

Pengembangan Model *Revenue Risk* Pada Dua Penerbangan Paralel Dengan Mempertimbangkan *Overbooking* dan *Cancellations*

Oki Anita Candra Dewi

Program Studi Teknik Logistik, Universitas Internasional Semen Indonesia
Kompleks PT. Semen Indonesia (Tbk), Jl. Veteran Gresik
oki.dewi@uisi.ac.id

Andhika Eko Prasetyo

Program Studi Manajemen Rekayasa, Universitas Internasional Semen Indonesia
Kompleks PT. Semen Indonesia (Tbk), Jl. Veteran Gresik
andhika.prasetyo@uisi.ac.id

ABSTRAK

*Revenue management berhubungan dengan kebijakan pengelolaan permintaan dalam melakukan estimasi dan menggolongkan berbagai permintaan untuk menentukan harga dan kontrol kapasitas yang tepat, serta seluruh sistem yang dibutuhkan untuk membuat kebijakan pengelolaan permintaan. Penelitian ini mengembangkan model resiko pendapatan untuk dua penerbangan paralel yang dimiliki oleh perusahaan penerbangan yang sama. Kedua penerbangan paralel merupakan suatu kondisi dimana maskapai penerbangan mengoperasikan dua penerbangan pada tanggal keberangkatan yang sama dengan jadwal waktu yang tidak jauh berbeda. Pada kasus ini mendiskusikan tentang resiko kebijakan pendapatan untuk permasalahan alokasi kursi penerbangan dan belum ada yang membahas mengenai resiko kebijakan penerbangan paralel dengan mempertimbangkan *overbooking and cancellations* penumpang. Selain itu, dalam model yang diusulkan, peneliti mempertimbangkan perilaku pilihan penumpang. Resiko dalam hal ini adalah resiko alokasi kursi penerbangan. Penelitian ini menghasilkan model untuk menghitung resiko *seat allocation* yang mempertimbangkan *overbooking* dan memperhatikan perilaku konsumen dalam melakukan *cancellations* pada penerbangan paralel oleh maskapai yang sama dengan menggunakan pendekatan *dynamic programming* dengan membagi kelas berdasarkan harga. Resiko yang dihitung bertujuan untuk mendapatkan probabilitas dari total ekspektasi pendapatan yang diharapkan pada kedua penerbangan paralel tersebut. Peneliti melakukan validasi model dari data penelitian sebelumnya dan melakukan percobaan numerik untuk mengetahui perilaku model.*

Kata kunci— *Airline revenue management, Alokasi kursi penerbangan, Cancellations, Overbooking, Risk management.*

I. PENDAHULUAN

Pengelolaan pendapatan biasa dikenal dengan istilah *yield management* atau *revenue management* yaitu hal-hal berhubungan dengan kebijakan pengelolaan permintaan dalam melakukan estimasi dan menggolongkan berbagai permintaan untuk menentukan harga dan kontrol kapasitas yang tepat, serta seluruh sistem yang dibutuhkan untuk membuat kebijakan tersebut (Tallury and Van Ryzin, 2004). Tujuan utama *revenue management* yaitu memaksimalkan pendapatan. Namun permasalahan yang muncul pada *revenue management* adalah apabila terdapat

permintaan saat ini, permintaan tersebut haruskah dipenuhi sekarang dengan harga yang berlaku saat ini, ataukah ditahan dulu untuk mengantisipasi terjadinya kenaikan harga di masa depan.

Penerapan *Revenue management* banyak dilakukan oleh sejumlah industri baik manufaktur maupun jasa seperti retail, industri mobil, industri semen, maskapai penerbangan dan lain-lain. Penerapan *revenue management* pada maskapai penerbangan dikenal dengan istilah *Airline Revenue Management (ARM)*. ARM sering menjadi perhatian penting bagi maskapai penerbangan karena penerapannya

