

Optimasi Peningkatan Laba Produksi Abon dengan Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus UKM Poklahsar Berkah Lumintu – Tulungagung)

Khoirin Nisa Fitrihanur¹, Rekyan Regasari Mardi Putri², Satrio Agung Wicaksono³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹khoirinnisafitri@gmail.com, ²rekyan.mrp@ub.ac.id, ³satrio@ub.ac.id

Abstrak

UKM Poklahsar Berkah Lumintu adalah Usaha Kecil Menengah yang terdapat di Desa Gondosuli Kecamatan Gondang, Kabupaten Tulungagung. Sebagai kawasan minapolitan dengan hasil utama ikan Lele dan Ikan Patin. UKM tersebut memproduksi berbagai macam makanan olahan berbahan dasar ikan dengan memanfaatkan setiap bagian dari ikan. Produk yang paling laris dijual pada UKM ini yakni abon ikan Lele, Abon Tuna, Abon ikan Patin, serta Abon ikan Salmon. Terbukti dengan adanya peningkatan penjualan abon dari tahun ke tahun. Pada tahun 2011 penjualan abon ikan Lele sebanyak 6.336 bungkus, dan mengalami peningkatan yang cukup signifikan pada tahun 2015 yakni 41.000 bungkus. Penentuan jumlah produksi abon yang dilakukan hanya sesuai perkiraan pemilik yakni secara subjektif saja, sehingga sering terjadi kelebihan stok abon. Untuk dapat mengatasi permasalahan tersebut, maka dibutuhkan suatu analisis berdasarkan data penjualan sehingga dapat meminimalkan sisa stok abon. Jumlah produksi yang tepat dapat meningkatkan laba industri. Optimasi diperlukan untuk dapat memaksimalkan laba dengan waktu, bahan, dan modal yang tertentu sesuai dengan batasan yang telah ditetapkan. Optimasi peningkatan laba produksi abon pada penelitian ini menggunakan algoritma genetika. Setelah dilakukan implementasi dan penelitian, diperoleh hasil fitness terbaik adalah 50 dengan nilai ukuran populasi = 100, ukuran generasi = 90, cr = 0.8, dan mr = 0.2

Kata kunci: Optimasi, Laba, Produksi, Abon, Algoritma Genetika, Kombinasi

Abstract

Poklahsar Berkah Lumintu is a Small and Medium Business (SME) located in Gondosuli Village, Gondang District, Tulungagung Regency. As a minapolitan area with the main results of Catfish and Patin Fish. SMEs are producing various kinds of processed fish-based meals by utilizing every part of the fish. The best selling products sold on this SME namely catfish abon, Tuna abon, Patin fish abon, and Salmon abon. It Have been Proved that the abon sales is increased from year to year. In 2011 sales of catfish abon were 6336 packs, and experienced a significant increase in 2015 of 41,000 packs. Determination of the amount of abon production is done only according to the owner's estimate that is subjective only, so often there is excess stock abon. Untuk able to overcome these problems, it needs an analysis based on sales data so as to minimize the remaining stock abon. At the right amount of production can increase the profit industry. Optimization is needed to maximize profits with certain time, materials, and capital in accordance with the limitations that have been set. Optimization of increased production abon in this study using genetic algorithm. After the implementation and research, the best result is 50 with population size = 100, generation size = 90, cr = 0.8, and mr = 0.2

Keywords: Optimization, Profit, Production, Abon, Genetic Algorithm, Combination

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris dengan jumlah kepulauan yang tidak sedikit. Banyak diantara masyarakatnya yang menopang hidup dengan mengandalkan kekayaan alam bahari, baik sebagai nelayan, penjual ikan, sampai pada

industri makanan olahan. Kabupaten Tulungagung yang terletak di provinsi Jawa Timur memiliki potensi tinggi dalam bidang perikanan baik budidaya ikan air tawar maupun ikan air asin. Pada tahun 2015 berdasarkan data Dinas Kelautan dan Perikanan menunjukkan hasil produksi sebesar 1.093.121,5 ton atau

senilai 11 miliar rupiah.

Abon adalah salah satu makanan olahan yang cukup digemari. Beberapa tahun terakhir usaha kecil menengah (UKM) melakukan pengolahan ikan menjadi abon, berdasarkan data UKM di Tulungagung, penjualan abon mengalami peningkatan yang cukup signifikan dari tahun ke tahun. Berdasarkan data UKM Tulungagung menunjukkan hasil penjualan abon lele tahun 2011 sebesar 6336 bungkus dalam setahun, pada tahun 2015 mengalami peningkatan yang besar dengan hasil penjualan sebesar 41000 bungkus dalam setahun.

Hasil wawancara dengan salah satu anggota UKM, penentuan jumlah produksi abon dilakukan dengan perkiraan pemilik yang sangat subjektif sehingga sering terjadi kelebihan stok abon. Berdasarkan permasalahan tersebut perlu dilakukan suatu analisis berdasarkan data penjualan sehingga dapat meminimalkan sisa stok abon.

Jumlah produksi yang tepat dapat meningkatkan laba industri. Laba yang dihasilkan oleh industri merupakan salah satu ukuran kinerja industri yang amat sering dipakai sebagai dasar pengambilan keputusan untuk produksi selanjutnya. Produk abon yang digunakan antara lain abon ikan lele, abon ikan tuna, abon ikan patin, dan abon ikan salmon. Selain itu, dalam melakukan produksi membutuhkan sumber daya manusia, mesin, dan beberapa bahan lainnya seperti ikan, tepung terigu, dan sebagainya. Dari beberapa bahan tersebut, untuk menghasilkan masing-masing produk maka produksi dilakukan dengan cara yang berbeda sesuai resep dan menghasilkan harga jual yang berbeda pula tiap produknya. Harga Ikan yang tidak menentu juga menjadi tolok ukur penentuan proses optimasi. Optimasi dibutuhkan untuk dapat memaksimalkan laba dengan waktu, bahan, dan modal yang tertentu sesuai dengan batasan yang telah ditetapkan.

