

OPTIMASI *DYNAMIC PRICING* MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA GENETIKA BERDASARKAN MODEL PERMINTAAN PADA HOTEL JW MARRIOTT SURABAYA

Rifanda Putri Indreswari, Wiwik Anggraeni

Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: wiwik@is.its.ac.id

Abstrak—Kota Surabaya, sebagai kota kedua terbesar di Indonesia, telah menjadi alternatif kota tujuan bisnis disamping Ibukota, Jakarta. Oleh sebab itu, sarana dan prasarana penunjang pertumbuhan bisnis di Surabaya, juga semakin meningkat dan lengkap ketersediaannya. Hotel adalah termasuk sarana yang dibutuhkan bagi para pebisnis. Dengan status hotel tujuan bisnis berbintang 5 yang memiliki kapasitas kamar terbanyak di Surabaya, 412 kamar, hotel JW Marriott Surabaya memerlukan adanya perhatian lebih dalam manajemen harga agar pendapatan dari hotel dapat semaksimal mungkin pada setiap periode. Besar kecilnya perusahaan dalam memperoleh pendapatan, tidak dapat terlepas dari strategi perusahaan dalam menetapkan harga layanan yang ditawarkan.

Terdapat satu strategi bisnis untuk menentukan harga terbaik bagi perusahaan, yang disebut *Dynamic Pricing*. *Dynamic Pricing* merupakan salah satu strategi dari *Revenue Management System (RMS)* yang digunakan untuk menyesuaikan harga produk maupun layanan yang tepat kepada pelanggan yang tepat dan juga di waktu yang tepat. Untuk mendapatkan harga yang terbaik dengan model *Dynamic Pricing*, maka permintaan pelanggan hotel perlu dimodelkan yang nantinya dioptimasi dengan menggunakan *Genetic Algorithm (GA)*.

Hasil yang didapat setelah menggunakan model permintaan pelanggan eksponensial dan melakukan optimasi dengan algoritma genetika adalah terdapat peningkatan pendapatan untuk 24 bulan untuk kategori pelanggan *Standart Retail* sebanyak 4.5% menjadi Rp 10.832.263.220 dan *Premium Retail* sebanyak 6% menjadi Rp 3.332.872.813.

Kata kunci: *Dynamic Pricing, Algoritma Genetika, Harga, Hotel, Optimasi*

I. PENDAHULUAN

PADA beberapa tahun terakhir, di Indonesia mulai banyak sekali hotel yang bermunculan. Mulai dari hotel tidak berbintang hingga hotel berbintang 5. Pertumbuhan usaha hotel di Indonesia tersebut tidak lain karena semakin tingginya tingkat kebutuhan masyarakat atas ‘rumah sementara’. Rumah sementara tersebut sangat berguna bagi masyarakat yang ingin berpergian ke suatu kota beberapa waktu untuk tujuan berlibur maupun hanya untuk berbisnis.

Kota Surabaya, sebagai kota kedua terbesar di Indonesia, telah menjadi alternatif kota tujuan bisnis selain Ibukota, Jakarta. Oleh sebab itu, sarana dan prasarana penunjang pertumbuhan bisnis di Surabaya juga semakin meningkat dan lengkap ketersediaannya. Hotel adalah termasuk sarana yang dibutuhkan bagi para pebisnis. Peningkatan tren tingkat hunian terus tumbuh beberapa tahun terakhir. Berdasarkan

Sugiarto, Gito (2012), GM Grand City Surabaya, hal itu dapat dilihat dari semakin meningkatnya permintaan layanan MICE (*meetings, incentives, conferences, and exhibitions*) kota Surabaya. Semakin meningkatnya MICE artinya pertumbuhan kota Surabaya juga terus berjalan. Karena itulah, pertumbuhan bisnis hotel dan penginapan juga terus bergerak.

Hotel-hotel yang diminati para pebisnis dengan tujuan kota Surabaya, biasanya hotel ber-bintang 5 seperti Hotel Bumi Surabaya, Hotel Majapahit, JW Marriott Surabaya, Shangri-la Surabaya dan Sheraton Surabaya. Dikutip dari www.bisnis-jatim.com, persaingan kelima hotel bintang 5 di Surabaya tersebut sangat ketat. Status mereka yang merupakan hotel untuk tujuan bisnis, menyebabkan kelima hotel tersebut tidak hanya sibuk di akhir pekan tetapi juga akan sibuk pada hari kerja, senin hingga jumat. Fasilitas MICE, akses wi-fi, *business centre*, profesionalitas pelayanan dalam keramahan serta lokasi yang terletak di kawasan strategis yang akan mempermudah para pelanggan menjangkau pusat kota, menjadi pertimbangan pebisnis dalam memilih salah satu hotel tersebut.

Dengan status hotel tujuan bisnis berbintang 5 yang memiliki kapasitas kamar terbanyak, maka hotel JW Marriott Surabaya memerlukan adanya perhatian lebih dalam manajemen harga agar pendapatan dari hotel dapat semaksimal mungkin pada setiap periode. Besar kecilnya perusahaan dalam mendapat pendapatan, tidak dapat terlepas dari strategi perusahaan dalam menetapkan harga layanan yang ditawarkan. Ketika perusahaan kurang cermat dalam menentukan harga dari produk atau layanan yang ditawarkan, maka pendapatan yang didapat tidak dapat maksimal. Kebijakan pengaturan harga atas suatu produk merupakan faktor fundamental dari operasional sehari-hari bagi perusahaan. Karena melalui sebuah harga kita dapat menentukan banyak tujuan yang nantinya berfungsi untuk meningkatkan daya saing perusahaan, antara lain dengan meningkatkan keuntungan, mengatur kapasitas produk atau layanan dan peramalan permintaan pelanggan.

Dalam dunia perekonomian terdapat dua macam cara untuk menganalisis market dan industri dari suatu hotel yaitu dengan *Property Management System (PMS)* dan *Revenue Management System (RMS)*. Jika PMS adalah mengatur pengelolaan *property* dan peralatan termasuk pemeliharaan, legalitas dan pekerja secara komputerisasi, lain halnya dengan RMS. RMS nantinya akan menganalisis kebiasaan pelanggan agar produk atau layanan dijual ke pelanggan yang tepat, di waktu yang tepat dengan harga yang tepat. Dimana tujuan utamanya adalah perusahaan mampu mendapat keuntungan yang maksimal dengan cara

mengontrol harga/ kapasitas. *Dynamic Pricing* merupakan salah satu strategi *e-commerce* yang digunakan dalam penentuan harga setelah mempertimbangkan beberapa faktor. Dengan mengatur harga secara dinamis maka keuntungan optimal akan didapat pada tiap periode.