bisa digunakan untuk mengantisipasi masalah ketidakpastian permintaan di masa depan karena kelebihan persediaan tidak mungkin disimpan dan digunakan pada periode berikutnya sedangkan biaya tetap maskapai sangat tinggi tetapi biaya marginal rendah dengan kapasitas kursi penerbangan yang ditawarkan selalu tetap sesuai dengan jenis pesawat yang digunakan. Luo Li and Ji-Hua (2007) menjelaskan bahwa maskapai penerbangan yang menerapkan ARM pendapatannya meningkat dari 2% sampai 8%. Dunleavy and Philipps (2009) menyebutkan bahwa untuk memaksimalkan total pendapatan diperoleh dari total pendapatan seluruh penumpang untuk seluruh kelas penerbangan sesuai dengan harga masing-masing kelas terhadap jumlah kursi yang terjual di periode kelas tertentu. Kursi penerbangan memiliki karakteristik produk *perishable* yaitu produk yang tidak memiliki nilai sisa jika melewati periode tertentu. Artinya, jika tiket kursi penerbangan tidak terjual sampai pesawat akan berangkat maka pendapatan yang seharusnya diperoleh dari penjualan tiket kursi penerbangan akan hilang dimana jumlah kursi yang tersedia bergantung pada kapasitas pesawat yang digunakan. Subramanian et al., (1999), Lee and Hersh (1993), Luo Li and Ji-hua (2007) membahas ARM tentang jumlah pendapatan sepanjang periode pemesanan pada kondisi penerbangan tunggal. Sedangkan penelitian yang memperhatikan kondisi penerbangan paralel dilakukan oleh Xiao et al., (2008) membahas tentang pengembangan model untuk penerbangan paralel dalam area *dynamic pricing*. Zhang and Cooper (2005) membahas permasalahan tentang *dynamic seat allocation* pada penerbangan paralel pada satu maskapai penerbangan, dan Chen et al., (2010) mengembangkan model untuk mengoptimalkan alokasi kursi pada dua penerbangan paralel. Menurut Rusdiansyah et al. (2010) dua penerbangan paralel adalah suatu kondisi dimana maskapai penerbangan mengoperasikan dua penerbangan pada tanggal keberangkatan yang sama dengan jadwal waktu yang berbeda namun selisih waktu keberangkatannya berdekatan. Selisih waktu berdekatan dalam hal ini adalah waktu yang memungkinkan penumpang dipindahkan ke penerbangan berikutnya dimana jarak antar waktu keberangkatan tersebut tidak memungkinkan penumpang berpindah ke maskapai lain. Rusdiansyah, et al. (2011)

membahas kondisi *overbooking* dengan mengembangkan model *dynamic pricing* yang telah dibuat oleh Xiao (2008). Konsep dari *overbooking* adalah maskapai menjual sejumlah tiket melebihi kapasitas yang tersedia dengan tujuan untuk memperoleh pendapatan dari kursi yang kosong karena *cancellation* (pembatalan). Dengan kata lain, calon penumpang yang sebelumnya tidak mendapat tiket karena seluruh kursi telah terpesan, menjadi memiliki kesempatan untuk mendapatkan kursi dengan catatan selama periode pemesanan terdapat penumpang yang melakukan pembatalan.

Kebijakan *overbooking* memiliki kelemahan dan konsekuensi tersendiri yang dapat merugikan maskapai penerbangan yaitu ketika jumlah penumpang yang datang saat keberangkatan melebihi kapasitas kursi pesawat yang tersedia. Ini menyebabkan beberapa penumpang tidak mendapatkan bagian kursi pada penerbangan yang dipilihnya, sehingga maskapai penerbangan harus memberikan kompensasi tertentu atas kerugian yang mereka alami. Ini juga menjadi kerugian bagi maskapai penerbangan, karena mereka harus mengeluarkan biaya *overbooking penalty* yang besarnya dapat melebihi harga tiket itu sendiri. Karena itu, *risk revenue* perlu memperhatikan batas *overbooking*. Batas *overbooking* yang terlalu rendah belum mampu meningkatkan utilitas pesawat secara optimal. Namun apabila batas *overbooking* yang terlalu tinggi beresiko menyebabkan besarnya biaya *overbooking penalty* yang harus dikeluarkan. Kedua kondisi tersebut bukan kondisi yang akan menyebabkan pendapatan bernilai maksimal.

