat memberikan kepuasan karena penampilannya, warna bulu dan kicauannya yang indah dan merdu (Hamiyanti, et al., 2011). Salah satu burung yang sering dijadikan hewan peliharaan adalah burung *lovebird*.

Burung *lovebird* memiliki ukuran yang kecil, yaitu sekitar 13 sampai 17 cm dengan berat 40 sampai 60 gram dan burung *lovebird* memiliki sifat sosial. Burung *lovebird* memiliki warna bulu yang cantik dan indah. Terdapat dua cara untuk mendapatkan warna bulu pada burung yaitu melalui pigmen dan pewarnaan

struktural (Zhang, et al., 2014). Burung ini bisa menjadi sangat mahal apabila memiliki warna yang langka dan kicaunya. Selain itu, burung *lovebird* juga memiliki suara atau kicauan yang merdu dan lantang. Selain untuk menjadi peliharaan, burung ini dapat juga dilombakan kicaunya (Achmad, 2018). Jika burung dapat berkicau dengan durasi yang panjang maka burung tersebut bisa menjadi pemenang. Untuk dapat berkicau dengan durasi yang panjang maka perawatan dan pakan yang diberikan merupakan faktor yang dapat menentukan hal tersebut yang tentunya berbeda dengan perawatan dan pakan yang diberikan kepada burung yang akan dijadikan peliharaan saja. Dalam pakan burung dibutuhkan kandungan-kandungan nutrisi penting yang dibutuhkan burung agar dapat menunjang keberlangsungan hidup burung tersebut.

Setiap makhluk hidup membutuhkan kebutuhan nutrisi yang berbeda-beda, begitu juga dengan burung *lovebird*. Kebutuhan nutrisi yang dibutuhkan burung *lovebird* tergantung dari jenisnya, tujuan dari pemeliharaan apakah itu untuk dilombakan atau hanya untuk dipelihara dan umur dari burung itu sendiri (Natsir, 2018). Jika ketiga hal tersebut sudah ditentukan, maka pemberian pakan yang tepat bisa dilakukan untuk keberlangsungan hidup burung. Pakan yang dibutuhkan burung bermacam-macam. Terdapat dua kelompok dalam pakan burung yaitu pakan utama dan pakan tambahan (Natsir, 2018). Pakan utama meliputi millet merah, millet putih, biji kenari (*canary seed*), biji oat dan lain-lain, sedangkan untuk pakan tambahan meliputi jagung, kecambah, kangkung, kuaci (biji bunga matahari) dan lain-lain. Dalam proses pertumbuhan burung juga memiliki tiga langkah yaitu burung muda, burung pertumbuhan dan burung dewasa di mana kebutuhan nutrisi yang dibutuhkan masing-masing langkah berbeda-beda. Hal-hal seperti ini haruslah diperhatikan dalam pemberian pakan untuk burung *lovebird*.

Harga pakan yang terbilang lumayan merogoh kocek para peternak menjadi salah satu masalah yang dihadapi oleh para peternak. Dari harga-harga yang ditawarkan oleh para pedagang, sebenarnya dengan biaya yang lebih sedikit dari harga yang ditawarkan, para peternak sudah dapat memenuhi kebutuhan nutrisi burung *lovebird*-nya. Jika burung kelebihan nutrisi atau pakan, burung bisa terkena penyakit seperti kegemukan, tidak bisa bertelur, birahi meningkat yang bisa menyebabkan

burung untuk mencabut bulunya sendiri bahkan memakan anaknya sendiri (Achmad, 2018). Sebaliknya, jika burung kekurangan makanan maka burung akan kekurangan nutrisi sehingga dapat menyebabkan burung menjadi kurus bahkan mati karena kandungan nutrisi yang berada dalam pakan berguna sebagai energi yang digunakan burung untuk beraktivitas seperti terbang, berjalan dan lain-lain.