Pada beberapa tahun terakhir *Revenue Management* dengan model *Dynamic Pricing* terbukti mampu meningkatkan pendapatan industri perhotelan. Walaupun target yang diharapkan sebuah hotel adalah memperoleh pendapatan serta keuntungan semaksimal mungkin dengan penentuan harga dan kapasitas kamar yang optimal, pihak manajemen tidak dapat menjual harga kamar dengan harga yang tinggi setiap saat. Harga yang ditawarkan akan bersifat dinamis dan berubah tiap harinya tergantung dari peramalan permintaan pelanggan. Harga yang terlalu rendah maka akan menghasilkan pendapatan kecil pada tiap kamar yang pada kedepannya akan meminimalkan pendapatan yang seharusnya dapat lebih tinggi bagi hotel tersebut. Dan ketika harga sewa kamar hotel terlalu tinggi, akan mengakibatkan tidak keoptimalan pendapatan bagi hotel karena lebih banyak kamar yang tidak dipesan karena tingginya harga sewa kamar.

Untuk menyelesaikan permasalahan pengoptimasian harga hotel ini, maka akan digunakan model eksponensial yang telah diformulasikan dengan *Dynamic Pricing* untuk meramalkan permintaan pelanggan terhadap sewa kamar hotel untuk periode selanjutnya dengan mempergunakan data histori sewa kamar hotel pada beberapa periode sebelumnya. Selanjutnya untuk menentukan *pricing policy* pada tiap tipe pelanggan, maka digunakanlah ilmu komputer kecerdasan buatan yaitu metode *Genetic Algorithm* (GA) sebagai sebuah alternatif. GA yang termasuk class dari *Evolutionary Algorithm* (EA) merupakan cara yang tepat untuk menghasilkan solusi untuk permasalahan optimasi dengan menggunakan teknik *inheritance*, *mutation*, *selection*, dan *crossover*.

Pada beberapa waktu sebelumnya, telah dilakukan beberapa penelitian yang berkaitan dengan *pricing optimization* dengan *Dynamic Pricing* yang diterapkan pada berbagai bidang. Untuk *Dynamic Pricing* yang diterapkan berdasarkan peramalan permintaan pelanggan, sebelumnya telah diteliti diantaranya oleh Baker & Eister (2001); Chen & Kachani (2007); Yüksel (2007); Ng, Maull & Godsiff (2008) dan Lim & Chan (2011). Selain penelitian *Dynamic Pricing* dengan peramalan permintaan, juga terdapat peramalan pada pesaing dan lingkungan eksternal seperti yang dilakukan oleh Yüksel (2007) dan juga peramalan pada matrik *revenue management* dan data operasional yang dilakukan oleh El Gayar, Saleh, Atiya, El-Shishiny, Zakhary & Habib (2011) dan Haensel & Koole (2011). Kemudian dalam pengambilan keputusan pada permasalahan *Revenue Management* dapat dilakukan dengan *Deterministic Linear Programming* milik Goldman, Freling, Pa & Piersma (2002); Liu, Lai & Wang (2008), Liu, Lai, Dong & Wang (2006) dan berbagai cara lainnya. S. Shakya, M. Kern, G. Owusu, & C.M. Chin (2012) mencoba menerapkan *Dynamic Pricing* dengan menggunakan metode *Artificial Network* untuk mendapatkan hasil peramalan permintaan dan menggunakan *Evolutionary Algorithm* sebagai penentuan harga produk/ layanan.

Pemodelan *non-linear* eksponensial sebelumnya telah dibahas sekilas pada jurnal milik S. Shakya, M. Kern, G.

Owusu, & C.M. Chin (2011). Pada jurnal tersebut, lebih dijelaskan tentang pemodelan permintaan menggunakan *Artificial Network (ANN)* dengan *PBIL* untuk pengoptimasian. Di tugas akhir ini, pemodelan permintaan yang akan diimplementasikan adalah model regresi *non-linear* eksponensial dengan *Genetic Algorithm (GA)* sebagai pengoptimasi. EA telah berhasil diaplikasikan untuk mengoptimasi beberapa masalah, salah satunya adalah GA. Pemilihan peramalan yang berdasarkan dari permintaan pelanggan sebelum dibuat *pricing policy* dikarenakan pendapatan yang didapat oleh perusahaan bergantung dari daya beli pada masing-masing tipe pelanggan dalam menyewa kamar hotel. Ketika tidak ada kepastian dan terdapat fluktuasi dari sebuah permintaan, maka GA memiliki reliabilitas paling tinggi dibanding dengan metode jenis EA lainnya.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Model Eksponensial

Ada berbagai macam jenis model permintaan diantaranya *linier*, *non-linier*, eksponensial, dan lainnya. Setiap model permintaan memiliki bermacam-macam karakteristik. Model eksponensial yang termasuk *Regresi Non-Linear* ini merupakan pemodelan yang sering digunakan untuk membuat model permintaan. Model ini berasumsi jika hubungan antara harga dengan permintaan adalah *eksponensial*. Fungsi asli eksponensial menurut P.-C. Chang, C.-H. Liu, C.-Y. Fan (2009):

$$Q^x = e^{x \ln a}$$

dimana,

e : basis logaritma natural yang kira-kira sama dengan 2.71828183

x : semua bilangan real

$Q > 0$

Pemodelan permintaan *Eksponensial* dapat dikatan mirip dengan model *Linear*, dengan model sebagai berikut,

$$Q_t = \psi_t(P_1, P_2, \dots, P_N) = e^{a_t + b_{jt} P_j}$$

dimana,

a_t : merupakan *intercept* dari pemodelan yang menunjukkan *customer base* (total pelanggan yang mau membeli produk/ layanan pada periode t)

b_{jt} : parameter yang disebut *slopes*, yang menunjukkan pengaruh harga pada suatu waktu terhadap permintaan pada waktu t