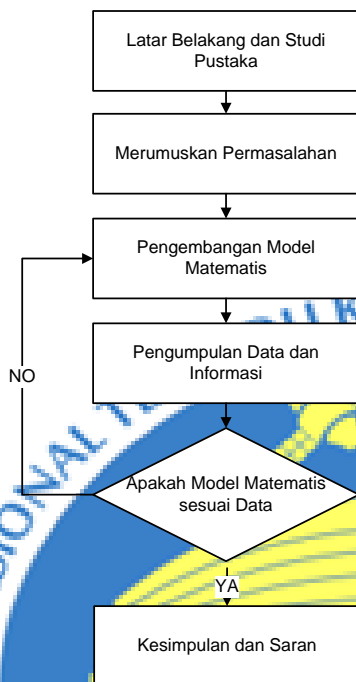
Penelitian tentang *Revenue management* yang mempertimbangkan resiko pertama kali dilakukan oleh Feng and Xiao (1999) yang mempertimbangkan resiko dalam hal penjualan karena perubahan harga. Lebih lanjut Feng and Xiao (2008) mengintegrasikan teori ekspektasi utilitas kedalam *revenue management* untuk mendukung keputusan resiko. Koenig and Meissner (2011a) meminimalkan resiko dari kegagalan target pendapatan yang diinginkan. Dewi et al. (2014) membahas *risk revenue management* pada alokasi kursi menggunakan *value at risk* (VaR) pada penerbangan paralel oleh maskapai yang sama.

Namun penelitian-penelitian sebelumnya belum ada yang membahas tentang minimum resiko kegagalan target pendapatan terhadap

resiko *seat allocation* dan kebijakan *overbooking* yang memperhatikan perilaku konsumen dalam melakukan *cancellation* (pembatalan) pada penerbangan paralel oleh maskapai yang sama.

II. METODOLOGI

Metodologi yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Metodologi penelitian

Tahapan penelitian ini dimulai dengan pencarian latar belakang dan studi pustaka, kemudian melakukan perumusan permasalahan. Tahap selanjutnya adalah pengembangan model revenue risk dua penerbangan paralel yang mempertimbangkan kondisi overbooking dan cancellation penumpang. Setelah itu, dilakukan validasi model dengan cara melakukan percobaan numerik dengan jumlah mencukupi. Untuk menguji kebenaran model ini, digunakan data dari penelitian sebelumnya.

III. PENGEMBANGAN MODEL

Model yang dikembangkan adalah *dynamic programming* untuk permasalahan *revenue risk* dengan menggunakan *target value* pada penerbangan tunggal seperti yang dilakukan oleh Koenig and Meissner (2011a) dan Koenig and Meissner (2011b) dengan menambahkan model dua penerbangan paralel dan *passenger choice behavior* dari Chen et al. (2010). Sebagai ilustrasi dua penerbangan

paralel adalah penerbangan A memiliki jadwal keberangkatan lebih awal dari penerbangan B misalkan pukul 06.00 dan pukul 07.00. Penelitian ini juga menghitung resiko dengan memberikan *target revenue* tertentu.

Passenger choice behavior dalam penelitian ini adalah pengelompokan perilaku penumpang dalam tiga tipe sederhana yaitu penumpang tipe I, II, dan III. Masing-masing penumpang tipe I dan II adalah penumpang yang hanya mau memesan tiket pada penerbangan pertama dan pada penerbangan kedua. Penumpang tipe ini tidak fleksibel dan tidak mau memesan di jadwal penerbangan lainnya. Penumpang tipe III merupakan penumpang yang lebih fleksibel dan mau ditempatkan pada penerbangan pertama maupun penerbangan kedua.

Pendekatan *dynamic programming* dengan membagi kelas penumpang berdasarkan harga, hal ini biasa dikenal dengan istilah *vary price* atau *subclasses*. *Subclasses* yaitu membagi kursi penerbangan yang tersedia di kelas yang sama ke dalam beberapa *subclasses* dengan harga tiket yang berbeda, strategi ini dilakukan untuk memaksimalkan total pendapatan. Contohnya pada kelas ekonomi, maskapai menetapkan beberapa harga untuk ditawarkan pada konsumen. Harga tiket yang berbeda di setiap *subclasses* ini disebut dengan *fare class*. Akibat penerapan *subclasses* tersebut penumpang membayar tiket dengan harga yang berbeda dengan penumpang di *subclasses* lain meskipun jasa yang diterimanya sama. Hal ini tidak menjadi masalah selama harga tiket yang ditetapkan oleh maskapai penerbangan tidak melebihi kemauan membayar konsumen (*customer willingness to pay*). Hal lainnya yang perlu dipertimbangkan juga akibat adanya kebijakan strategi *subclasses* adalah penentuan jumlah proporsi kursi yang berbeda antara kelas harga yang satu dengan lainnya (*seat allocation control*).