Dalam pemberian pakan haruslah dapat mencukupi kebutuhan nutrisi burung agar hal-hal di atas tidak terjadi. Kurangnya pengetahuan para peternak dalam pemberian pakan juga menjadi salah satu masalah yang dihadapi dalam pemberian pakan burung. Selama ini para peternak dalam pemberian pakan untuk burung masih mengira-ngira takaran yang diberikan sehingga takaran dalam pemberian pakan tidak pasti (Achmad, 2018). Karena itu dibutuhkan sebuah sistem yang dapat menghitung kebutuhan nutrisi pakan yang digunakan agar kebutuhan dapat tercukupi dan optimal.

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan komposisi pakan burung *lovebird* yang dapat memenuhi nutrisi yang dibutuhkan serta memberikan solusi alternatif agar dapat mengganti bahan pakan sebagai upaya optimasi komposisi pakan burung *lovebird* dengan menggunakan algoritme PSO (*Particle Swarm Optimization*) dan juga bisa mengurangi biaya. PSO didasari dari sebuah ide yang setiap kerumunannya partikel merupakan solusi dari ruang solusi (Permana & Hashim, 2010). PSO digunakan untuk mencari nilai atau solusi yang optimal berbasis populasi. Algoritme PSO mempunyai kelebihan dalam hal konsep yang sederhana, mudah dalam implementasinya dan lebih efisien dalam melakukan perhitungan dibandingkan dengan teknik optimasi heuristik lainnya (Maickel, dkk., 2009). Selain itu, hasil akurasi yang didapatkan dengan menggunakan algoritme PSO lebih baik dibanding dengan menggunakan *Genetic Algorithm* (GA). Posisi dan kecepatan partikel pada algoritme PSO dapat menghasilkan solusi baru yang lebih baik (Erny, 2013). Dari hal semua hal tersebut, penulis melakukan penelitian dengan judul “Optimasi Komposisi Pakan Burung *Lovebird* Dengan Menggunakan Algoritme *Particle Swarm Optimization*”.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Burung *Lovebird*

Burung *lovebird* berasal dari Afrika dan

pertama kali diimpor ke Eropa pada tahun 1800-an. Burung yang merupakan genus *Agarponis* ini memiliki 9 spesies. Untuk masa pengeraman telur burung ialah selama 2 minggu dan dapat dibuahi kembali setelah 1,5 bulan menurut peternak (Achmad, 2018). Burung ini memiliki harga yang paling murah dari ±Rp150.000 sampai jutaan rupiah.

2.2. Kebutuhan Nutrisi Burung *lovebird*

Nutrisi adalah substansi organik yang dibutuhkan organisme untuk fungsi normal dari sistem tubuh, pertumbuhan dan pemeliharaan kesehatan (Afrianto, 2005). Nutrisi yang dibutuhkan burung sebagai pakan adalah (Natsir, 2018):

1. Protein

Protein bermanfaat sebagai bahan dasar pembentukan sel-sel, jaringan baru dalam tubuh burung, pertumbuhan dan perbaikan jaringan tubuh yang rusak serta penopang sumber energi dalam pembentukan telur, daging dan pertunasan bulu-bulu baru. Terdapat dua sumber protein, yaitu protein hewani dan protein nabati. Untuk protein nabati seperti taoge dan untuk hewani seperti kroto.

2. Karbohidrat

Karbohidrat adalah sumber energi yang dibutuhkan oleh burung agar dapat beraktivitas sehari-hari. Karbohidrat berfungsi agar burung dapat bergerak, berkicau, membantu kelancaran metabolisme dan pembentukan sel darah merah. Karbohidrat bisa didapatkan dari buah-buahan, jagung dan sayuran.

3. Lemak

Lemak berfungsi sebagai sumber energi selain karbohidrat, membawa vitamin, melindungi organ tubuh, menghangatkan tubuh dan lain-lain. Lemak menghasilkan energi yang lebih besar dibandingkan dengan karbohidrat, tetapi jika lemak terlalu banyak maka akan menyebabkan kegemukan untuk burung, bulu rontok sebelum waktunya dan bisa terkena serangan jantung.

4. Fosfor

Fosfor berfungsi untuk pembentukan tulang dan telur. Apabila kekurangan fosfor maka dapat mengakibatkan turunnya pertumbuhan dan tulang belakang menjadi keropos. Apabila kelebihan fosfor dapat mengakibatkan terhambatnya pelepasan kalsium tulang dan terbentuknya kalsium karbonat yang dapat memengaruhi kualitas cangkang telur (Marginingtyas, 2015).

