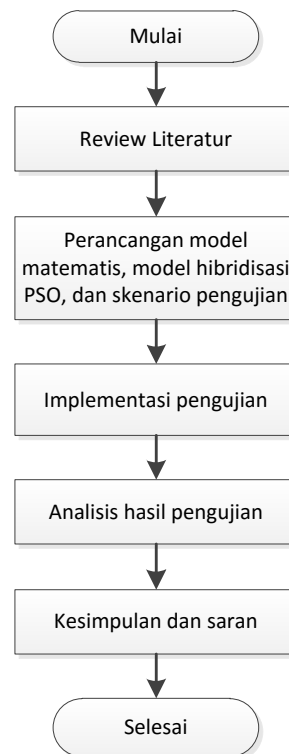


BAB 3 METODOLOGI

Bab ini membahas tahapan penelitian terkait penyelesaian masalah optimasi formula pakan ayam petelur menggunakan hibridisasi PSO. Bab ini tersusun dari gambaran umum tahapan penelitian, data yang digunakan, dan rincian tahapan penelitian yang akan dilakukan.

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dirancang untuk membuat proses penelitian lebih sistematis dan terencana. Tahapan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.1. Tahapan penelitian dimulai dengan review literatur terkait dengan formulasi pakan ayam petelur, formulasi manual, formulasi dengan pendekatan komputasi evolusioner, dan potensi peningkatan kinerja PSO dengan *multi-swarm*.



Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penelitian

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data kebutuhan nutrisi ayam petelur dan data bahan pakan yang terdiri dari nilai nutrisi dan harga. Data kebutuhan nutrisi ayam petelur diperoleh dari Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya yang berisi data minimum atau maximum nutrisi yang harus terpenuhi pada tiap ayam petelur berdasarkan umur yang berbeda-beda (lihat Lampiran B). Sedangkan untuk data nutrisi dan harga bahan pakan diperoleh dari Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya.

3.3 Perancangan

Setelah review literatur selesai, model matematis perlu dirancang agar permasalahan formulasi pakan ayam petelur di dunia nyata bisa direpresentasikan dengan model matematis sehingga dapat dijadikan acuan bagi PSO terutama dalam memenuhi batasan-batasan dan fungsi tujuan. Selanjutnya, model hibridisasi PSO perlu dirancang menyesuaikan dengan model matematis. Untuk melihat keefektifan model tersebut, skenario pengujian perlu didefinisikan. Sub-bab berikut membahas model matematis, model hibridisasi, dan skenario pengujian lebih terperinci.

3.3.1 Model Matematis

Setelah review literatur selesai, tahap selanjutnya adalah mendefinisikan suatu masalah dan penyelesaiannya dengan model matematis. Permodelan matematis tersebut akan membantu saat proses perancangan model hibridisasi PSO agar sesuai dengan batasan-batasan dari permodelan matematis yang telah dibuat. Selain itu permodelan tersebut akan membantu proses perancangan fungsi *fitness* pada PSO.

Model matematis yang akan dirancang terdiri dari fungsi tujuan dengan batasan-batasan yang harus terpenuhi. Fungsi tujuan yang dirancang terdiri dari beberapa tujuan yang dipenuhi secara simultan melalui satu fungsi. Tujuan yang ingin dicapai dari suatu formula pakan ayam petelur meliputi terpenuhinya nutrisi, seimbangannya asam amino esensial, dan terpenuhinya maksimum komposisi dengan harga yang paling murah. Batasan-batasan yang harus dipenuhi antara lain zat nutrisi dalam pakan setidaknya-tidaknya memiliki *penalty* mendekati nol yang menunjukkan bahwa zat nutrisi tersebut tidak melewati batas minimum dan maksimum dari kebutuhan nutrisi ayam petelur.

3.3.2 Model Hibridisasi PSO

Perancangan model hibridisasi PSO dimulai dengan perancangan komponen-komponen yang ada pada PSO itu sendiri. Perancangan yang berdasarkan model matematis dimulai dari representasi partikel, proses inialisasi partikel, dan perancangan fungsi *fitness*. Hasil dari perancangan tersebut merupakan komponen penting dalam proses pergerakan partikel yang akan dijadikan dasar dan batasan masalah dalam perancangan model hibridisasi PSO.

3.3.2.1 Representasi Partikel

Contoh solusi dari permasalahan formulasi pakan ayam petelur harus dikodekan dalam bentuk partikel agar PSO dapat digunakan. Sejatinya, PSO dirancang untuk pengkodean bilangan riil. Sehingga representasi riil digunakan untuk merepresentasikan kandidat solusi. Batasan-batasan dari tiap dimensi juga perlu diperhatikan. Contoh solusi pada formula terdiri dari proporsi masing-masing bahan pakan dalam bentuk persentase, sehingga mekanisme untuk memastikan bahwa jumlah seluruh nilai untuk masing-masing dimensi sama dengan 100% perlu dirancang.