Formulasi permasalahan menggunakan variabel state c yang menyatakan jumlah kursi penerbangan yang tersisa dan *stage* n yang menyatakan periode keputusan terjadi sepanjang periode pemesanan. Kebijakan *overbooking* diterapkan pada kedua penerbangan. Apabila terdapat penumpang yang tidak mendapatkan kursi saat keberangkatan, maka maskapai harus membayar sejumlah kompensasi dalam bentuk uang atau voucher penerbangan yang jumlahnya lebih besar dari harga tiket.

Kompensasi ini disebut dengan *overbooking penalty*.

Resiko optimal yang akan dihitung bertujuan untuk mendapatkan probabilitas dari total ekspektasi pendapatan yang diharapkan dari kedua penerbangan paralel tersebut.

A. Formulasi Model

Jenis formulasi dalam penelitian ini adalah model matematika yang bersifat dinamis dan probabilistik. Kapasitas penerbangan dinotasikan dengan C_k dimana k menunjukkan jenis penerbangan, C_1 adalah kapasitas kursi untuk penerbangan 1 dan C_2 adalah kapasitas kursi penerbangan 2. Kapasitas kursi penerbangan yang tersisa dinotasikan dengan c_1 dan c_2 . Setiap penerbangan terdapat m kelas harga. Kelas harga dinyatakan dengan i dimana $i=1,2,\dots,m$. r_i adalah pendapatan bersih dari kelas harga ke i pada penerbangan 1 serta R_i adalah pendapatan bersih dari kelas harga ke i pada penerbangan 2. Secara umum $r_1 > r_2 > r_3 > \dots > r_m$ dan $R_1 > R_2 > R_3 > \dots > R_m$.

B. Notasi Model

Berikut adalah notasi yang digunakan dalam pembuatan model resiko alokasi kursi optimal untuk dua penerbangan paralel yang mempertimbangkan tipe perilaku penumpang dengan memperhatikan variabel dan parameter yang sudah didefinisikan seperti pada Tabel 1.

C. Menentukan Waktu Diskrit

Penelitian ini menggunakan pendekatan waktu diskrit sebagaimana dikembangkan oleh Subramanian et al. (1999) dan digunakan pada penelitian-penelitian lainnya. Waktu diskrit tersebut akan membagi waktu pemesanan kursi penerbangan menjadi periode - periode yang lebih kecil hingga tidak lebih dari satu kejadian atau *event* yang muncul. Dengan asumsi waktu pemesanan untuk penerbangan 1 dan 2 adalah sama, maka horizon waktu tersebut dapat dinyatakan dengan $[0,T]$. Setiap periode yang lebih kecil dinyatakan dengan notasi n atau disebut juga dengan *stage*. Jika N adalah total jumlah periode keputusan, maka periode dinyatakan secara mundur dari N sebagai periode awal dan 0 adalah periode terakhir atau waktu keberangkatan pesawat, sehingga penulisan periode keputusan atau *stage* secara berurutan dinyatakan $n = N, N-1, \dots, 1, 0$.

D. Menentukan Tipe Penumpang

Harga tiket yang ditawarkan pada setiap penerbangan, memberikan kebebasan bagi penumpang dalam memilih jadwal penerbangan dengan harga tiket tertentu sesuai

dengan kebutuhannya. Atas dasar tersebut, penumpang dibagi menjadi beberapa tipe sesuai dengan perilaku dalam memilih jadwal penerbangan. Pada penelitian ini, penumpang dibagi menjadi tiga tipe yaitu:

- Penumpang tipe 1 adalah penumpang yang hanya mau terbang dengan maskapai 1,
- Penumpang tipe 2 yaitu penumpang yang hanya mau terbang dengan maskapai 2,