5. Serat Kasar

Serat kasar berfungsi untuk melindungi saluran pencernaan agar tetap bekerja sesuai dengan fungsinya serta berguna untuk memperbaiki fungsi serapan nutrisi agar nutrisi tercukupi. Serat kasar juga dapat mencegah kanibalisme (Marginingtyas, 2015).

6. Energi Metabolisme (ME)

Sumber penyusun energi metabolisme terdiri dari karbohidrat, lemak dan protein. Komponen-komponen tersebut bisa didapatkan apabila mengonsumsi biji-bijian. Komponen pertama yang di proses menjadi energi adalah karbohidrat. Apabila masih kurang, maka yang dijadikan sumber energi adalah lemak. Apabila masih kurang, maka protein yang dijadikan sebagai sumber energi walaupun kurang efisien (Marginingtyas, 2015).

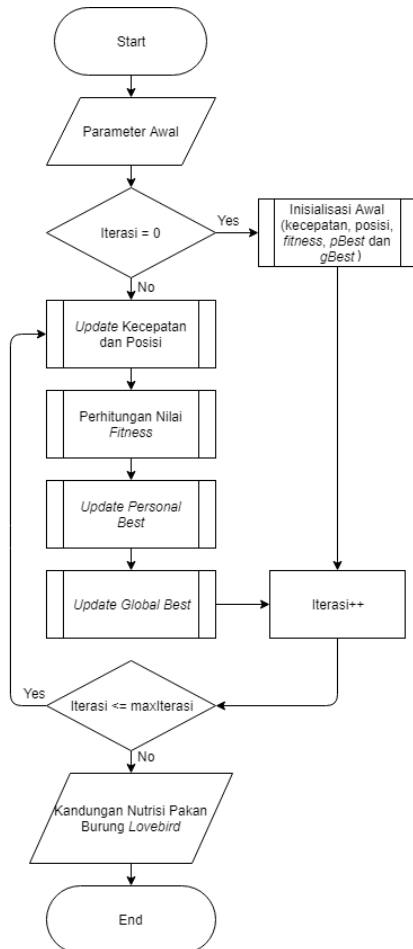
2.3. Particle Swarm Optimization (PSO)

Particle Swarm Optimization (PSO) adalah suatu algoritme yang terinspirasi dari perilaku sekawanan burung dalam hal bekerja sama dan berkomunikasi. Algoritme PSO merupakan salah satu cabang dalam *Swarm Intelligence* dalam memecahkan permasalahan optimasi yang ditemukan oleh Russel Eberhart dan James Kennedy pada tahun 1995 (Cholissodin, 2016).

PSO memiliki empat komponen utama, yaitu partikel, komponen kognitif, komponen sosial dan kecepatan. Selain itu, terdapat dua faktor pembelajaran partikel, yaitu pengalaman partikel (*cognitive learning*) dan kombinasi pembelajaran dari keseluruhan kelompok (*social learning*). Yang membuat PSO menjadi salah satu algoritme yang efisien dalam penyelesaian masalah optimasi adalah karena adanya desentralisasi yang tinggi, kerja sama antar partikel dan implementasi yang sederhana.

3. PERANCANGAN

Dalam perhitungan PSO, terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan yaitu proses inisialisasi, *update* kecepatan, *update* posisi serta *update pBest* dan *gBest* yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Algoritme PSO

3.1. Inisialisasi Partikel

Proses inisialisasi merupakan langkah awal (iterasi ke-0) dalam algoritme PSO yaitu memasukkan nilai awal kecepatan, posisi dan *fitness*.

3.1.1. Inisialisasi Kecepatan

Untuk nilai awal kecepatan semua partikel adalah 0, karena partikel belum berpindah posisi.