Maka, pemodelan optimasi *Dynamic Pricing* yang menggunakan peramalan permintaan model eksponensial adalah

$$\begin{aligned} \max_{P_1, P_2, \dots, P_N} \text{TR}(Q) &= \sum_{t=1}^N \left[\left(e^{a_t + b_{jt} P_j} \right) (P_t) \right], \\ \text{subject to } M_t &\leq e^{a_t + b_{jt} P_t} \leq K_t, \quad t = 1, \dots, N, \\ P_t &\leq P_t \leq \bar{P}_t, \quad t = 1, \dots, N \end{aligned}$$

B. Algoritma Genetika

GA tepat digunakan untuk permasalahan yang memiliki kriteria sebagai berikut:

- a. Ruang lingkup penelitian sangat luas, kompleks dan sulit dimengerti.
- b. Pengetahuan dari ahli maupun domain sulit untuk dikodekan untuk mempersempit ruang lingkup.
- c. Tidak tersedianya analisis matematika.
- d. Penggunaan tradisional metode sebelumnya yang mengalami kegagalan.

Langkah-langkah untuk optimasi menggunakan GA menurut Shakya, S., Oliveira, F., Owusu, G. (2007) yaitu:

1. Membuat populasi, P, yang berisikan solusi M (kapasitas),
2. Membuat *breeding pool* dengan memilih solusi yang tepat dari P dengan strategi pemilihan yang tepat,
3. Melakukan *crossover* pada *breeding pool* untuk menghasilkan populasi dari solusi yang baru,
4. Melakukan mutasi pada solusi yang baru.
5. Mengganti P dengan solusi baru. Lakukan kembali mulai langkah 2 jika kriteria hasil yang diinginkan belum ditemukan.

III. METODE

a. Data Masukan

Data yang digunakan dalam permasalahan ini adalah data-data yang didapatkan berdasarkan hasil survey dan wawancara yang dilakukan melakukan wawancara dan pengambilan data pada hotel JW Marriott Surabaya yang berkaitan dengan data transaksi selama 24 bulan. Data yang diperlukan antara lain:

- a. Proses bisnis hotel JW Marriott Surabaya,
- b. Data penjualan kamar hotel masing-masing pelanggan,
- c. Data harga rata-rata kamar hotel yang terjual.

Dari data-data tersebut nantinya akan diproses menjadi suatu model dan pengoptimasian menggunakan algoritma genetika dengan bantuan toolbox MATLAB.

b. Model permintaan

Pemodelan permintaan pelanggan akan menggunakan metode regresi non-linier eksponensial. Digunakannya metode ini dikarenakan data yang diambil memiliki tingkat fluktuatif dari waktu ke waktu. Bentuk dari persamaan non-linier eksponensial adalah sebagai berikut:

$$Q_t = \psi_t(P_1, P_2, \dots, P_N) = e^{a_t + b_{jt} P_j}$$

dimana,

e: basis logaritma natural yang kira-kira sama dengan 2.71828183

P_j : rata-rata harga pada waktu t

Q_t : permintaan pelanggan pada waktu t

a_t : merupakan intercept dari pemodelan yang menunjukkan customer base (total pelanggan yang mau membeli produk/ layanan pada periode t)

b_{jt} : parameter yang disebut *slopes*, yang menunjukkan pengaruh harga pada suatu waktu terhadap permintaan pada waktu t.

Persamaan tersebut akan diselesaikan dengan metode numerik regresi non- linier bentuk ln (logaritma natural).

$$\ln Q_t = \ln (e^{a_t + b_{jt} P_j})$$

$$\ln Q_t = (a_t + b_{jt} P_j) \ln e$$

$$\ln Q_t = (a_t + b_{jt} P_j)$$

$$b = n \times \frac{\sum x_1 y_1 - \sum x_1 \sum y_1}{\sum x_1^2 - (\sum x_1)^2}$$

$$a = \bar{y} - a_1 \bar{x}$$

$$P_j = -\frac{1}{b} (a - \ln(q))$$

Dari bentuk ln, dapat diubah menjadi bentuk logaritma. Akan tetapi, bentuk persamaan untuk mencari Q_t akan berubah.

$$\log Q_t = \log (e^{a_t + b_{jt} P_j})$$

$$\log Q_t = (a_t + b_{jt} P_j) \log (e)$$

$$\log Q_t = (a_t \log e + b_{jt} P_j \log e)$$

Maka, persamaan tersebut dapat digunakan dalam mencari nilai a_t dan b_{jt} yang nantinya akan digunakan untuk mencari nilai Q_t baru.

c. Optimasi Algoritma Genetika

Untuk menggunakan metode Genetic Algorithm, maka langkah awal adalah melakukan inialisasi data. Inialisasi data didapat dari total pendapatan tiap bulan yang dimiliki hotel selama 2 tahun terakhir.

1. Representasi

Hal yang perlu dilakukan terlebih dahulu ketika akan menggunakan metode GA adalah merepresentasikan variable keputusan di dalam tiap kromosom. Di dalam kromosom akan berisi sejumlah gen yang akan mewakili satu variable. Terdapat beberapa macam jenis pengkodean yaitu, pengkodean biner, pengkodean bilangan bulat, pengkodean struktur data dan pengkodean bilangan riil. Pada studi kasus ini, akan menggunakan pengkodean bilangan riil karena menurut Eshelman dan Schaffer (1997), pengkodean bilangan riil akan tepat digunakan jika permasalahan berupa optimasi dari suatu fungsi. Gen yang digunakan adalah pendapatan yang didapatkan hotel berdasarkan dari data jumlah kamar terjual serta harga rata-rata. Populasi (N_popsiz) yang digunakan sebanyak 30 buah kromosom.

Untuk mendapatkan hasil optimal tetapi tidak jauh dari nilai nyata, maka diperlukan inialisasi value. Nilai awal dari pendapatan didapat dari rumus sederhana pendapatan yaitu banyaknya kamar yang terjual dikali dengan harga rata-rata jumlah kamar tersebut. Pada tabel merupakan pendapatan hotel selama 24 bulan.