Tabel 1 Notasi Model

Notasi	Keterangan
m	Jumlah kelas harga
r_i	Pendapatan bersih pada penerbangan 1 di kelas ke i
R_i	Pendapatan bersih pada penerbangan 2 di kelas ke i
j	Tipe penumpang dalam memilih jadwal penerbangan
p_{ji}^n	Probabilitas permintaan pemesanan tipe penumpang j dan kelas harga i pada periode ke n
k	Jumlah penerbangan, $k = 1, 2$
x_k	Jumlah kursi yang terpesan penerbangan ke k
C_k	Jumlah kapasitas penerbangan ke k
N	Total jumlah periode pemesanan
X_N	Target revenue periode N
$V_N^{\pi}(c1, c2, i, X_N)$	minimum resiko kegagalan target level X_N dan kapasitas tersisa c dengan kelas harga ke i
c_k	Kapasitas kursi yang tersisa pada penerbangan ke k
u	Revenue
F_{ki}	Harga tiket pada penerbangan k dan kelas ke i
a	Fungsi indikator $a = 0, 1$
v_k	Jumlah kursi overbooking untuk penerbangan k (<i>overbooking pad</i>)
q_k	Probabilitas pembatalan di penerbangan k
cc_k	Pengembalian untuk pembatalan di penerbangan k (<i>refund</i>)
π_k	Overbooking penalty pada penerbangan k

- Penumpang tipe 3 yaitu penumpang tidak masalah terbang dengan maskapai 1 atau 2 selama harga tiketnya sama atau lebih murah.

E. Menentukan Event Yang Dapat Terjadi Di Setiap Periode Keputusan

Dengan mengembangkan model yang dilakukan oleh Subramanian et al. (1999) yaitu memecah periode waktu ke dalam waktu diskrit yang membagi periode menjadi kecil dimana paling banyak hanya terdapat satu kejadian yang muncul. Kejadian yang mungkin muncul adalah:

1) kedatangan konsumen tipe j dengan memesan kursi penerbangan pada kelas harga ke i , $i = 1, 2, \dots, m$;

Pada saat terjadi permintaan pemesanan, petugas akan menggolongkan permintaan tersebut kedalam tipe penumpang dan memutuskan akan menerima atau menolak permintaan dengan kelas harga i tersebut. Apabila permintaan ditolak maka maskapai tidak memperoleh pendapatan, tetapi apabila diterima maka pendapatn yang diperoleh sebesar $F_i > 0$. Apabila penumpang yang muncul adalah tipe 3 maka maskapai akan menentukan penerbangan mana yang akan digunakan untuk mengakomodasi permintaan tersebut. Pada setiap periode pemesanan, ketiga tipe penumpang dapat muncul maka probabilitas permintaan untuk kelas harga ke i dengan tipe ke j adalah sebagai berikut:

$$\sum_{i=1}^m (p_{1i}^n + p_{2i}^n + p_{3i}^n) \leq 1 \quad (1)$$

2) tidak ada kejadian (null event)

Null event direpresentasikan dengan probabilitas kedatangan penumpang pada kelas ke 0. Probabilitas pada kelas ke 0 dan tipe penumpang j diasumsikan bernilai sama yaitu $p_{1,0}^n = p_{2,0}^n = p_{3,0}^n$ dan jumlah dari ketiga probabilitas tersebut tidak akan lebih dari 1, sehingga:

$$p_{1,0}^n + p_{2,0}^n + p_{3,0}^n \leq 1 \quad (2)$$

3) pembatalan pemesanan

Tingkat pembatalan tergantung pada jumlah total kursi yang terpesan di $stage$ n , bukan jumlah kursi terpesan di tiap kelas i . Oleh karena itu, pada $stage$ n probabilitas pembatalan dapat dinyatakan dengan $q_k(x_k)$ yang nilainya tidak menurun terhadap x , artinya semakin besar jumlah kursi yang terpesan maka kemungkinan pembatalan juga semakin besar, sehingga dapat

dinyatakan dengan $q_k(x_k) = q_k \cdot x_k$ Pada penerbangan paralel, apabila $stage$ yang muncul adalah kejadian pembatalan maka probabilitas pembatalan pemesanan pada penerbangan 1 adalah sebesar $q_1(x_1)$ dan probabilitas pembatalan penerbangan 2 sebesar $q_2(x_2)$, sehingga total probabilitas yang terjadi pada kemungkinan ketiga ini adalah:

$$q_1(x_1) + q_2(x_2) \leq 1 \quad (3)$$

Dari ketiga kemungkinan kejadian, probabilitas pada setiap $stage$ yang hanya dibolehkan terjadi satu event dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\sum_{i=0}^m (p_{1i}^n + p_{2i}^n + p_{3i}^n) + q_1(x_1) + q_2(x_2) = 1 \quad (4)$$