3.1.2. Inisialisasi Posisi

Inisialisasi posisi awal partikel dapat menggunakan Persamaan 1, di mana nilai batas atas (x_{max}) dan batas bawah (x_{min}) ditentukan oleh penulis sendiri dalam penelitian ini. Untuk $rand[0,1]$ adalah angka acak antara 0 dan 1.

$$X_{i,j}(t) = X_{min} + rand[0,1] * (X_{max} - X_{min}) \quad (1)$$

3.1.3. Inisialisasi *Fitness*

Pada penelitian ini, sebelum mendapatkan nilai *fitness* terdapat beberapa proses yang harus dilakukan seperti normalisasi nutrisi pakan, menghitung penalti, menghitung harga pakan, barulah menghitung nilai *fitness*. Untuk normalisasi nutrisi pakan dapat dilihat pada Persamaan 2. Proses normalisasi dilakukan untuk mendapatkan nilai normalisasi nutrisi

pakan dari total bobot yang belum mencapai 100%.

Normalisasi bobot pakan_j(%)

$$= \frac{\text{bobot bahan}_{i,j}(\%)}{\text{Total bobot bahan}} \times 100\% \quad (2)$$

Setelah nilai normalisasi didapatkan, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai penalti dari nutrisi tersebut. Nilai penalti ini didapatkan apabila total nutrisi lebih besar atau sama dengan kebutuhan nutrisi maka nilainya menjadi nol dan apabila total nutrisi kurang dari kebutuhan nutrisi maka nilainya menjadi hasil dari pengurangan kebutuhan nutrisi dan total nutrisi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Persamaan 3.

penalti

$$= \begin{cases} 0, & \text{totalNutrisi} \geq \text{KebNut} \\ \text{KebNut} - \text{totalNutrisi}, & \text{totalNutrisi} < \text{KebNut} \end{cases} \quad (3)$$

Hal selanjutnya yang dilakukan adalah menghitung harga pakan yang dapat dilihat pada Persamaan 4.

$$\text{harga} = \left(\frac{\text{bobot bahan}_{i,j}}{100} \times \text{kebutuhan pakan/hari} \right) \times \text{harga pakan} \quad (4)$$

Setelah proses di atas dilakukan barulah bisa menghitung nilai *fitness* dengan melakukan Persamaan 5.

$$\text{Fitness} = \left(\frac{1}{(\text{harga pakan} \times \alpha) + (\text{penalti} \times \beta)} \right) \times K \quad (5)$$

Di mana nilai α dan β adalah konstanta pengali bernilai 20 agar selisih antara penalti dan harga pakan tidak terlalu besar. Sedangkan, konstanta K adalah konstanta pengali bernilai 10000 agar nilai *fitness*-nya tidak terlalu kecil.

3.1.4. Inisialisasi *pBest* dan *gBest*

Inisialisasi nilai *pBest* didapatkan dari posisi awal partikel dan *fitness*-nya. Untuk nilai *gBest* didapatkan dari nilai *fitness* terbaik dari seluruh partikel.

3.1.5. Penentuan Batas Kecepatan

Sebelum melakukan *update* kecepatan, posisi, *pBest* dan *gBest*, terdapat proses penentuan batas kecepatan dengan menggunakan Persamaan 6 untuk batas atas dan Persamaan 7 untuk batas bawah. Di mana nilai k adalah nilai acak antara 0 dan 1.

$$V_{max} = k \times \left(\frac{(x_{max} - x_{min})}{2} \right) \quad (6)$$

$$V_{min} = -V_{max} \quad (7)$$

3.2. Update Kecepatan

Setelah proses inisialisasi selesai, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah memperbaharui nilai kecepatan dengan menggunakan Persamaan 8.

$$v_{i,j}^{t+1} = w \cdot v_{i,j}^t + c_1 r_1 (pBest_{i,j}^t - x_{i,j}^t) + c_2 r_2 (gBest_{g,j}^t - x_{i,j}^t) \quad (8)$$

Di mana w adalah bobot inersia, $v_{i,j}^t$ adalah kecepatan partikel ke- i dimensi ke- j pada iterasi ke- t , c_1 dan c_2 adalah koefisien akselerasi, r_1 dan r_2 adalah angka acak antara 0 dan 1, $x_{i,j}^t$ adalah posisi partikel ke- i dimensi ke- j pada iterasi ke- t , $pBest_{i,j}^t$ adalah nilai $pBest$ partikel ke- i dimensi ke- j pada iterasi ke- t dan $gBest_{g,j}^t$ adalah nilai $gBest$ partikel ke- i dimensi ke- j pada iterasi ke- t .