Pendapatan	1	2	...	...	23	24
Kromosom 1	613502737.8	176786848.2	...	...	527586153.5	172542553.6
Kromosom 2	170677226.7	246570036.6	...	...	143847802.6	342153272
Kromosom 3	277806982.8	229693365.6	...	...	236826608.7	301124763
Kromosom ke-n	...	...	...	...	...	...
Kromosom 29	415182182.9	305652259	...	...	355966052.6	248520191.5
Kromosom 30	170677226.7	246570036.6	...	...	143847802.6	342153272

2. Nilai fitness

Fungsi objektif dan fungsi fitness untuk memaksimalkan fungsi adalah sama. Fungsi fitness bertujuan untuk mengevaluasi. Fungsi fitness yang baik adalah ketika nilai fitness yang tinggi mendominasi suatu populasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan keoptimalan pendapatan selama 24 bulan. Untuk itu, diperlukan harga yang optimal untuk tiap bulannya. Maka, nilai fitness kromosom untuk 24 bulan sebagai inialisasi adalah

$$\text{kromosom-}n = (Q_{t1} \times P_{t1} + \dots + Q_{tn} \times P_{tn})$$

dimana,

Q(t) = banyaknya kamar terjual tiap bulannya,

P(t) = harga kamar terjual tiap bulannya.

3. Proses seleksi orang tua

Proses seleksi orang tua dilakukan untuk mendapatkan gen yang paling baik. Seleksi orang tua akan menggunakan Roulette Wheel. Total nilai fitness misal adalah 5.04067×10^{11} . Langkah yang dilakukan antara lain menghitung nilai *fitness relative* f_r dari tiap kromosom (f_i : total fitness), menghitung nilai fitness kumulatif f_k ($f_{k1} = f_{r1}$) dengan rumus ($f_{k n-1} + f_{rn}$) dan membangkitkan bilangan acak [0,1] sebanyak 30. Misal bilangan acak pertama adalah $0.04 < f_5$ maka kromosom ke 5 yang menjadi kromosom baru yang pertama.

4. *Pindah silang (Crossover)*

Kekuatan GA terdapat pada kemampuannya untuk mencari dalam proses pindah silang. GA akan mempertahankan solusi terbaik dan menghilangkan solusi yang tidak baik. Skema pindah silang adalah dengan mendapatkan 2 buah individu orangtua yang kemudian ditentukan titik pindah silang secara acak. Misal peluang pindah silang adalah $P_c = 0.4$ maka diharapkan 40% dari total kromosom akan mengalami pindah silang. Untuk memilih kromosom maka akan dibangkitkan bilangan acak [0,1] sebanyak 30. Maka bilangan-bilangan acak yang kurang dari nilai P_c akan melakukan pindah silang.

5. Mutasi

Mutasi diperlukan untuk mengembalikan informasi titik poin dari kromosom yang hilang akibat pindah silang. Nilai probabilitas P_m diharapkan sangat kecil. Karena bila mutasi dilakukan terlalu sering, maka akan menghasilkan individu lemah akibat konfigurasi gen pada individu yang unggul akan dirusak. Jika $P_m = 0.01$ maka diharapkan 1% dari total titik poin akan termutasi.

Untuk memilih titik poin yang termutasi akan dilakukan dengan membangkitkan bilangan acak terlebih dahulu [0,1] dari total titik poin. Bila bilangan acak yang keluar kurang dari nilai P_m maka akan termutasi. Populasi akhir yang ada setelah proses mutasi akan menjadi populasi awal untuk generasi kedua

6. Elitisme

Akibat proses seleksi dilakukan secara acak, maka tidak ada jaminan bahwa suatu individu bernilai fitness tertinggi akan selalu terpilih. Walaupun individu bernilai fitness tertinggi terpilih, mungkin saja akan menjadi rusak karena proses pindah silang. Oleh sebab itu, untuk menjaga agar individu bernilai fitness tertinggi tersebut tidak hilang selama evolusi, perlu dibuat satu atau dua penyalinan individu. Proses ini biasa disebut sebagai elitism.

d. *Verifikasi dan Validasi*

Agar tahap pemodelan dan pembuatan kode program telah berjalan dengan baik perlu dilakukan verifikasi. Verifikasi dilakukan dengan memeriksa keseluruhan model dan program, apakah model dan program yang dibuat telah bebas dari *error* dan telah sesuai dengan yang diharapkan. Jika masih ada yang belum sesuai atau masih terdapat *error* maka harus dilakukan peninjauan ulang.

Setelah mendapatkan hasil optimasi harga dengan model GA, maka dilakukanlah validasi. Validasi yang dilakukan dengan 2 cara yaitu dan uji validasi variasi

amplitudo (% Error Variance) dari data asli dan hasil uji coba. dan juga membandingkan harga yang selama ini diterapkan oleh hotel JW Marriott Surabaya dengan menggunakan selisih harga.

1. Perbandingan variasi amplitudo (% Error Variance)

$$E = \left| \frac{\sigma_r - \sigma_d}{\sigma_d} \right|$$

Prasyarat :

σ_r = hasil standart deviasi varians hasil komputasi yang didapat

σ_d = hasil standart deviasi varians data yang dimiliki

Model valid bila $E \leq 30\%$

2. Perbandingan standart deviasi

$$\sigma = \sigma_h - \sigma_d$$

$$= \sqrt{\frac{\sum y_{\text{hasil}}^2 - \frac{(\sum y_{\text{hasil}})^2}{n}}{n-1}} - \sqrt{\frac{\sum y_{\text{data}}^2 - \frac{(\sum y_{\text{data}})^2}{n}}{n-1}}$$

Berikut perhitungan validasi dengan kedua cara tersebut.