F. Menentukan Revenue Risk dengan Menggunakan Target Value

Pengembangan model yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan *dynamic programming* dengan *backward order* untuk menghitung nilai resiko optimal dari *target revenue* tertentu sepanjang periode n hingga 0. Untuk itu, yang perlu diperhatikan pertama kali adalah kondisi di periode terakhir atau sesaat sebelum keberangkatan ($stage$ $n = 0$). Fungsi objektif dari model adalah untuk meminimalkan total probabilitas dari *failing target revenue* dari keseluruhan sistem sepanjang periode N hingga 0 dan dimulai dari state $c_k = 0$ dimana belum ada kursi yang terpesan di awal periode N . Permasalahan ini diformulasikan sebagai *discrete-time markov decision processes (MDP)*.

Pada model ini menawarkan dua kursi penerbangan dalam satu waktu pemesanan yang sama sehingga pemesanan tersebut dapat terjadi untuk penerbangan 1 atau 2. Namun, karena inisialisasi c_k dimulai dari 0 (nol) di $stage$ N dan paling banyak hanya satu kejadian permintaan pemesanan kursi yang dapat diterima di setiap $stage$ sehingga total kursi yang terpesan di kedua penerbangan tidak lebih dari $N-n$. Karena terdapat 2 penerbangan yang ditawarkan, sehingga $C = c_1 + c_2$ dan C tidak lebih besar dari $N-n$ sehingga $0 \leq C \leq N - n$. Karena model memperhitungkan resiko dari target sehingga perlu menghitung probabilitas dari *failing target revenue* yang mengindikasikan total resiko dan dinotasikan sebagai $V_n^{\pi^*}(c_1, c_2, i, X_n)$ sepanjang periode N hingga 0.

Dengan mengikuti model yang dikembangkan oleh Koenig and Meissner (2011a) dan berdasarkan konsep dari Chen et al. (2010) maka didapatkan rumus probabilitas *failing target revenue* untuk dua penerbangan paralel sebagai berikut:

$$V_0^{\pi^*}((c1, c2, i), X_0) = \begin{cases} 1 & X_0 > 0 \\ 0 & X_0 \leq 0 \end{cases}$$

$$V_n^{\pi^*}((c1, c2, i), X_n) = \min_{a \in (0,1)} \left\{ \left(\sum_{j=0}^k p_{1,j}^{n-1} V_{n-1}^{\pi^*}((c1 - a, c2, j), X_n - aF_{1i}) \right) + \left(\sum_{j=0}^k p_{2,j}^{n-1} V_{n-1}^{\pi^*}((c1, c2 - a, j), X_n - aF_{2i}) \right) + \left(\sum_{j=0}^k p_{3,j}^{n-1} \min \{ V_{n-1}^{\pi^*}((c1 - a, c2, j), X_n - aF_{1i}); V_{n-1}^{\pi^*}((c1, c2 - a, j), X_n - aF_{2i}) \} \right) + \left(\sum_{j=0}^k (q_j * x_j) \right) \right\} \dots (5)$$

G. Validasi Model

Validasi model dilakukan dengan cara melakukan percobaan numerik dengan jumlah yang mencukupi. Untuk menguji kebenaran model yang dikembangkan, data yang digunakan mengacu pada penelitian Dewi, et al. (2014) dan memberikan nilai nol pada variabel baru. Program dirancang dan dijalankan menggunakan VBA excel. Total periode keputusan (*stage*) yang digunakan N=30 dan *target revenue* XN=1200; 1.220; 1.300; 1.400; 1.500

Tabel 2 Hasil validasi model

Target value XN	1.200	1.220	1.300	1.400	1.500
$V_N^{\pi^*}$	0.090	0.108	0.210	0.404	0.654