Berikut adalah perancangan yang perlu dipertimbangkan dalam merepresentasikan kandidat solusi kedalam partikel :

1. Rancangan kandidat solusi dalam partikel yang sesuai dengan formula pakan ayam petelur yang dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan contohnya dapat dilihat pada Gambar 3.3.
2. Rancangan mekanisme untuk memperbaiki partikel yang melebihi batasan seperti jumlah masing-masing dimensi tidak sama dengan 100%, terdapat nilai negatif pada suatu partikel atau nilai dimensi melewati batasan maksimum bahan pakan.

Bahan ₁	Bahan ₂	...	Bahan _j	...	Bahan _D	Total persentase
$x_{i,1}$	$x_{i,2}$...	$x_{i,j}$...	$x_{i,D}$	$\sum_{j=1}^D x_{i,j} = 100$

Gambar 3.2 Representasi partikel

b ₁ (jagung)	b ₂ (bekatul)	b ₃ (kosentrat)	Total Persentase
35,000	50,000	15,000	100

Gambar 3.3 Contoh representasi partikel dengan 3 bahan pakan

3.3.2.2 Inisialisasi Partikel

Inisialisasi partikel merupakan proses untuk memberikan kandidat solusi awal yang sekaligus akan menentukan solusi optimum global awal bagi PSO. Inisialisasi partikel yang sudah memiliki nilai yang jauh lebih baik akan sangat memungkinkan partikel menuju ke posisi tersebut dan membuat partikel terjebak di solusi optimum lokal. Oleh sebab itu proses pembangkitan nilai di tiap-tiap dimensi perlu dirancang agar berada pada domain yang layak untuk tiap-tiap bahan pakan.

3.3.2.3 Fungsi Fitness

Fungsi *fitness* merupakan fungsi yang mengukur kebugaran suatu partikel. Semakin tinggi nilai *fitness* menunjukkan semakin baik partikel atau kandidat solusi tersebut. Fungsi *fitness* perlu dirancang dengan baik agar mampu mengukur partikel yang memenuhi kebutuhan nutrisi, seimbangnnya asam amino esensial, dan minimnya harga formulasi. Selain itu jangkauan harga dan nilai energi metabolisme jauh berbeda dengan nutrisi-nutrisi lain, sehingga diperlukan perancangan yang mampu mengukur kualitas formula dengan baik. Fungsi *fitness* yang akan digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Persamaan 3.1.

$$\text{fitness}(P_i(t)) = \begin{cases} \text{total proporsi bahan pakan negatif, terdapat bahan pakan negatif} \\ \frac{1}{\text{normalizedCost}(P_i(t)) + \text{penaltyNR}(P_i(t)) + \text{penaltyEAA}(P_i(t))}, \text{ sebaliknya} \end{cases} \quad (3.1)$$

Jika posisi partikel disuatu dimensi memiliki nilai negatif, maka fungsi fitness menjadi negatif yang merupakan total semua bahan pakan negatif. Jika tidak maka fungsi *fitness* menjadi 1 dibagi dengan penjumlahan antara harga yang telah dinormalisasi $normalizedCost(P_i(t))$, penalty terhadap kebutuhan nutrisi $penaltyNR(P_i(t))$, dan penalty terhadap keseimbangan asam amino esensial $penaltyEAA(P_i(t))$. Dengan fungsi fitness tersebut diharapkan pengukuran *fitness* partikel dapat menyeimbangkan ketiga tujuan yaitu harga yang minimum, terpenuhinya nutrisi ayam petelur, dan seimbangnnya asam amino esensial.

3.3.2.4 Model Hibridisasi PSO

Menjaga keberagaman *swarm* pada PSO dapat mencegah partikel konvergen lebih cepat. Salah satu cara untuk menjaga atau meningkatkan keberagaman adalah dengan memanfaatkan multi-*swarm*. Jumlah *swarm*, strategi masing-masing *swarm* dan teknik migrasi perlu dirancang agar dapat menemukan solusi yang optimal.