Uji validasi pendapatan kategori *Standart Retail*

Solusi 1

$$E = \frac{\sigma_{\text{hasil running}} - \sigma_{\text{total pendapatan hotel JW Marriott}}}{\sigma_{\text{total pendapatan hotel JW Marriott}}}$$

$$= \left| \frac{8.26531E+14 - 7.50021E+14}{7.50021E+14} \right|$$

$$= 0.102 \approx 10\% \text{ |valid|}$$

Solusi 2:

$$E = \left| \frac{5.88995E+14 - 7.50021E+14}{7.50021E+14} \right|$$

$$= 0.287 \approx 28\% \text{ |valid|}$$

Solusi 3:

$$E = \left| \frac{5.21956E+14 - 7.50021E+14}{7.50021E+14} \right|$$

$$= 0.113 \approx 11\% \text{ |valid|}$$

Uji validasi pendapatan kategori *Premium Retail*

Solusi 1:

$$E = \frac{\sigma_{\text{hasil running}} - \sigma_{\text{total pendapatan hotel JW Marriott}}}{\sigma_{\text{total pendapatan hotel JW Marriott}}}$$

$$= \left| \frac{1.11569E+14 - 1.17507E+14}{1.17507E+14} \right|$$

$$= 0.0505 \approx 5\% \text{ |valid|}$$

Solusi2:

$$E = \left| \frac{9.03596E+13 - 1.17507E+14}{1.17507E+14} \right|$$

$$= 0.2310 \approx 23\% \text{ |valid|}$$

Solusi 3:

$$E = \left| \frac{1.11927E+14 - 1.17507E+14}{1.17507E+14} \right|$$

$$= 0.0474 \approx 4.7\% \text{ |valid|}$$

Solusi 4:

$$E = \left| \frac{9.10267E+13 - 1.17507E+14}{1.17507E+14} \right|$$

$$= 0.2253 \approx 22\% \text{ |valid|}$$

Solusi 5:

$$E = \left| \frac{8.80434E+13 - 1.17507E+14}{1.17507E+14} \right| = 0.2507 \approx 25\% \text{ |valid|}$$

Solusi 6:

$$E = \left| \frac{1.07354E+14 - 1.17507E+14}{1.17507E+14} \right| = 0.0864 \approx 8.6\% \text{ |valid|}$$

Solusi 7:

$$E = \left| \frac{1.12131E+14 - 1.17507E+14}{1.17507E+14} \right| = 0.0457448 \approx 4.5\% \text{ |valid|}$$

Solusi 8:

$$E = \left| \frac{8.44919E+13 - 1.17507E+14}{1.17507E+14} \right| = 0.2809634 \approx 28\% \text{ |valid|}$$

Uji validitas standart deviasi harga *Standart Retail*

Solusi 1:

$$\sigma = \sigma_h - \sigma_d = \sqrt{\frac{5.65976E+13 - 4.11699E+13}{23}} - \sqrt{\frac{3.143E+13 - 3.11375E+13}{23}} = 171326.85 - 23850.53 = 147476.32$$

Solusi 2:

$$\sigma = \sigma_h - \sigma_d = \sqrt{\frac{5.02556E+13 - 4.18827E+13}{23}} - \sqrt{\frac{3.143E+13 - 3.11375E+13}{23}} = 125808.1999 - 23850.53 = 101957.67$$

Solusi 3:

$$\sigma = \sigma_h - \sigma_d = \sqrt{\frac{5.38319E+13 - 4.102E+13}{23}} - \sqrt{\frac{3.143E+13 - 3.113E+13}{23}} = 155624.97 - 23850.53 = 131774.44$$

Uji validitas standart deviasi harga *Premium Retail*

Solusi 1:

$$\sigma = \sigma_h - \sigma_d = \sqrt{\frac{2.6415E+13 - 2.0947E+13}{23}} - \sqrt{\frac{1.4230E+13 - 1.3906E+13}{23}} = 76919.2546$$

Solusi 2:

$$\sigma = \sigma_h - \sigma_d = \sqrt{\frac{2.5289E+13 - 2.0915E+13}{23}} - \sqrt{\frac{1.4230E+13 - 1.3906E+13}{23}} = 66186.1531$$

Solusi 3:

$$\sigma = \sigma_h - \sigma_d = \sqrt{\frac{2.3623E+13 - 2.0093E+13}{23}} - \sqrt{\frac{1.4230E+13 - 1.3906E+13}{23}} = 56936.52601$$

Solusi 4:

$$\sigma = \sigma_h - \sigma_d = \sqrt{\frac{2.2514E+13 - 1.9349E+13}{23}} - \sqrt{\frac{1.4230E+13 - 1.3906E+13}{23}} = 52603.48409$$

Solusi 5:

$$\sigma = \sigma_h - \sigma_d = \sqrt{\frac{2.9134E+13 - 2.2303E+13}{23}} - \sqrt{\frac{1.4230E+13 - 1.3906E+13}{23}} = 88880.16181$$

Solusi 6:

$$\sigma = \sigma_h - \sigma_d = \sqrt{\frac{3.2470E+13 - 2.3918E+13}{23}} - \sqrt{\frac{1.4230E+13 - 1.3906E+13}{23}} = 102400.122$$

Solusi 7:

$$\sigma = \sigma_h - \sigma_d = \sqrt{\frac{2.4173E+13 - 1.8985E+13}{23}} - \sqrt{\frac{1.4230E+13 - 1.3906E+13}{23}} = 74286.50596$$

Solusi 8:

$$\sigma = \sigma_h - \sigma_d = \sqrt{\frac{2.2082E+13 - 1.8370E+13}{23}} - \sqrt{\frac{1.4230E+13 - 1.3906E+13}{23}} = 59005.13401$$

e. *Pembuatan Skenario*

Pada bagian ini akan dijelaskan tentang beberapa skenario yang akan dilakukan dalam uji coba. Skenario ini nantinya akan berpengaruh pada total pendapatan minimum yang akan didapatkan JW Marriott Hotel Surabaya. Beberapa skenario tersebut antara lain:

1. Perbandingan total pendapatan berdasarkan parameter banyak populasi sebanyak 30 dan 50 pada kategori Standart Retail dan Premium Retail.
2. Perbandingan total pendapatan berdasarkan parameter nilai P_c antara 0.1 – 0.9 dan jenis *Crossover* pada kategori Standart Retail dan Premium Retail.
3. Perbandingan total pendapatan berdasarkan parameter nilai P_c 0.02 dan 0.04 pada kategori Standart Retail dan Premium Retail.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan hasil uji coba akan dilakukan dengan melakukan perbandingan dari total pendapatan yang didapat untuk 24 bulan dengan skenario yang telah dijelaskan sebelumnya.

Perbandingan total pendapatan berdasarkan parameter banyak populasi sebanyak 30 dan 50 kategori Standart Retail.