H. Percobaan Numerik dan Analisa Hasil

Percobaan numerik digunakan untuk menunjukkan hasil perhitungan model dengan parameter-parameter yang telah ditentukan. Model ini menggunakan *backward dynamic programming* yaitu dimulai dari *stage* 0 (saat keberangkatan penerbangan) hingga *stage* N atau saat periode awal pemesanan dimulai. Pada model dilakukan 3 percobaan numerik. Percobaan 1 untuk menguji perilaku model terhadap perubahan nilai *target revenue* dengan parameter lainnya tetap dimana parameter untuk penerbangan 1 dan 2 adalah sama. Percobaan 2 untuk menguji perilaku model terhadap nilai *expected revenue* yang dihasilkan dari perhitungan persamaan yang dikembangkan oleh Chen et al. (2010) terhadap

resiko kegagalan untuk mencapai ekspektasi *revenue* tersebut. Probabilitas pembatalan penumpang pada kedua percobaan mengacu pada penelitian Rurdiansyah et al. (2010) yaitu sebesar $q_1 = q_2 = 0,002$. Kapasitas kursi dari kedua penerbangan C1 = C2 = 5. N periode yang digunakan pada percobaan numerik ini adalah 30 periode. Tiket yang dijual memiliki 4 alternatif harga dan memiliki perbedaan pada masing-masing penerbangan dengan probabilitas berbeda-beda seperti pada Tabel 3 ini.

Tabel 3 Parameter percobaan 1

kelas i	F1(i)	F2(i)	n=0	1<n<=4	5<n<=11	12<n<=18	19<n<=25	26<n<=30
0	0	0	0,33	0,23	0,13	0,2	0,2	0,19
1	200	180	0	0,05	0,05	0,03	0,02	0,03
2	150	140	0	0,05	0,05	0,03	0,02	0,03
3	120	100	0	0	0,05	0,03	0,05	0,05
4	80	70	0	0	0,05	0,03	0,05	0,05

Sumber: Koenig and Meissner (2011a)

Pada percobaan 1 ini, probabilitas kemunculan tipe penumpang (1,2,3) adalah sama seperti pada Tabel 3. Sedangkan pada percobaan 2 probabilitas ketiga tipe penumpang berbeda seperti pada Tabel 4.

Tabel 4 Parameter percobaan 2 dan probabilitas kehadiran penumpang 1, 2 dan 3

kelas i	F1(i)	F2(i)	1<n<=30		
			P1	P2	P3
1	200	125	0,15	0,1	0,05
2	180	85	0,25	0,3	0,1

Sumber: Rusdiansyah et al. (2010)

Pada kasus percobaan numerik 1, parameter *target revenue* X_N diubah-ubah. Resiko kegagalan yang dihasilkan dari perhitungan VBA Ms. Excel sangat berpengaruh terhadap perubahan parameter tersebut. Hasil perhitungan percobaan 1 dapat dilihat pada Tabel 5. Untuk target XN \$1.200 memiliki resiko kegagalan sebesar 11%, sedangkan target \$1.500 memiliki resiko kegagalan sebesar 67,4%.

Tabel 5 Rekap hasil percobaan numerik 1 terhadap kegagalan target revenue XN

Target value XN	1.200	1.220	1.300	1.400	1.500
$V_N^{\pi^*}$	0.110	0.128	0.230	0.424	0.674

Pada percobaan numerik 2, target revenue yang digunakan merupakan hasil ekspektasi pendapatan yang dihitung dari persamaan Chen et al. (2010). Untuk jumlah kapasitas kursi penerbangan C1=C2=5 didapatkan ekspektasi

pendapatan sebesar \$1.542, namun bila jumlah kapasitas kursi di masing-masing penerbangan ditambahkan 1 menjadi $C_1=C_2=6$ dihasilkan nilai ekspektasi sebesar \$1.817

Tabel 6. Rekap hasil percobaan numerik 2 terhadap target revenue \$1542 dan \$1817

Target value XN	1.542	1.817
V_N^{π}	0.322	0.324

Sumber: Perhitungan VBA Ms. Excel

Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa hasil perhitungan nilai resiko kegagalan tidak terlampaui signifikan seperti yang terjadi pada percobaan 1. Pada target revenue \$1.542 resiko yang akan dihadapi dalam mencapai target tersebut sebesar 32,2%, sedangkan target \$1.817 sebesar 32,4%. Hal ini berarti nilai probabilitas dari parameter yang digunakan juga berpengaruh terhadap resiko kegagalan memenuhi target revenue.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah mengembangkan risk revenue untuk dua penerbangan paralel pada maskapai yang sama dengan mempertimbangkan overbooking dan cancellation. Penelitian ini juga memperhatikan tiga tipe penumpang dalam memilih penerbangan. Hasil dari validasi model menunjukkan kebenaran dari model yang telah dikembangkan.