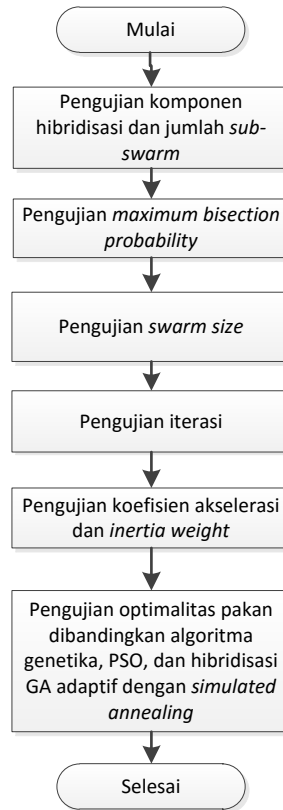
Metode biseksi dapat digunakan sebagai komunikasi antar dua partikel. Dalam probabilitas tertentu pergerakan partikel menggunakan biseksi dengan cara personal terbaik partikel dipilih secara acak dari *swarm* dan dijumlahkan dengan partikel lalu dibagikan dengan dua. Pendekatan tersebut mampu meningkatkan kinerja PSO. Selain itu, maksimum probabilitas biseksi ($maxBp$) cukup sensitif terhadap hasil. Berbagai macam kombinasi bahan pakan menunjukkan diperlukannya nilai $maxBp$ yang berbeda-beda, sehingga pada penelitian ini beberapa *swarm* dengan $maxBp$ yang berbeda digunakan.

Oleh sebab itu, pergerakan biseksi akan digunakan pada tiap-tiap sub-*swarm*. Selain itu, setiap periode tertentu setiap posisi global terbaik akan dimigrasikan ke *sub-swarm* tetangganya secara sirkular dalam beberapa iterasi yang disebut sebagai fase migrasi. Selanjutnya informasi pada partikel untuk tiap-tiap *sub-swarm* akan bermanfaat jika dapat dikumpulkan dan diproses kembali. Sehingga setelah fase migrasi selesai, semua *sub-swarm* akan digabungkan menjadi satu *sub-swarm* yang akan dijalankan dalam beberapa iterasi yang disebut sebagai fase agregasi. Model hibridisasi PSO yang diajukan tersebut akan digunakan dalam penelitian ini yang diharapkan dapat meningkatkan keberagaman secara kompetitif dan kooperatif untuk mencegah konvergensi dini.

3.3.3 Skenario Pengujian

Pengujian dirancang untuk dapat mengukur tingkat efektivitas komponen-komponen hibridisasi PSO dengan multi-*swarm* beserta parameter-parameter yang ada didalamnya. Untuk menguji seberapa efektif komponen-komponen yang ada pada model hibridisasi tersebut beberapa skenario pengujian dirancang terkait dengan *sub-swarm* pada fase migrasi dan keseluruhan *swarm* pada fase agregasi. Rancangan tersebut diharapkan akan memicu sub-*swarm* mana yang efektif dalam menemukan solusi optimum. Sebagai contoh bagaimana jika salah satu sub-*swarm* tidak melibatkan pergerakan biseksi ? Bagaimana jika fase

agregasi tidak dilibatkan ? Bagaimana pengaruhnya terhadap formulasi yang dihasilkan ?



Gambar 3.4 Skenario pengujian

Setelah komponen yang ada pada model hibridisasi PSO telah diuji, parameter PSO akan diuji satu persatu untuk menemukan parameter yang terbaik seperti maksimum probabilitas biseksi, jumlah *sub-swarm*, *swarm size*, jumlah iterasi, koefisien akselerasi, dan *inertia weight*. Lalu menguji parameter tersebut terhadap hasil formulasi dengan jumlah kombinasi pakan yang bervariasi. Secara rinci skenario pengujian dapat dilihat pada Gambar 3.4. Semua pengujian tersebut ditujukan untuk menguji model hibridisasi PSO dan untuk menentukan parameter yang optimum sehingga didapatkan model hibridisasi PSO yang terbaik dalam optimasi formulasi pakan ayam petelur.

Setelah parameter yang optimum untuk hibridisasi PSO ditentukan, tingkat optimalitas pakan dibandingkan dengan metode komputasi evolusioner lain seperti Algoritma Genetika (GA), *Particle Swarm Optimization* (PSO), dan hibridisasi genetika adaptif dengan *Simulated Annealing* (SA).

3.4 Analisis Hasil Pengujian

Hasil pengujian terhadap *sub-swarm* pada fase migrasi akan dianalisis untuk melihat seberapa besar pengaruh *sub-swarm* tersebut dalam menemukan solusi optimum global. Hasil pengujian terhadap fase agregasi juga akan dianalisis untuk melihat keefektifitasan fase tersebut. Selain itu parameter-parameter terbaik

pada PSO terhadap jumlah kombinasi pakan yang berbeda-beda akan dianalisis agar dapat dijadikan acuan sebagai parameter yang dapat digunakan bagi para pengembang aplikasi yang menerapkan model hibridisasi PSO tersebut. Selanjutnya, seberapa besar pengaruh hibridisasi PSO dalam mengoptimalkan formula pakan ayam petelur dibandingkan dengan GA, PSO, dan hibridisasi GA adaptif dengan SA akan dianalisis.