Metode yang tepat sangat dibutuhkan untuk memperoleh hasil optimasi laba maksimum yang akurat dan efisien dengan memperhatikan banyaknya produksi yang paling laku dan juga faktor lainnya seperti harga jual tiap produk yang telah dilakukan survei pasar sebelumnya. Ada berbagai macam metode yang dapat menyelesaikan permasalahan ini salah satunya metode *heuristic* atau *random* dengan hasil kombinasi yang baik sehingga tercapai laba maksimum (Mahmudy, 2013).

Penelitian optimalisasi laba produksi sudah pernah dilakukan pada kasus yang bervariasi

tetapi memiliki kemiripan dengan optimalisasi laba produksi abon. Pada penelitian Samaher dan Mahmudy (2015) membuktikan bahwa algoritma genetika dapat menyelesaikan masalah kombinasi dalam menyelesaikan permasalahan kombinasi produk untuk mendapatkan laba yang paling optimal. Pada permasalahan kombinasi yang lain algoritma genetika juga dapat menyelesaikan permasalahan kombinasi makan untuk pakan sapi perah supaya dapat memenuhi gizi dengan harga pakan yang murah (Fakhroh dkk, 2015), selain itu penelitian tersebut juga didukung oleh penelitian Marginingtyas dkk (2015) yang melakukan optimasi komposisi pakan ayam petelur supaya memenuhi kebutuhan gizi dan biaya yang minimum.

Berdasarkan penelitian sebelumnya algoritma *heuristic* yang biasa digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimalisasi laba adalah algoritma genetika dimana dapat menyelesaikan permasalahan kombinasi dengan berbagai batasan yang kompleks. Fokus pada penelitian pertama adalah mengkaji tentang pengambilan penentuan jumlah produksi abon. Kedua mengkaji algoritma genetika dalam penyelesaian permasalahan kombinatorial. Ketiga bagaimana menerapkan algoritma genetika pada permasalahan optimalisasi laba produksi abon.

2. FORMULASI PERMASALAHAN

Berdasarkan permasalahan yang telah dijabarkan pada bab pendahuluan diatas, maka pembuatan sistem bertujuan untuk dapat menghitung optimasi laba secara cepat dan akurat sehingga laba produksi bisa dinaikkan dengan prinsip meminimalkan modal. Dikarenakan harga ikan yang tidak tentu, maka penelitian ini menggunakan data harga ikan pada bulan oktober 2016. Adapun data yang dibutuhkan adalah jenis produk, biaya produksi per item, harga jual per item, laba penjualan per item, jumlah permintaan terendah masing-masing item abon, jumlah permintaan tertinggi masing-masing item abon, jumlah produksi yang bisa dicapai dalam satu bulan (dalam satuan bungkus), harga bahan baku ikan per item, dan maksimal biaya produksi yang disediakan dalam satu bulan.

Jumlah permintaan terendah dalam satuan bungkus dan jumlah permintaan tertinggi dalam satuan bungkus akan digunakan untuk batasan *me-random* nilai gen dalam kromosom. Batasan

terendah dan tertinggi pada proses *random* diperlukan agar setelah dioptimasi, jumlah abon yang diproduksi tetap sesuai dengan permintaan pasar. Sedangkan data kapasitas produksi perbulan dalam satuan bungkus diperlukan karena dalam memproduksi abon ikan terdapat kendala atau batasan kemampuan tenaga produksi. Data lain yang harus diperhitungkan adalah maksimal biaya produksi perbulan. Data maksimal biaya produksi diperlukan agar solusi yang dihasilkan melalui proses optimasi menggunakan algoritma genetika tidak menghasilkan solusi produksi yang melebihi batas maksimal modal yang disediakan. Data yang dibutuhkan pada proses optimasi laba penjualan abon menggunakan algoritma genetika ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Data Produksi

Jenis produk	Biaya produksi per item	Harga jual per item	Laba per item	Permintaan terendah (bungkus)	Permintaan tertinggi (bungkus)
Abon ikan lele	11984	20000	8016	1000	2000
Abon ikan patin	11165	22000	10835	250	500
Abon ikan tuna	10408	23000	12592	1500	2500
Abon ikan salmon	21075	24000	2925	500	750

Tabel 2. Kendala Produksi

Kapasitas biaya produksi per bulan	5500 bungkus
Maksimal biaya produksi per bulan	35.400.000

3. DESAIN KROMOSOM

Bentuk representasi kromosom pada permasalahan ini merupakan representasi integer. Representasi integer dipilih karena setiap gen dalam kromosom mewakili jumlah item yang akan diproduksi dalam waktu satu bulan, dengan demikian angka yang digunakan haruslah angka bulat. Alasan lainnya adalah setiap angka boleh muncul dua kali atau lebih dalam satu individu. Panjang kromosom (StringLen) yang digunakan adalah 4, karena setiap individu akan mewakili jumlah produksi masing-masing item produk, yaitu a1 mewakili abon ikan lele, a2 mewakili abon ikan patin, a3

mewakili abon ikan tuna dan a4 mewakili abon ikan salmon. Pembentukan kromosom akan dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Representasi kromosom

4. DESAIN FITNESS

Setelah didapatkan cara merepresentasikan kromosom, langkah selanjutnya adalah perhitungan *fitness*. Namun sebelum itu, perlu dilakukan penentuan fungsi kendala. Fungsi kendala adalah fungsi yang membatasi masing-masing individu dan apabila dilanggar dapat menurunkan nilai *fitness* individu tersebut. Pada permasalahan optimasi laba abon ikan ini terdapat 2 fungsi kendala yang tidak boleh dilanggar, yaitu fungsi kendala untuk membatasi biaya produksi per bulan dan fungsi kendala untuk membatasi jumlah abon yang diproduksi dalam satuan bungkus. Kedua fungsi kendala tersebut dirumuskan Pada Persamaan 1 dan Persamaan 2 sebagai berikut:

Kendala 1 :

$$11984a_1 + 1165a_2 + 10408a_3 + 21075a_4 \leq 3540000 \tag{1}$$

Kendala 2 :

$$a_1 + a_2 + a_3 + a_4 \leq 5500 \tag{2}$$

Keterangan :

- Nilai 11.984 pada kendala 1 menunjukkan biaya produksi yang dibutuhkan untuk memproduksi 1 bungkus abon ikan lele.
- Nilai 11.165 pada kendala 1 menunjukkan biaya produksi yang dibutuhkan untuk memproduksi 1 bungkus abon ikan patin.
- Nilai 10.408 pada kendala 1 menunjukkan biaya produksi yang dibutuhkan untuk memproduksi 1 bungkus abon ikan tuna.
- Nilai 21.075 pada kendala 1 menunjukkan biaya produksi yang dibutuhkan untuk memproduksi 1 bungkus abon ikan salmon.
- Nilai 35.400.000 pada kendala 1 merupakan modal maksimal dalam satu bulan yang dimiliki UKM Poklahsar Berkah Lumintu untuk produksi ke-4 jenis abon.
- Nilai 5500 pada kendala 2 merupakan batas maksimal bungkus abon yang dapat diproduksi UKM dalam satu bulan.

Perumusan fungsi kendala pada

permasalahan ini sangat berkaitan dengan proses perhitungan *fitness*. Menurut (Mahmudy & Rahman 2011 dalam Wayan, FM, 2013), terdapat dua aturan yang menunjukkan pengaruh fungsi kendala terhadap fungsi *fitness*. Dua aturan tersebut antara lain:

- Apabila tidak terdapat fungsi kendala yang dilanggar, maka sebuah individu dikatakan lebih baik dari individu yang lain jika fungsi objektifnya lebih besar (berlaku untuk kasus maksimasi)
- Apabila kedua individu melanggar minimal satu fungsi kendala, maka dipilih yang total pelanggaran terhadap kendala lebih kecil. Hal ini untuk menjamin solusi yang dihasilkan tidak melanggar fungsi kendala.

Berdasarkan uraian pengaruh fungsi kendala terhadap nilai *fitness* yang dipaparkan pada paragraf sebelumnya, maka fungsi *fitness* dapat dicari dengan mengurangi total laba yang didapatkan dengan total pelanggaran (pinalti). Adapun rumus yang digunakan ditunjukkan pada Persamaan 3.

$$Fitness(x_1, x_2) = M - (C_1 + C_2) \tag{3}$$

- Keterangan :
- Fitness (x1,x2) : Nilai *fitness*.
 - F (x1,x2) : fungsi yang akan dioptimasi, dalam kasus ini adalah fungsi perhitungan laba abon.
 - M : Bilangan positif sembarang yang cukup besar.
 - C1 dan C2 : fungsi kendala yang berkaitan dengan masalah optimasi.

Namun, penggunaan rumus seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3 memiliki kelemahan, yaitu nilai *fitness* yang dihasilkan terlalu besar. Misalkan kendala C1 dan kendala C2 bernilai 0, maka nilai *fitness* yang dihasilkan akan memiliki nilai = f(x1,x2) atau sama dengan modal. Masalah ini tidak dapat diselesaikan dengan penggunaan nilai M yang cukup besar karena berapapun nilai M yang digunakan, jika C1+C2 =0, maka nilai pengurang yang dihasilkan tetaplah 0. Hal ini akan menghasilkan nilai *fitness* (x1,x2) yang terlalu besar.

Oleh karena itu, pada kasus optimasi ini, peneliti melakukan modifikasi pada persamaan 3 dengan cara membagi hasil pengurangan total laba dan total pinalti perlu

dengan angka yang cukup besar. Dalam kasus ini digunakan angka pembagi 1000000. Tujuannya adalah, agar rentang nilai *fitness* tidak terlalu besar. Setelah dilakukan modifikasi atau penyesuaian perhitungan *fitness* dengan masalah yang akan diselesaikan, rumus perhitungan *fitness* ditunjukkan pada Persamaan 4.

$$Fitness(x) = \frac{(8016a_1 + 10835a_2 + 12592a_3 + 2925a_4 - (C_1 + C_2))}{1000000}$$

(4)

Fitness (x) merupakan sebuah fungsi yang digunakan untuk mencari nilai *fitness*. 8016a1 + 10835a2 + 12592a3 + 2925a4 merupakan rumus yang digunakan untuk mencari laba total jika dilakukan produksi sebanyak a1 bungkus abon ikan lele, a2 bungkus abon ikan patin, a3 bungkus abon ikan tuna dan a4 bungkus abon ikan salmon. Sedangkan C1+C2 merupakan jumlah total pelanggaran yang dilakukan oleh individu. Adapun nilai C1 dan C2 dapat dihitung melalui Persamaan 5 dan Persamaan 6

$$C_1 = \begin{cases} 0; & 11984a_1 + 11165a_2 + 10408a_3 + 21075a_4 \leq 35400000 \\ 11984a_1 + 11165a_2 + 10408a_3 + 21075a_4 - 35400000; & \text{selainnya} \end{cases}$$

(5)