Setelah nilai kecepatan yang baru didapatkan, perbandingan antara nilai tersebut dengan batas kecepatan yang sudah didapatkan hasil dari Persamaan 6 dan Persamaan 7 dilakukan. Apabila nilai kecepatan melebihi dari V_{max} maka nilai kecepatan diubah menjadi V_{max} dan apabila nilai kecepatan kurang dari V_{min} maka nilainya diubah menjadi V_{min} . Penjelasan di atas dapat dilihat pada Persamaan 9 dan Persamaan 10.

$$\text{jika } V_{i,j}(t+1) > V_{max} \text{ maka } V_{i,j}(t+1) = V_{max} \quad (9)$$

$$\text{jika } V_{i,j}(t+1) < V_{min} \text{ maka } V_{i,j}(t+1) = V_{min} \quad (10)$$

3.3. Update Posisi

Langkah selanjutnya adalah memperbaharui posisi partikel ($x_{i,j}^{t+1}$). Untuk mendapatkan posisi partikel yang baru yaitu dengan cara membandingkan hasil dari penjumlahan antara posisi sekarang ($x_{i,j}^t$) dan kecepatan yang baru ($v_{i,j}^{t+1}$) dengan batas atas posisi (x_{max}) seperti pada Persamaan 11, lalu dibandingkan apabila hasil dari penjumlahan melebihi dari batas atas maka posisi yang baru menjadi batas atas, tetapi apabila hasilnya kurang dari batas atas maka posisi menjadi batas bawah seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 12.

$$x_{i,j}^{t+1} = x_{i,j}^t + v_{i,j}^{t+1} \quad (11)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{jika } x_{i,j}^t + v_{i,j}^{t+1} > x_{max} \text{ maka } x_{max} \\ \text{jika } x_{i,j}^t + v_{i,j}^{t+1} < x_{min} \text{ maka } x_{min} \end{array} \right\} \quad (12)$$

3.4. Update pBest dan gBest

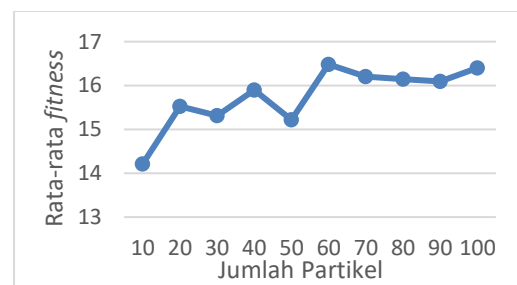
Untuk update $pBest$ dapat dilakukan dengan melihat apakah nilai $fitness$ pada iterasi sekarang lebih baik dari iterasi sebelumnya. Nilai $gBest$ didapatkan dari nilai $pBest$ dengan nilai $fitness$ tertinggi.

4. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Terdapat 3 pengujian yang dilakukan pada penelitian ini. Pengujian tersebut meliputi pengujian jumlah partikel, pengujian nilai koefisien k dan pengujian konvergensi.

4.1. Pengujian Jumlah Partikel

Pada bagian ini akan dilakukan pengujian terhadap kombinasi nilai jumlah partikel yang digunakan dalam proses optimasi pakan burung *lovebird* menggunakan algoritme *Particle Swarm Optimization* (PSO). Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah partikel terhadap nilai $fitness$ yang dihasilkan sehingga didapatkan nilai jumlah iterasi yang optimal. Data pakan burung *lovebird* yang digunakan untuk pengujian ini sebanyak 17 jenis pakan yaitu millet putih, millet merah, *canary seed*, jagung, kuaci, kangkung, biji kedelai, juwawut, biji oat, kacang hijau, kacang merah, kecambah, tepung tulang, sawi putih, gabah padi, premil dan tepung telur. Parameter awal algoritme PSO yang digunakan antara lain bobot inersia (w) 0.5, koefisien akselerasi (c_1, c_2) masing-masing 1, nilai *random* (r_1, r_2) masing-masing nilai acak antara 0 dan 1 serta tiap iterasi berubah-ubah, batas bawah (x_{min}) masing-masing 0 dan batas atas (x_{max}) berurutan dengan jenis pakan 20, 15, 20, 20, 5, 20, 25, 4, 18, 25, 5, 5, 21, 2, 30, 4, 23, koefisien k 0,6 dan jumlah iterasi (t_{max}) sebanyak 50.