Tabel 1 Populai sebanyak 30

Pc	N	Npop	TR
0.1	24	30	10005376826
0.2	24	30	9113907117
0.3	24	30	9862138836
0.4	24	30	10059357067
0.5	24	30	10034855507
0.6	24	30	10151572635
0.7	24	30	10195304637
0.8	24	30	9486999863
0.9	24	30	10133932305

Kedua tabel telah dilakukan uji coba sebanyak 3 kali dengan menggunakan parameter jenis *Arithmetic Crossover*, $P_c = 0.1 - 0.9$ dan N_{pop} sebanyak 30 dan 50.

Tabel 2 Populasi sebanyak 50

P _c	N	N _{pop}	TR
0.1	24	50	9043645794
0.2	24	50	8507716709
0.3	24	50	9086804175
0.4	24	50	8491373510
0.5	24	50	8966791874
0.6	24	50	10544336023
0.7	24	50	9866327636
0.8	24	50	9618656260
0.9	24	50	9410878085

Untuk kedua tabel, yang memiliki total pendapatan paling banyak terdapat pada tabel 2 dengan P_c = 0.6. Maka dari hasil uji coba dapat disimpulkan bahwa total pendapatan tertinggi dari kedua tabel adalah dengan jumlah N_{pop} = 50.

Perbandingan total pendapatan berdasarkan parameter banyak populasi sebanyak 30 dan 50 kategori Premium Retail.

Tabel 3 Populai sebanyak 30

P _c	N	N _{pop}	TR
0.1	24	30	3569118893
0.2	24	30	3686441014
0.3	24	30	3710362923
0.4	24	30	3422683549
0.5	24	30	3202205509
0.6	24	30	3461994257
0.7	24	30	3714894551
0.8	24	30	3124975333
0.9	24	30	3600118158

Kedua tabel telah dilakukan uji coba sebanyak 3 kali dengan menggunakan parameter jenis *Single point Crossover*, P_c = 0.1 – 0.9 dan N_{pop} sebanyak 30 dan 50

Tabel 4 Populasi sebanyak 50

P _c	N	N _{pop}	TR
0.1	24	50	3378122003
0.2	24	50	3312320168
0.3	24	50	3524195226
0.4	24	50	3664787435
0.5	24	50	3603967560
0.6	24	50	3791691423
0.7	24	50	3440299338
0.8	24	50	3652478138
0.9	24	50	3415832928

Untuk kedua tabel, yang memiliki total pendapatan paling banyak terdapat pada tabel 4 dengan P_c = 0.6. Maka dari hasil uji coba dapat disimpulkan bahwa total pendapatan tertinggi dari kedua tabel adalah dengan jumlah N_{pop} = 50.

Perbandingan total pendapatan berdasarkan parameter nilai P_c antara 0.1 – 0.9 dan jenis *Crossover* kategori Standart Retail.

Tabel 5 Perbandingan jenis Crossover N_{pop} = 30

P _c	N	N _{pop}	TR S.P	TR Arith
0.1	24	30	9132908415	10005376826
0.2	24	30	9796767973	9113307117
0.3	24	30	9957948463	9862138836
0.4	24	30	9985797040	10059357067
0.5	24	30	9944079635	10034855507
0.6	24	30	10327451140	10151572635
0.7	24	30	10311933780	10195304637
0.8	24	30	9637309153	9486999863
0.9	24	30	9665913045	10133932305

Kedua tabel telah dilakukan ujicoba sebanyak 3 kali dengan menggunakan parameter N_{pop} sebanyak 30 dan 50, jenis *Crossover Single Point* untuk tabel 5 dan *Crossover Arithmetic* untuk tabel 6., P_c = 0.1 – 0.9.

Tabel 6 Perbandingan jenis Crossover N_{pop} = 50

P _c	N	N _{pop}	TR S.P	TR Arith
0.1	24	50	9713980694	9713980694
0.2	24	50	10099530185	8844811202
0.3	24	50	9694482993	9694482993
0.4	24	50	8970811730	8970811730
0.5	24	50	9860287270	9860287270
0.6	24	50	9915437929	9915437929
0.7	24	50	10109960131	8973474768
0.8	24	50	9846680921	8946151889
0.9	24	50	8884759451	8884759451

Untuk kedua tabel, total pendapatan tertinggi untuk kedua jenis *Crossover* pada tabel 5 terletak pada nilai P_c = 0.7 dan pada tabel 6 terletak pada P_c = 0.7 *Single point Crossover* dan P_c = 0.6 *Arithmetic Crossover*. Maka dapat disimpulkan bahwa *Single Point Crossover* dapat menghasilkan pendapatan lebih optimal.

Tabel 7 Perbandingan jenis Crossover

N _{pop}	TR S.P	TR Arith
30 (P _c = 0.7)	10327451139.7265	10195304637.0431
50 (P _c = 0.7)	10109960131.0171	9915437928.85901

Perbandingan total pendapatan berdasarkan parameter nilai P_c antara 0.1 – 0.9 dan jenis *Crossover* kategori Premium Retail.

Tabel 8 Perbandingan nilai P_c

P _c	N	N _{pop}	TR
0.1	24	30	3569118893
0.2	24	30	3686441014
0.3	24	30	3710362923
0.4	24	30	3422683549
0.5	24	30	3202205509
0.6	24	30	3461994257
0.7	24	30	3714894551
0.8	24	30	3124975333
0.9	24	30	3600118158

Kedua tabel telah dilakukan ujicoba sebanyak 3 kali dengan menggunakan parameter N_{pop} sebanyak 30, P_c = 0.1 – 0.9 dan P_m = 0.02 untuk tabel 8 dan P_m = 0.04 untuk tabel 9.

Tabel 9 Perbandingan nilai P_c

P _c	N	N _{pop}	TR
0.1	24	30	3258164812
0.2	24	30	3277503770
0.3	24	30	3309225735
0.4	24	30	3411824053
0.5	24	30	3594819633
0.6	24	30	3654644902
0.7	24	30	3538122567
0.8	24	30	3652224466
0.9	24	30	3733705903

Untuk kedua tabel, total pendapatan tertinggi untuk kedua jenis *Crossover* pada tabel 8 terletak pada P_c = 0.7 dan tabel 9 terletak pada nilai P_c = 0.9. Maka dapat disimpulkan bahwa *Single Point Crossover* dapat menghasilkan pendapatan lebih optimal.