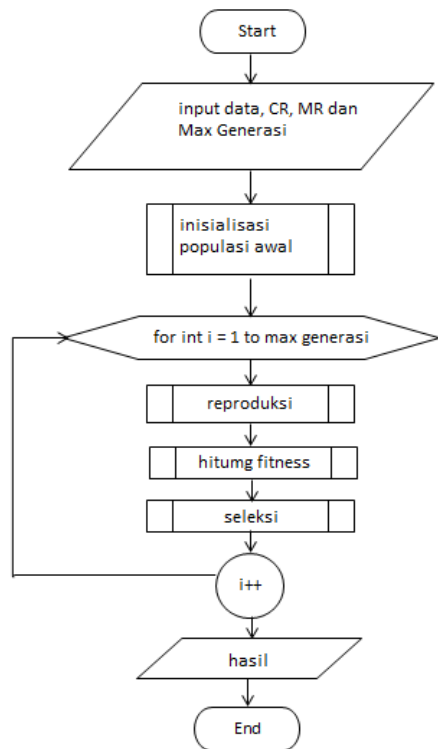
$$C_2 = \begin{cases} 0; & a_1 + a_2 + a_3 + a_4 \leq 5500 \\ a_1 + a_2 + a_3 + a_4 - 5500; & \text{selainnya} \end{cases}$$

(6)

5. SIKLUS PENYELESAIAN MASALAH

Langkah awal dalam penyelesaian masalah menggunakan algoritma genetika adalah dengan menentukan representasi kromosom. Setelah mengetahui representasi yang tepat, populasi awal akan dibangkitkan secara acak sebanyak ukuran populasi. Setelah itu, akan dilakukan reproduksi yang melibatkan proses *crossover* dan mutasi. Proses *crossover* dilakukan dengan metode *extended intermediat crossover*, dimana akan dipilih dua induk secara acak dan dilakukan rekombinasi gen induk. Nilai rekombinasi gen induk kemudian digunakan sebagai penyusun individu baru (*offspring*). Sedangkan proses mutasi dilakukan dengan memilih satu individu induk secara acak, kemudian menentukan sebuah gen yang akan diganti nilainya dengan angka yang dibangkitkan secara *random* dalam rentang jumlah permintaan minimum item abon hingga jumlah permintaan maksimum item abon. Selanjutnya, individu induk dan individu hasil reproduksi (*offspring*) akan dievaluasi dengan cara menghitung nilai *fitness*. Individu dengan

nilai *fitness* terbaik akan terus bertahan dan akan dipakai pada proses generasi selanjutnya. Langkah ini akan terus diulang hingga N generasi tercapai. Proses penyelesaian masalah menggunakan algoritma genetika ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penyelesaian masalah menggunakan algoritma genetika

Pada diagram alir penyelesaian masalah menggunakan algoritma genetika seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, terdapat 4 proses utama yang harus dilalui yaitu:

1. Inisialisasi populasi awal
2. Reproduksi
3. Hitung *fitness* (evaluasi)
4. Seleksi

Langkah awal yang harus dilakukan untuk menyelesaikan optimasi laba penjualan abon ikan adalah menentukan parameter input. Adapun parameter input yang dibutuhkan adalah kumpulan populasi, *Crossover Rate (CR)*, *Mutation Rate (MR)* dan banyaknya generasi. Misalkan parameter input yang digunakan ditentukan sebagai berikut:

- Kumpulan populasi = 5
- CR = 0.5
- MR = 0.5
- Banyak generasi = 1

Karena telah ditentukan sebelumnya jika kumpulan populasi =5, maka dilakukan proses inisialisasi populasi awal dengan cara

membangkitkan 5 individu. Masing-masing individu dibangkitkan secara acak antara jumlah permintaan terendah hingga jumlah permintaan tertinggi masing-masing jenis abon. Rentang pembangkitan gen dalam individu ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rentang Pembangkitan Nilai Gen

Setelah dilakukan pembangkitan berdasarkan batas masing-masing gen seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3, didapatkan 5 individu awal seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Populasi Awal

Gen ke-	Batas minimal pembangkitan nilai gen	Batas maksimal pembangkitan nilai gen
Gen pertama (a1)	1000	2000
Gen kedua (a2)	250	500
Gen ketiga (a3)	1500	2500
Gen ke empat (a4)	500	750

Individu	a1	a2	a3	a4
p1	1137	334	1971	618
p2	1974	363	1765	715
p3	1081	319	2016	629
p4	1442	496	2058	568
p5	1391	331	1690	582

Setelah didapatkan 5 individu awal, kemudian dilakukan perhitungan *fitness*. *Fitness* akan dihitung sesuai dengan desain *fitness* yang telah dibahas pada Subbab 4. Sebagai contoh perhitungan, pada Tabel 4. diketahui nilai individu P1 adalah [1137, 334, 1971, 618]. Maka, perhitungan *fitness*-nya dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

1. Cari nilai C1

Hitung nilai C1 dengan menggunakan persamaan 5. langkah awal yang harus dilakukan adalah mencari nilai kebenaran dari $11984a1 + 11165a2 + 10408a3 + 21075a4 \leq 35400000$. Jika kondisi bernilai true, maka C1 samadengan 0. Dan jika kondisi bernilai false, maka C1 bernilai $11984a1 + 11165a2 + 10408a3 + 21075a4 - 35400000$

Pada contoh individu P1, nilai C1 dapat dihitung sebagai berikut :

$$11984 \cdot 1137 + 11165 \cdot 334 + 10408 \cdot 1971 + 21075 \cdot 618 = 4486000$$

Karena $4486000 > 35400000$, maka $11984a1 + 11165a2 + 10408a3 + 21075a4$

≥ 35400000 bernilai true sehingga
 didapatkan nilai $C1 = 11984a1 + 11165a2 +$
 $10408a3 + 21075a4 - 35400000$.
 $C1 = 11984*1137 + 11165*334 +$
 $10408*1971 + 21075*618 - 35400000$
 $C1 = 4486000 - 35400000$
 $C1 = 15493436$

Individu	a1	a2	a3	a4	Total laba	Pinalti	Fitness
P1	1137	334	1971	618	39359564	15493436	23.86613
P2	1974	363	1765	715	44072944	25748056	18.32489
P3	1081	319	2016	629	39346958	15355042	23.99192
P4	1442	496	2058	568	44508968	20809032	23.69994
P5	1391	331	1690	582	37719471	14820529	22.89894

2. Cari nilai C2

Hitung nilai C2 dengan menggunakan persamaan 6. Langkah awal yang harus dilakukan adalah mencari nilai kebenaran dari $a1 + a2 + a3 + a4 \leq 5500$. Jika kondisi bernilai true, maka C2 samadengan 0. Dan jika kondisi bernilai false, maka C1 bernilai $a1 + a2 + a3 + a4 - 5500$.
 Pada contoh individu P1, nilai C2 dapat dihitung sebagai berikut :
 $1137 + 334 + 1971 + 618 = 4060$
 Karena $4060 \leq 5500$, maka $1137 + 334 + 1971 + 618 \leq 5500$ bernilai true sehingga didapatkan nilai C2 samadengan 0.