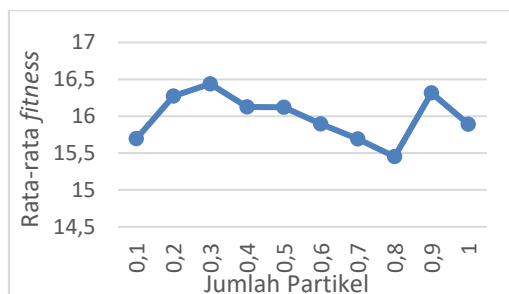
Gambar 2 Grafik Hasil Pengujian Jumlah Partikel

Gambar 2 menunjukkan bahwa pada uji coba jumlah partikel sebanyak 10, 20, 50 dan 60 terjadi kenaikan rata-rata $fitness$ yang paling besar di antara yang lain yaitu sekitar 1,2 sampai

1,3. Hal ini dapat terjadi karena adanya keberagaman nilai partikel, di mana dalam proses inialisasi terdapat nilai acak seperti pada Persamaan 1. Dapat dikatakan sebaiknya jumlah partikel tidak terlalu sedikit untuk mendapatkan hasil optimasi yang sesuai atau terlalu banyak karena dapat memengaruhi proses eksekusi algoritme PSO yang berulang-ulang. Menurut pengujian partikel ini, didapatkan banyaknya partikel yang optimal sebanyak 60 dengan nilai rata-rata *fitness* sebesar 16,482313.

4.2. Pengujian Nilai Koefisien k

Pada bagian ini akan dilakukan pengujian terhadap nilai koefisien k yang akan menentukan nilai dari batas atas dan batas bawah kecepatan (v_{max} , v_{min}) sesuai dengan Persamaan 6 dan Persamaan 7. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari perubahan nilai koefisien k dalam penentuan v_{max} dan v_{min} terhadap nilai *fitness* sehingga didapatkan nilai koefisien k yang optimal. Data pakan burung *lovebird* yang digunakan untuk pengujian ini sebanyak 17 jenis pakan yaitu millet putih, millet merah, *canary seed*, jagung, kuaci, kangkung, biji kedelai, juwawut, biji oat, kacang hijau, kacang merah, kecambah, tepung tulang, sawi putih, gabah padi, premil dan tepung telur. Parameter awal algoritme PSO yang digunakan antara lain bobot inersia (w) 0.5, koefisien akselerasi (c_1, c_2) masing-masing 1, nilai *random* (r_1, r_2) masing-masing nilai acak antara 0 dan 1, batas bawah (x_{min}) masing-masing 0 dan batas atas (x_{max}) berurutan dengan jenis pakan 20, 15, 20, 20, 5, 20, 25, 4, 18, 25, 5, 5, 21, 2, 30, 4, 23, koefisien k 0,6, menggunakan jumlah partikel sesuai dengan hasil dari pengujian jumlah partikel di atas yaitu sebanyak 60 partikel.



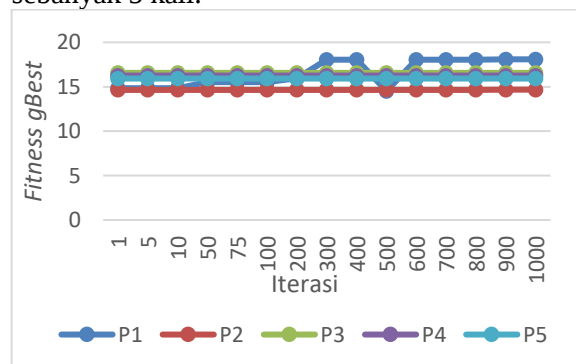
Gambar 3 Grafik Hasil Pengujian Nilai Koefisien k

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata *fitness* pada tiap kali percobaan mengalami perubahan yang tidak terlalu signifikan. Perbedaan rata-rata *fitness* antara satu percobaan dengan yang lainnya sekitar 0,06 sampai 0,9.