Dari hasil percobaan numerik yang telah dilakukan, nilai resiko kegagalan target revenue dipengaruhi oleh perubahan XN dan probabilitas parameter yang digunakan.

Penelitian selanjutnya akan dikembangkan dengan menambahkan variabel no-show penumpang dan resiko kebijakan optimal value at risk pada tingkat kepercayaan tertentu

DAFTAR PUSTAKA

Belobaba, P. P. 1989. Application of a probabilistic decision model to airline seat inventory control. *Operations Research*, 37, 183–197.

Chen, S., Gallego, G., Li, M. Z. F. & Lin, B. 2010. Optimal seat allocation for two-flight problems with a flexible demand segment. *European Journal of Operational Research*, 201, 897-908.

Curry, R. E. 1990. Optimal airline seat allocation with fare classes nested by origins and destinations. *transportation Science*, 24,193-204.

Dan Zhang & Cooper, W. L. 2005. Revenue management for paralel flight with customer

choice behavior. *Operation reasearch*, vol. 53 no.3 pp. 415-431.

Dewi, Oki Anita C., Rusdiansyah, Ahmad., Wessiani, Naning A. 2014. Modeling Value At Risk (Var) Policies For Two Parallel Flights Owned By The Same Airline. *International Conference on Operations and Supply Chain Management*, 6th,584-593.

Dunleavy H & Philipps, G. 2009. The future of airline revenue management. *Journal or revenue management*.

Feng, Y. & Xiao, B. 1999. Maximizing revenues of perishable assets with a risk factor. *Operations Research*, 47(2) 337–341.

Feng, Y. & Xiao, B. 2008. A risk-sensitive model for managing perishable products. *Operations Research*, 56(5) 1305–1311.

Harper, D. *Introduction to Value at Risk (VaR)*, Investopedia, 2004, URL: www.investopedia.com.

Jorion, P. 2006. *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*, McGraw-Hill.

Koenig, M. & Meissner, J. 2011a. Risk Minimizing Strategies for Revenue Management Problems with Target Values. *Management*.

Koenig, M. & Meissner, J. 2011b. Value-At-Risk Optimal Policies for Revenue Management Problems. *Management*.

Lancaster, J. 2003. The financial risk of airline revenue management. *Journal of Revenue and Pricing Management*, 2(2) 158–165.

Lee, T. C. & Hersh, M. 1993. A Model for dynamic airline seat inventory control with multiple seat bookings. *transportation science*, 27(3) 252-265.

Littlewood, K. 1972. Forecasting and control of passenger bookings. *AGIFORS Symposium Proceedings*, 12, 103-105.

Luo Li & Ji-Hua, P. 2007. Dynamic Pricing Model for Airline Revenue Management under. *English*, 27.

Rothstein, M. 1971. An Airline Overbooking Model. *Transportation Science*, Vol. 5, No. 2, pp. 180-192.

Rusdiansyah, A., Wessiani, N. A., Pradana, H. & Mariana, D. 2010. Joint Dynamic Pricing Model for Two Parallel Flights Considering Overbooking, Cancellations, and No-Show Customers. *Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.8, 2011.

Subramanian, J., Stidham, J. R. & Lauthenbacker, C. J. 1999. Airline yield management with overbooking, cancellation, and no show. *transportation science*, vol. 33 no. 2.

Suzuki, Y. 2006. Net Benefit of Airline Overbooking. *Transportation Research*, Part E no. 42 . 1-19.

- Tallury, K., T., & Van Ryzin G. 2004. *The theory and practice of revenue management.*, Boston, kluwer academic publisher.
- Weatherford, L. R. 2004. EMSR versus EMSU: Revenue or utility? *Journal of Revenue and Pricing Management*, 3(3) 277–284.
- Xiao, Y.-B., Chen Jian & Ling, X. 2008. Joint Dynamic Pricing for two parallel flights based on passenger choice behavior. *System Engineering Theory & practice*, vol. 28 pp. 46-55.
- Zhang, D. & Cooper, W. L. 2005. Revenue management for paralel flight with customer choice behavior. *Operation reasearch*, vol. 53 no.3 pp. 415-431.