3. Hitung total laba

Total laba didapatkan dari jumlah perkalian antara item yang diproduksi dengan laba per item. Berdasarkan individu P1, makan total laba dapat dihitung sebagai berikut :
 $Total\ laba = 8016a1 + 10835a2 + 12592a3 + 2925a4$
 $Total\ laba = 8016*291 + 10835*761 + 12592*257 + 2925*784$
 $Total\ laba = 16107435$

4. Hitung nilai fitness

Berdasarkan persamaan 4, nilai fitness individu dapat dihitung sebagai berikut :

$$fitness(x) = \frac{total\ laba - (C1 + C2)}{1000000}$$

$$= \frac{16107435 - (15493436 + 0)}{1000000}$$

$$fitness(x) = \frac{2386613}{1000000} = 23,86613$$

Dari hasil perhitungan tersebut, nilai fitness dari individu P1 adalah 23,86613.

Dengan menggunakan cara yang sama, dilakukan proses perhitungan fitness pada individu P2, P3, P4 dan P5. Sehingga didapatkan populasi awal beserta nilai fitnessnya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Representasi Kromosom Beserta Nilai

Individu	a1	a2	a3	a4	Fitness	
					Total laba	Pinalti
					c1	c2

Karena telah ditentukan sebelumnya bahwa nilai CR = 0,5 dan kumpulan populasi = 5. Sehingga pada proses crossover akan dihasilkan $0,5*5 = 2,5$ (dibulatkan menjadi 3) offspring.

Langkah awal proses crossover yang harus dilakukan adalah dengan memilih dua individu secara acak untuk dijadikan individu induk. Misalkan, setelah dipilih 2 individu secara acak terpilih P1 dan P2 sebagai induk. Sehingga proses crossover berlangsung sebagai berikut.

P1 [1137, 334, 1971, 618]
 P2 [1974, 363, 1765, 715]

Maka, nilai offspring dapat dihitung sebagai berikut :

$$C1 = P1 + \alpha (P2 - P1)$$

$$C2 = P2 + \alpha (P1 - P2)$$

Misalkan, setelah dibangkitkan secara acak didapatkan nilai alpha [0.5, 0.24, 1, -0.2]. Maka, gen pertama pada offspring C1 dapat dihitung sebagai berikut:

$$a1_{c1} = a1_{p1} + \alpha (a1_{p2} - a1_{p1})$$

$$a1_{c1} = 1137 + 0.5 (1974 - 1137)$$

$$a1_{c1} = 1555.5$$

Karena pada permasalahan ini digunakan representasi integer, maka nilai $a1_{c1}$ harus melalui proses repair. Proses repair dilakukan dengan membulatkan nilai $a1_{c1}$ dengan ketentuan pembulatan ke atas. Pada perhitungan di atas, $a1_{c1} = 1555,5$ sehingga dibulatkan menjadi 1556.

Setelah itu, dilakukan repair lanjutan untuk memastikan nilai gen $a1_{c1}$ berada pada rentang jumlah permintaan terendah dan jumlah permintaan tertinggi item abon. Karena $a1_{c1}$ merupakan gen yang mewakili produksi abon ikan lele, maka rentang yang digunakan adalah rentang permintaan abon ikan lele, yaitu antara 1000 bungkus hingga 2000 bungkus. Karena nilai gen $a1_{c1}$ (1556) berada pada rentang 1000 hingga 2000, maka nilai gen $a1_{c1}$ tetap.

Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan terhadap $a2_{c1}$, $a3_{c1}$, $a4_{c1}$ sehingga dihasilkan individu baru C1 [1556, 341, 1765, 599]. Proses yang sama diulang,

hanya saja menggunakan rumus persamaan 6. Sehingga, satu pasang individu induk akan menghasilkan dua offspring.

Setelah satu pasang induk menghasilkan dua buah offspring, maka dilakukan pemilihan dua induk yang baru dan dilakukan langkah yang sama hingga jumlah CR x kumpulan populasi terpenuhi. Dalam contoh permasalahan ini digunakan kumpulan populasi=5 dan CR=0,5. Oleh karena itu, proses crossover akan berhenti setelah menghasilkan 3 offspring. 2 buah offspring dihasilkan dari sepasang induk pertama dan 1 buah offspring dihasilkan dari sepasang induk yang kedua. Hasil akhir dari proses crossover dirangkum pada Tabel 6.

Tabel 6. Offspring Hasil Crossover

Selanjutnya untuk proses mutasi, karena nilai MR = 0,5 dan kumpulan populasi =5. Sehingga pada proses mutasi akan dihasilkan $0,5 * 5 = 2,5$ (dibulatkan menjadi 3) offspring.