Dari hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa nilai koefisien k tidak terlalu berpengaruh secara signifikan terhadap nilai *fitness* yang dihasilkan karena nilai koefisien k hanya untuk menentukan nilai batas kecepatan (v_{min} , v_{max}). Dari pengujian ini didapatkan hasil bahwa nilai koefisien k tidak terlalu memengaruhi nilai *fitness* yang dihasilkan dan nilai optimum untuk nilai koefisien k adalah 0,3 dengan rata-rata *fitness* sebesar 16,438148.

4.3. Pengujian Konvergensi

Pada bagian ini dilakukan pengujian konvergensi yang akan menentukan kelayakan solusi yang dihasilkan oleh program pada optimasi komposisi pakan burung *lovebird*. Data yang digunakan pada pengujian ini merupakan data yang sama seperti yang digunakan pada pengujian sebelumnya, dengan pengecualian nilai jumlah partikel dan nilai koefisien k yang didapatkan dari hasil terbaik pada pengujian sebelumnya dengan menggunakan nilai jumlah iterasi sebanyak 1000 kali dan percobaan sebanyak 5 kali.



Gambar 4 Grafik Hasil Pengujian Konvergensi

Berdasarkan dari Gambar 4, dari keseluruhan percobaan terlihat bahwa konvergensi sudah didapatkan pada iterasi ke 600. Hal ini disebabkan oleh inialisasi awal partikel yang dibangkitkan secara *random* dan banyaknya bahan pakan yang di proses yaitu sebanyak 18 bahan pakan sehingga membutuhkan waktu lebih untuk mencapai konvergen. Konvergen adalah ketika keragaman populasi semakin berkurang yang disebabkan oleh proses pembaharuan yang terus menerus dan selisih nilai *fitness* yang dihasilkan dari iterasi satu ke yang lainnya memiliki selisih sejumlah 0. Nilai konvergen yang dicapai pada uji coba ini termasuk pada nilai global optimum karena lebih memfokuskan pada nilai *gBest* setiap iterasi tanpa memperhitungkan faktor *time variant*.

4.4. Analisis Global

Analisis global akan menggunakan parameter-parameter terbaik yang sebelumnya didapatkan dari pengujian sebelumnya. Parameter yang digunakan adalah:

- Bobot inersia (w) : 0,5
- Nilai c_1 & c_2 : 1
- Nilai r_1 & r_2 : $random[0,1]$
- Jumlah partikel : 60
- Nilai Koefisien k : 0,3
- Jumlah iterasi : 600

Analisis global ini dilakukan dengan cara menggunakan parameter optimal di atas yang akan digunakan untuk menguji sistem dengan membandingkan hasilnya dengan data sampel perhitungan kebutuhan gizi aktual yang didapatkan dari peternak. Berikut adalah daftar pakan dengan kebutuhan gizi yang dapat dilihat pada Tabel 1 dimana ME adalah energi metabolisme, P adalah protein, L adalah lemak, SK adalah serat kasar, F adalah fosfor dan K adalah karbohidrat.

Tabel 1 Data Perhitungan Nutrisi Manual

No.	1	2	3	4	5
Nama Bahan Pakan	Millet Putih	Millet Merah	Kangkung	Jagung	Kuaci
ME	94525	328,5	2900	1680	10300
P	3000	11,25	30	45	400
L	1125	3,6	3	20,5	52
K	600	1,89	19	11	4
SK	15125	52,2	540	0,1	90
F	150	0,54	500	1,45	15,2
Total Harga	2120				

Langkah selanjutnya dalam analisis global adalah melakukan pengujian sistem dengan menggunakan parameter terbaik sekaligus dengan data aktual sebagai perhitungannya. Berikut hasil perhitungan nutrisi yang dihasilkan oleh sistem dapat dilihat pada Tabel 2 dimana ME adalah energi metabolisme, P adalah protein, L adalah lemak, SK adalah serat kasar, F adalah fosfor dan K adalah karbohidrat.