Perbandingan total pendapatan berdasarkan parameter nilai P_m 0.02 dan 0.04 kategori Standart Retail.

Tabel 10 Probabilitas mutasi 0.02

P_c	N	N_{pop}	$P_m 0.02$
0.1	24	50	9043645794
0.2	24	50	8507716709
0.3	24	50	9086804175
0.4	24	50	8491373510
0.5	24	50	8966791874
0.6	24	50	10544396023
0.7	24	50	9866327636
0.8	24	50	9618656260
0.9	24	50	9410878085

Kedua tabel telah dilakukan uji coba sebanyak 3 kali dengan menggunakan parameter $P_c = 0.1 - 0.9$, N_{pop} sebanyak 30, *Crossover Single Point*, $P_m = 0.02$ untuk tabel 10 dan $P_m = 0.04$ untuk tabel 11.

Tabel 11 Probabilitas mutasi 0.04

P_c	N	N_{pop}	$P_m 0.04$
0.1	24	50	9713980694
0.2	24	50	8844811202
0.3	24	50	9235907345
0.4	24	50	8970811730
0.5	24	50	9489842671
0.6	24	50	9382824659
0.7	24	50	10109960131
0.8	24	50	9.8467E+09
0.9	24	50	8884759451

Untuk kedua tabel, total pendapatan tertinggi tabel 10 terletak pada nilai $P_c = 0.6$ dan tabel 11 terletak pada nilai $P_c = 0.7$. Maka dapat disimpulkan jika teori yang menyebutkan $\frac{1}{n}$ merupakan nilai P_m yang tepat adalah terbukti. Dengan $P_m = 0.04$ total pendapatan memiliki jumlah lebih tinggi dibanding $P_m = 0.02$.

Perbandingan total pendapatan berdasarkan parameter nilai $P_m 0.02$ dan 0.04 kategori Premium Retail.

Tabel 12 Probabilitas mutasi 0.02

P_c	N	N_{pop}	TR
0.1	24	50	3157953302
0.2	24	50	3113993962
0.3	24	50	3520641730
0.4	24	50	3315608920
0.5	24	50	3611113441
0.6	24	50	3382696132
0.7	24	50	3385801250
0.8	24	50	3111513544
0.9	24	50	3460520754

Kedua tabel telah dilakukan uji coba sebanyak 3 kali dengan menggunakan parameter $P_c = 0.1 - 0.9$, N_{pop} sebanyak 50 dan $P_m = 0.02$ untuk tabel 20 dan *Crossover Single Point* dan $P_m = 0.04$ untuk tabel 21.

Tabel 13 Probabilitas mutasi 0.04

P_c	N	N_{pop}	TR
0.1	24	50	3378122003
0.2	24	50	3312320168
0.3	24	50	3524195226
0.4	24	50	3664787435
0.5	24	50	3603967560
0.6	24	50	3791691423
0.7	24	50	3440299338
0.8	24	50	3652478138
0.9	24	50	3415832928

Untuk kedua tabel, total pendapatan tertinggi tabel 12 terletak pada nilai $P_c = 0.5$ dan tabel 13 terletak pada nilai $P_c = 0.6$. Maka dapat disimpulkan jika teori yang menyebutkan $\frac{1}{n}$ merupakan nilai P_m yang tepat adalah terbukti. Dengan $P_m = 0.04$ total pendapatan memiliki jumlah lebih tinggi dibanding $P_m = 0.02$.

Analisis hasil uji coba parameter

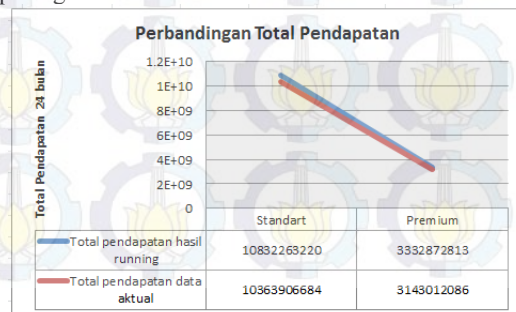
Untuk perbandingan jumlah populasi dapat disimpulkan bahwa sebaiknya jumlah populasi untuk semua jenis kasus tidak dibawah dari 30. Pemilihan jumlah N_{pop} harus disesuaikan dengan jumlah data yang dimiliki agar sebaran hasil *fitness* yang diinginkan merata dan juga menghemat waktu komputasi

Untuk perbandingan nilai P_c pada masing-masing jenis *Crossover* dapat disimpulkan bahwa semakin tingginya nilai P_c maka akan menghasilkan total pendapatan yang lebih tinggi karena sering terjadi pindah silang pada kromosom-kromosom. Akan tetapi, tidak selalu bahwa nilai P_c tinggi maka akan menghasilkan individu yang lebih baik. Aturan *Crossover* adalah menyediakan suatu sifat yang menguntungkan untuk disebar dalam populasi sehingga seluruh populasi dapat memperoleh kesempatan mendapatkan individu yang lebih baik.

Untuk perbandingan nilai P_m yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa tidak selalu nilai P_m yang terlalu besar dapat merusak populasi. Akan tetapi jika nilai P_m dapat diperkirakan dengan tepat berapa nilainya, maka akan memberikan individu yang mungkin lebih baik. Jika peluang mutasi terlalu kecil, akan banyak gen yang mungkin berguna tetapi tidak ikut dievaluasi tetapi juga perlu diperhatikan juga jika peluang mutasi terlalu tinggi maka gen-gen baik mungkin saja akan rusak karena kemiripan dengan induknya yang hilang dan algoritma juga akan kehilangan kemampuan untuk belajar pada histori pencarian yang telah dilakukan.