Setelah dipilih 1 individu secara acak terpilih P2 sebagai induk Mutasi pada P2 dilakukan dengan memilih titik acak antara 1 hingga 4. Misalkan terpilih titik 3, maka nilai gen pada indeks ke 3 dibangkitkan ulang secara

Parent	Offspring	a1	a2	a3	a4
p1 > p2	c1	1556	341	1765	599
	c2	1556	357	1971	735

acak pada rentang permintaan terendah dan permintaan tertinggi gen ke 3, yaitu rentang antara permintaan terendah abon ikan tuna (1500) dan permintaan tertinggi ikan tuna (2500). Setelah nilai gen pada indeks ke 3 dirubah, maka akan didapatkan individu baru C4 [1974, 363, 1670, 715]. Langkah ini terus dilakukan hingga didapatkan individu baru sebanyak MR*kumpulan populasi. Individu baru hasil mutasi ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Offspring Hasil Mutasi

Parent	Offspring	a1	a2	a3	a4
p2	c4	1974	363	1670	715
p4	c5	1442	489	2058	568
p1	c6	1137	456	1971	618

Setelah proses reproduksi melalui proses crossover dan mutasi selesai, dilakukan proses evaluasi. Pada proses evaluasi, langkah awal yang harus dilakukan adalah mengumpulkan seluruh individu induk dan offspring kemudian menghitung nilai fitness masing-masing individu. Hasil evaluasi individu induk dan

individu offspring ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Evaluasi Individu Gabungan

Individu Gabungan								
Individu	a1	a2	a3	a4	Total laba	C1	C2	fitness
P1	1137	334	1971	618	39359564	15493436	0	23.86613
P2	1974	363	1765	715	44072944	25748056	0	18.32489
P3	1081	319	2016	629	39346958	15355042	0	23.99192
P4	1442	496	2058	568	44508968	20809032	0	23.69994
P5	1391	331	1690	582	37719471	14820529	0	22.89894
C1	1556	341	1765	599	40144586	18048414	0	22.09617
C2	1556	357	1971	735	43309698	23237302	0	20.0724
C3	1074	334	1620	627	34461089	11274911	0	23.18618
C4	1974	363	1670	715	42876704	24759296	0	18.11741
C5	1442	489	2058	568	44433123	20730877	0	23.70225
C6	1137	456	1971	618	40681434	16855566	0	23.82587

Setelah dilakukan proses evaluasi, maka selanjutnya dilakukan proses seleksi. Berdasarkan hasil evaluasi, individu gabungan diurutkan berdasarkan nilai fitnessnya dari yang terbesar hingga terkecil. Individu gabungan yang telah diurutkan berdasarkan nilai fitness ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Individu Terurut Berdasarkan Nilai Fitness

individu	a1	a2	a3	a4	Fitness
p3	1081	319	2016	629	23.99192
p1	1137	334	1971	618	23.86613
c6	1137	456	1971	618	23.82587
c5	1442	489	2058	568	23.70225
p4	1442	496	2058	568	23.69994
c3	1074	334	1620	627	23.18618
p5	1391	331	1690	582	22.89894
c1	1556	341	1765	599	22.09617
c2	1556	357	1971	735	20.0724
p2	1974	363	1765	715	18.32489
c4	1974	363	1670	715	18.11741

Dari hasil pengurutan pada Tabel 9, diambil individu teratas sebanyak kumpulan populasi. Pada contoh permasalahan ini digunakan ukuran kumpulan populasi adalah 5. Jadi, individu yang terpilih adalah P3, P1, C6, C3 dan C5. Individu yang lolos seleksi yakni pada Tabel 10.

Tabel 10. Individu Terpilih

Individu Tepilih					
Individu	a1	a2	a3	a4	Fitness
p3	1081	319	2016	629	23.99192
p1	1137	334	1971	618	23.86613
c6	1137	456	1971	618	23.82587
c5	1442	489	2058	568	23.70225
p4	1442	496	2058	568	23.69994

Populasi baru yang akan digunakan pada generasi selanjutnya ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Populasi Baru Hasil Seleksi

Populasi Baru					
Individu	a1	a2	a3	a4	Fitness
P1	1081	319	2016	629	23.99192
P2	1137	334	1971	618	23.86613
P3	1137	456	1971	618	23.82587

P4	1442	489	2058	568	23.70225
P5	1442	496	2058	568	23.69994

Misalkan populasi akhir yang bertahan hingga stop condition tercapai ditunjukkan pada tabel 11, maka individu yang menjadi solusi permasalahan adalah individu P1.

6. PENGUJIAN SISTEM

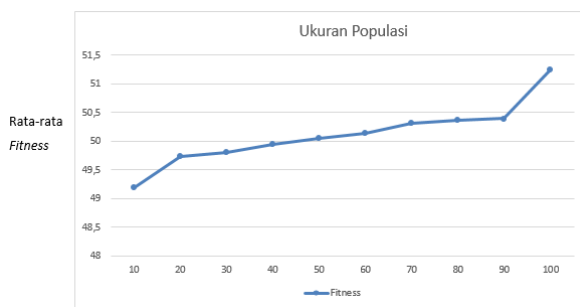
Pada bagian ini akan dilakukan pengujian nilai parameter pada algoritma genetika.

6.1 Pengujian Ukuran Populasi

Pada bagian ini akan dilakukan pengujian ukuran populasi. Aturan awal parameter algoritma genetika antara lain $cr = 0.5$, $mr = 0.5$, iterasi = 100. Tabel 12. dan Gambar 3. adalah hasil perbandingan ukuran populasi mulai dari 10 sampai 100 dengan kelipatan 10 dan hasil plot perbandingan nilai *fitness* dengan ukuran populasi.