Tabel 2 Data Perhitungan Manual Sistem

No.	1	2	3	4	5
Nama Bahan	Millet Putih	Millet Merah	Kangkung	Jagung	Kuaci

Pakan					
ME	8540	4,87	286,07	5,26	224,2
P	271,04	0,17	2,96	0,14	8,706
L	101,64	0,05	0,30	0,06	1,132
K	54,21	0,028	1,87	0,03	0,09
SK	1366,5	0,77	53,27	0,00	1,96
F	13,55	0,01	49,32	0,00	0,33
Total Harga	7660				

5. PENUTUP

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan. Pertama, permasalahan optimasi komposisi pakan burung *lovebird* dapat diselesaikan dengan menggunakan algoritme *Particle Swarm Optimization* (PSO). Tahap implementasi diawali dengan inisialisasi panjang dimensi sebanyak bahan pakan yang digunakan. Setelah panjang dimensi ditentukan, maka dilakukan perhitungan inisialisasi awal yang akan menghitung kecepatan, posisi, *fitness*, *pBest* dan *gBest* awal. Setelah inisialisasi awal selesai, maka dilakukan proses pembaharuan nilai dengan meng-*update* nilai kecepatan, posisi, *fitness*, *pBest* dan *gBest*. Proses *update* ini terus dilakukan sebanyak jumlah iterasi yang telah ditentukan.

Kedua berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, didapatkan parameter terbaik, yaitu:

- Jumlah partikel sebanyak 60 dengan rata-rata *fitness* sebesar 16,482313.
- Nilai koefisien k sebesar 0,3 dengan rata-rata *fitness* sebesar 16,438148.
- Jumlah iterasi sebanyak 600 berdasarkan pengujian konvergensi.

Ketiga Untuk mendapatkan solusi permasalahan optimasi komposisi dilakukan perhitungan *fitness* yang di peroleh dari perhitungan bobot pakan, total harga pakan dan total penalti.

Hasil analisis global didapatkan rata-rata selisih harga antara data dari peternak dengan sistem sekitar Rp 5.540,00.

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah menambahkan perhitungan untuk kebutuhan nutrisi kategori burung muda dan burung pertumbuhan dan dapat dikembangkan dengan metode PSO adaptif untuk melihat pengaruh nilai bobot inersia dan

nilai koefisien akselerasi terhadap kualitas solusi yang dihasilkan agar tidak terjadi konvergensi dini.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, M., 2018. *Pakan Burung* [Wawancara] (February 2018).
- Afrianto, E. d. E. L., 2005. *Pakan Ikan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Barker, R. T. et al., 2012. *Preliminary investigation of employee's dog presence on stress and organizational perceptions*. [Online] Available at: https://www.researchgate.net/publication/243973613_Preliminary_investigation_of_employee%27s_dog_presence_on_stress_and_organizational_perceptions [Diakses 18 January 2018].
- Cholissodin, I. R. E., 2016. *Swarm Intelligence (Teori & Case Study*. Malang: s.n.
- Erny, 2013. Optimasi Pola Penyusunan Barang dalam Peti Kemas Menggunakan Algoritme Particle Swarm Optimization. *Jurnal Matematika Komputasi*.
- Hamiyanti, A. A., Achmanu, Muharliien & Putra, A., 2011. Pengaruh Jumlah Telur Terhadap Bobot Telur, Lama Mengeram, Fertilitas Serta Daya Tetas Burung Kenari. *Jurnal Ternak Terpadu*, 12(1), pp. 95-101.
- Marginingtyas, E. M. W. F. & I., 2015. Penentuan Komposisi Pakan Ternak untuk Memenuhi Kebutuhan Nutrisi Ayam Petelur dengan Biaya Minimum Menggunakan Algoritma Genetika. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*.
- Natsir, M. H., 2018. *Pakan Burung* [Wawancara] (February 2018).
- Permana, K. E. & Hashim, S. Z. M., 2010. *Fuzzy Membership Generation Using Particle Swarm Optimization: International Journal Open Problems Computation Math No 3*. s.l., s.n.
- Zhang, Y. et al., 2014. *Color production in blue and green feather barbs of the rosy-faced lovebird*. China, Science Direct, pp. 130-137.