Analisis hasil keseluruhan

Dari hasil uji coba yang telah dilakukan, ada lebih dari satu solusi optimal yang didapatkan. Maka dari itu dilakukan perhitungan selisih standart deviasi dari hasil komputasi dengan hasil data asli. Perhitungan standart deviasi dilakukan dengan membandingkan total pendapatan yang diperoleh dan harga. Setelah dilakukan perhitungan, maka dapat disimpulkan komposisi parameter yang paling baik untuk menghasilkan total pendapatan optimal untuk 24 bulan pada kategori *Standart Retail* sejumlah Rp 10.832.263.220 adalah $N_{pop} = 50$, $P_c = 0.1$ *single point crossover* dan $P_m = 0.02$. Sedangkan total pendapatan *Standart Retail* data untuk 24 bulan adalah Rp 10.363.906.684. Dan untuk kategori *Premium Retail* komposisi parameter yang paling baik untuk menghasilkan total pendapatan optimal untuk 24 bulan sejumlah Rp 3.332.872.813 adalah $N_{pop} = 50$, $P_c = 0.6$ *single point crossover* dan $P_m = 0.04$. Sedangkan total pendapatan *Premium Retail* data untuk 24 bulan adalah Rp 3.143.012.086 seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini



Komposisi yang memiliki solusi paling optimal dan tepat tidak selalu yang memiliki nilai P_c paling tinggi karena terdapat nilai P_m yang jika digunakan dengan tepat akan menghasilkan solusi paling optimal dan tepat.

Pemilihan komposisi N_{pop} untuk uji coba juga harus disesuaikan dengan berapa data yang dimiliki. Menurut beberapa ahli mengatakan N_{pop} minimal adalah 30. Pemilihan N_{pop} yang terlalu banyak dapat memperlambat waktu komputasi dalam menemukan solusi dan jika N_{pop} terlalu sedikit akan memiliki kemungkinan sedikit juga untuk melakukan pindah silang (Arhami, M. 2006). Dan juga uji coba perlu dilakukan lebih dari satu kali agar hasil paling optimal dapat didapatkan.

V. KESIMPULAN

Adapun beberapa hal yang dapat disimpulkan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Analisis *price elasticity* diperlukan untuk mengetahui respon pelanggan dengan adanya perubahan harga. Hal ini dikarenakan prinsip pada industri perhotelan berbeda dengan prinsip dalam jual beli barang lainnya. Untuk menentukan harga pada industri perhotelan diperlukan analisis berapa banyak kamar hotel yang terjual.
2. Dari beberapa sifat hotel yang memiliki persediaan bersifat tahan lama, kapasitas terbatas, dan segmen pasar adalah *micro-markets*, metode pendiskriminasi harga (*Dynamic Pricing*) untuk tiap kategori pelanggan sangat baik diterapkan pada industri perhotelan.
3. Pengoptimasian *Dynamic Pricing* berdasarkan model permintaan pelanggan menggunakan regresi non-linier eksponensial tepat digunakan agar daya beli pelanggan terhadap jasa tidak berbeda terlalu jauh dengan total pendapatan yang diinginkan perusahaan karena standart deviasi untuk eksponensial adalah sama dengan rata-rata populasi.
4. Total pendapatan optimal untuk 24 bulan pada kategori *Standart Retail* sejumlah Rp 10.832.263.220 dengan $N_{pop} = 50$, $P_c = 0.1$ *Single Point Crossover* dan $P_m = 0.02$. Sedangkan total pendapatan optimal untuk 24 bulan pada kategori *Premium Retail* sejumlah Rp 3.332.872.813 adalah $N_{pop} = 50$, $P_c = 0.6$ *Single Point Crossover* dan $P_m = 0.04$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bitran, G. and Caldentey, R., "An overview of pricing models for revenue management," *Manufacturing Service Operations Management*, vol. 5, no. 3, pp. 203–229, 2003
- [2] D. Goldberg, *Genetic Algorithms in Search, optimization, and Machine Learning*, Addison-Wesley, 1989
- [3] Duvvuri, S. D., Ansari, A., and Gupta, S., "Consumers' price sensitivities across complementary

categories," *Management Science*, vol. 53, no. 12, pp. 1933–1945, 2007

- [4] H. Mühlenbein, G. Paaß, *From recombination of genes to the estimation of distributions: I. binary parameters*, in: H.-M. Voigt, W. Ebeling, I. Rechenberg, H.-P. Schwefel (Eds.), *Parallel Problem Solving from Nature – PPSN IV*, Springer, Berlin, 1996, pp. 178–187
- [5] K.T. Talluri, G.J. van Ryzin, *The Theory and Practice of Revenue Management*, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 2004
- [6] M. Bichler, J. Kalagnanam, K. Katircioglu, A.J. King, R.D. Lawrence, H.S. Lee, G.Y. Lin, Y. Lu, *Applications of flexible pricing in business-to-business electronic commerce*, *IBM Systems Journal* 41 (2) (2002) 287–302
- [7] P. Larrañaga, J.A. Lozano, *Estimation of Distribution Algorithms: A New Tool for Evolutionary Computation*, Kluwer Academic Publishers, 2001
- [8] Phillips RL (2005), *Pricing and revenue optimization*. Stanford University Press, Stanford
- [9] Popescu I, Wu Y (2007) Dynamic pricing strategies with reference effects. *Oper Res* 55(3):413–429
- [10] S. Netessine, R. Shumsky, *Introduction to the theory and practice of yield management*, *INFORMS Transactions on Education* 3 (1) (2002). <http://ite.informs.org/Vol3No1/NetessineShumsky>
- [11] S. Shakya, F. Oliveira, G. Owusu, An application of GA and EDA to dynamic pricing, in: *Proceedings of Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO, 2007)*, ACM, London, UK, 2007, ISBN 978-1-59593-697-4, pp. 585–592.
- [12] S. Shakya, F. Oliveira, G. Owusu, Analysing the effect of demand uncertainty in dynamic pricing with EAs, in: M. Bramer, F. Coenen, M. Petridis (Eds.), *Proceedings of AI-2008, Research and Development in Intelligent Systems XXV*, Springer-Verlag, London, Cambridge, UK, 2008
- [13] Shen ZJM, Su X (2007) Customer behavior modeling in revenue management and auctions: A review and new research opportunities. *Prod Oper Manag* 16(6):713–728
- [14] Y. Narahari, C.V. Raju, K. Ravikumar, S. Shah, *Dynamic pricing models for electronic business*, *Sadhana* 30 (2005) 231–256. Part 2 and 3