Tabel 12. Hasil Perbandingan Ukuran Populasi

Banyak Populasi	$Cr = 0.5, Mr = 0.5, \text{generasi} = 100$									
	Percobaan ke-									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	50	49.5	48.4	49.3	49.4	48.7	49.6	49.5	49.4	48
20	49.3	50.3	49.5	50.4	49.4	49.7	49.4	49.4	49.9	50
30	49.7	49.7	51.7	49.8	49.8	49.2	49.5	49.8	49.5	49.4
40	49.7	50.2	50.4	49.8	49.7	50	49.7	49.8	50.5	49.4
50	50.3	50	49.6	49.8	49.9	51	49.8	50.5	49.8	49.4
60	49.7	50.9	49.4	49.8	49.9	49.4	51	50.4	50.7	50.4
70	50.2	50.1	50.3	50.4	50.1	50.2	51.1	51.3	49.7	49.7
80	50.1	51.2	50.4	49.9	50	50.7	50.3	50.6	50.5	50
90	50.2	50.5	50.1	51.1	49.6	51.2	49.9	50	50.1	51.2
100	50.5	50	50.4	50.4	59.6	49.7	50.2	49.9	50.5	51.3



Gambar 3. Plot Pengujian Ukuran Populasi

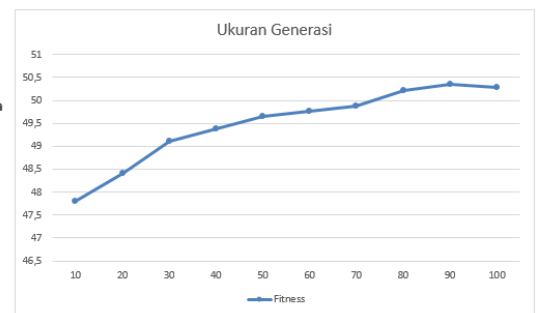
Berdasarkan hasil pengujian populasi menunjukkan bahwa semakin besar ukuran populasi semakin besar nilai *fitness* yang didapatkan. Ukuran populasi ini mempengaruhi dalam pencarian solusi diruang pencarian, semakin banyak populasi maka dapat menjangkau solusi terbaik.

6.2 Pengujian Ukuran Generasi

Pada bagian ini akan dilakukan pengujian ukuran generasi. Setelah didapat ukuran populasi paling optimal adalah 100 sehingga nilai parameter algoritma genetika antara lain $cr = 0.5$, $mr = 0.5$, ukuran populasi = 100. Tabel 13 dan Gambar 4 adalah hasil perbandingan ukuran generasi mulai dari 10 sampai 100 dengan kelipatan 10 dan hasil plot perbandingan nilai *fitness* dengan ukuran generasi.

Tabel 13. Hasil Perbandingan Ukuran Generasi

Banyak Generasi	$Cr = 0.5, Mr = 0.5, \text{populasi} = 100$									
	Percobaan ke-									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	48.6	47.2	47.7	48.3	47.3	48.3	46.7	47.5	48.2	48.2
20	48.8	48.1	47.8	49.7	48.6	47.9	48.9	47.6	48.7	48
30	48.4	47.9	48.6	50.2	48.5	49	49.3	49.3	48.9	51.1
40	49.1	50.2	48.5	48.7	49.8	50.2	49.2	49.7	49	49.3
50	49.3	49.7	49.3	49.8	49.8	49.3	50.5	49.9	49.6	49.4
60	49.8	49.8	49.6	49.2	49.7	49.9	49.7	50.7	49.3	50
70	49.7	49.8	49.9	50.2	49.6	49.7	50.1	50.1	50.1	49.6
80	50.7	49.9	50.5	51.3	49.7	49.5	49.9	49.9	50.3	50.4
90	50.2	50.5	50	49.8	50.4	50.2	52.3	50.3	49.8	50.1
100	51	50.1	50	50.6	50.3	50.2	50.2	50.7	49.7	50



Gambar 4. Plot Pengujian Ukuran Generasi

Berdasarkan pengujian ukuran generasi menunjukkan ukuran generasi 90 memberikan rata-rata *fitness* terbesar. Semakin besar ukuran generasi belum tentu memiliki nilai rata-rata *fitness* yang tinggi hal ini karena algoritma genetika adalah algoritma *stochastic* atau bersifat *random*.

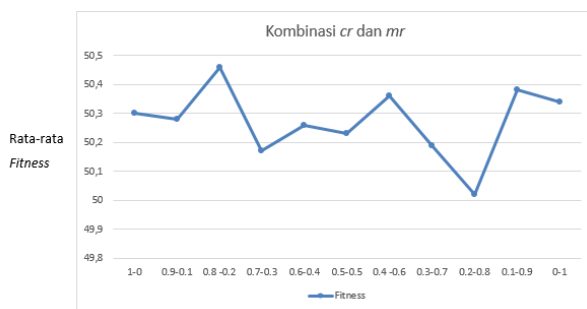
6.3 Pengujian CR dan MR

Pada bagian ini akan dilakukan pengujian kombinasi nilai cr dan mr . Kondisi awal parameter algoritma genetika yang telah diujikan sebelumnya didapatkan nilai rata-rata *fitness* terbesar antara lain ukuran populasi sebesar 100 dan ukuran generasi sebesar 90. Tabel 14 menunjukkan perbandingan nilai cr dan mr dengan nilai antara 0-1. Sedangkan Gambar 14 menunjukkan hasil plot pengujian kombinasi cr dan mr .

Tabel 14. Hasil perbandingan nilai cr dan mr

Kombinasi	Populasi = 100, Generasi = 90		Rata2 <i>fitness</i>
	Percobaan ke-		

Cr	Mr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	50.2	50.2	50.8	50	50.8	50.7	49.9	50.1	50.4	49.9
0,9	0,1	50.9	51.5	49.7	50.5	49.9	50.1	49.8	50.7	50	49.7
0,8	0,2	50.7	49.9	50.9	51	50.4	50.9	50.6	50	50.4	49.8
0,7	0,3	50.3	50.4	49.9	51.3	49.8	49.9	49.7	50.2	50.5	49.7
0,6	0,4	50.2	50.4	49.9	50.1	51.3	50	50.2	50	49.9	50.6
0,5	0,5	49.7	50.3	50.2	49.9	50.3	50.8	49.9	49.8	50.9	50.5
0,4	0,6	49.9	50.3	51	50.6	50.1	50.3	49.8	50.4	50	51.2
0,3	0,7	50	50.3	50.2	50.1	50.2	50	49.7	50.4	50.8	50.2
0,2	0,8	50.3	50.4	49.7	50.4	50.1	50	49.9	49.7	49.9	49.8
0,1	0,9	51.5	51	51	50	50.2	50.4	50.1	49.8	49.7	50.1
0	1	49.9	50.1	50.4	50.1	50.6	50.1	50.5	50.1	51.5	50.1



Gambar 5. Plot Pengujian Kombinasi *cr* dan *mr*

Berdasarkan pengujian ukuran populasi, ukuran generasi, dan kombinasi *cr* dan *mr* didapatkan nilai rata-rata *fitness* terbesar adalah 50 dengan nilai ukuran populasi = 100, ukuran generasi = 90, *cr* = 0.8, dan *mr* = 0.2

7. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis hasil pada penelitian ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Representasi kromosom yang digunakan adalah representasi integer yang masing-masing susunan gen memiliki jumlah 4 dalam kromosom dibatasi angka *random* yang digunakan sesuai dengan batasan produksi masing-masing abon dalam satu bulan. Representasi kromosom yang dirancang dalam permasalahan sudah sesuai dengan permasalahan optimasi peningkatan laba abon.

2. Untuk mengukur nilai *fitness* pada permasalahan peningkatan laba produksi abon yakni dengan melihat *fitness* tertinggi yang dihasilkan, karena *fitness* tertinggi merupakan solusi terbaik untuk menyelesaikan permasalahan peningkatan laba produksi abon. Dengan memperhatikan batas produksi maksimal perbulan pada UKM, dan juga nilai kendala yang dilanggar. Semakin besar nilai kendala yang dilanggar maka akan semakin kecil *fitness* yang dihasilkan.

3. Penerapan metode algoritma genetika dalam skripsi ini dilakukan dengan melakukan inisialisasi awal yang berisi representasi kromosom. Selanjutnya dilakukan proses *crossover* dengan menggunakan metode *extended intermediate crossover* dan mutasi dengan menggunakan metode *random mutation*, evaluasi atau perhitungan *fitness* sesuai rumus yang ditentukan, dan seleksi yang digunakan adalah *elitsm selection* dengan melibatkan individu induk. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh hasil *fitness* terbaik adalah 50 dengan nilai parameter terbaik yakni ukuran populasi = 100, ukuran generasi = 90, *Cr* = 0.8, dan *Mr* = 0.2

8. DAFTAR PUSTAKA

Berlianty, Arifin. 2010. Teknik-teknik Optimasi Heuristik. Yogyakarta : Graha Ilmu

Dinas Kelautan. dan Perikanan Provinsi Jawa Timur. “Laporan Tahunan Statistik Perikanan Budidaya di Jawa Timur Tahun 2015” pada Data produksi ikan di kota Tulungagung. Diakses pada tanggal 23 november 2016. <http://diskanlut.jatimprov.go.id/?>

Fakhiroh, D, Mahmudy, WF & Indriati .2015.Optimasi komposisi pakan sapi perah menggunakan algoritma genetika. *DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, vol. 5, no. 14.

Fardiana, Elvia. 2012. Maksimalisasi Keuntungan pada Toko Kue Martabak Doni dengan Metode Simpleks. *UG Jurnal*, vol. 6 no. 09.

Fitriani. 2014. Pengaruh ManajemenLaba Terhadap Biaya Modal Ekuitas (Pada Perusahaan Manufaktur yang Terdaftar

- di Bursa Efek Indonesia). Bandung: Universitas Widyatama.
- Kadir, Abdul. *Dasar Pemrograman Java 2*. Yogyakarta : Andi.
- Kusuma, JI, Mahmudy, WF & Indriati .2015.Optimasi komposisi pakan sapi potong menggunakan algoritma genetika. *DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, vol. 5, no. 15.
- Mahmudy, Wayan Firdaus. 2013. *Modul Algoritma Evolusi*. Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. Malang : Universitas Brawijaya
- Mahmudy, W.F & Rahman, M.A. 2011. Optimasi Fungsi Multi-Obyektif Berkendala Menggunakan Algoritma Genetika Adaptif dengan Pengkodean Real.*Kursor*,vol.6,no.1, pp.19-26.
- Marginingtyas, E, Mahmudy, WF & Indriati. 2015. Penentuan komposisi pakan ternak untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ayam petelur dengan biaya minimum menggunakan algoritma genetika.*DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, vol. 5, no. 12.
- Milah, H & Mahmudy, WF .2015.,Implementasi algoritma evolution strategies untuk optimasi komposisi pakan ternak sapi potong.*DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, vol. 5, no. 11.
- Palupi, L.D.A dkk .2011. Algoritma Genetika Untuk Optimasi Persediaan Multi Barang Dalam Proses Produksi. Fakultas MIPA- ITS.
- Panhares, Y. G. & Mahmudy, W. F.2015. Optimasi distribusi barang dengan algoritma genetika. *DORO : Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK, Universitas Brawijaya*, no. 5.
- Pramesti, D, Mahmudy, WF & Indriati .2015. Optimasi komposisi pakan kambing potong menggunakan algoritma genetika. *DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, vol. 5, no. 13.
- Raharjo, Budi dkk. 2007. *Mudah Belajar Java Revisi Kedua*. Bandung : Informatika
- Samaher, &Mahmudy, W. F. 2015. Penerapan Algoritma Genetika Untuk Memaksimalkan Laba Produksi Jilbab. *Journal of Environmental Engineering & Sustainable Technology (JEEST)*. Vol. 02 No.01, July 2015, Pages 06-11.
- Sutojo, dkk. 2011. *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta : ANDI Yogyakarta.
- Wahid, N & Mahmudy, WF .2015.Optimasi komposisi makanan untuk penderita kolesterol menggunakan algoritma genetika. *DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, vol. 5, no. 15.
- Wahyuni, R, Mahmudy, WF & Setiawan, BD .2015.Penentuan portofolio saham optimal menggunakan algoritma genetika.*DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, vol. 5, no. 12.