

ANALISIS STRATEGI PERPANJANGAN GARANSI DALAM PENINGKATAN PROFIT YANG MAKSIMAL BAGI PRODUSEN DAN RETAILER

Lukman Junaedi¹, Awalludiyah Ambarwati²

Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Narotama^{1,2}

e-mail: lukman.junaedi@narotama.ac.id¹, ambarwati1578@yahoo.com²

ABSTRACT

Warranty is part of the after sales service as a guarantee to the customer of the product purchased. It also contributes to increased profits for manufacturers and retailers who sell the products. The length of warranty period can be used as benchmark for measuring product quality. Provision of warranties incurs additional costs for manufacturers and retailers, where additional costs can be include with product prices or exclude from product prices. Research aims is to analyze the warranty extension strategy to maximizing profit for producers and retailers. The research method is used a warranty model consist of two level supply chain model which adopted from Bian Model. Warranty extension strategy by manufacturer is to offer a basic warranty to customer with the free replacement warranty type, which means manufacturer will replace the defective product during the warranty period. While retailer is offering several warranty options for customer as warranty extension strategy. The results of warranty extension strategy analysis indicate that free replacement warranty with warranty cost exclude from product prices provides optimal profit for retailers and manufacturer.

Keyword: *After sales service, extended warranty strategy.*

ABSTRAK

Garansi merupakan bagian dari *after sales service* (layanan purna jual) berupa jaminan untuk *customer* terhadap produk yang dibeli. Garansi juga memberikan kontribusi peningkatan profit bagi produsen dan retailer yang menjual produk tersebut. Jangka waktu garansi dapat dijadikan landasan mengukur kualitas suatu produk. Pemberian garansi menimbulkan tambahan biaya bagi produsen maupun retailer, dimana tambahan biaya bisa digabung dengan harga produk atau terpisah dengan harga produk. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisa strategi perpanjangan garansi dalam peningkatan profit yang maksimal bagi produsen dan retailer. Metode penelitian dilakukan dengan membangun sebuah model garansi dua level *supply chain* yang diadopsi dari Model Bian. Strategi perpanjangan garansi yang dilakukan produsen berupa menawarkan garansi dasar kepada *customer* dengan jenis garansi *Free Replacement Warranty*, yaitu produsen mengganti produk rusak selama masa garansi. Sedangkan strategi perpanjangan garansi yang dilakukan oleh retailer berupa penawaran beberapa pilihan garansi untuk *customer*. Hasil analisis model strategi perpanjangan garansi menunjukkan bahwa strategi yang memberikan profit optimal bagi retailer dan produsen adalah pemberian perpanjangan garansi dengan jenis garansi *Free Repairment Warranty* dengan biaya garansi terpisah dari harga produk.

Kata kunci: Layanan Purna Jual, Strategi Perpanjangan Garansi

PENDAHULUAN

Di era persaingan yang sangat ketat ini, perusahaan selaku produsen yang memproduksi suatu produk dan retailer yang mendistribusikan produk tersebut sampai ke tangan pelanggan jika ingin tetap bertahan dan bersaing serta ingin mengembangkan bisnisnya, harus mampu menerapkan strategi yang tepat untuk dapat menarik lebih banyak customer, supaya siklus perputaran barang bisa lebih meningkat dan menciptakan perubahan yang signifikan dalam peningkatan profit. Kepuasan pelanggan terhadap suatu produk tidak dinilai dari sisi harga saja, tetapi juga dilihat dari segi layanan purna jual dari produk yang dibelinya, sehingga pelanggan mulai selektif dalam memilih produk. Dalam keputusan pembelian suatu produk, pelanggan

biasanya membandingkan karakteristik model dengan merek bersaing yang sebanding. Ketika merek pesaing hampir identik, sangat sulit dalam banyak hal untuk memilih produk tertentu semata-mata berdasarkan karakteristik produk yang terkait seperti harga produk, fitur khusus, kualitas atau keandalan produk yang dirasakan, serta pembiayaan yang ditawarkan oleh produsen. Sehingga dalam situasi seperti itu, Garansi adalah salah satu faktor penting setelah pelanggan melakukan pembelian, selain ketersediaan suku cadang, biaya perawatan, dan sebagainya yang ditambahkan pada pilihan produk [1]

Tidak hanya produsen maupun retailer, dari sisi konsumen juga mendapatkan manfaat dari adanya garansi, untuk melindungi pelanggan dari produk yang cacat, dan bagi produsen, garansi membatasi klaim yang tidak rasional dari konsumen. Penerapan garansi produk yang tepat telah memainkan peran kunci sukses bagi produsen maupun retailer, khususnya produsen yang menghasilkan produk tahan lama (*durable product*) seperti produk elektronik, produk komputer, produk mesin atau alat berat. Pelanggan mungkin tidak memiliki kemampuan untuk menilai kualitas suatu produk secara langsung, sehingga masa berlakunya garansi bisa dijadikan sebagai sinyal terhadap kualitas produk yang lebih tinggi, dan memiliki layanan yang lebih baik [2]

Penelitian ini akan mengukur dampak terhadap penerapan strategi perpanjangan garansi yang diberikan oleh dua retailer yang berbeda dengan produsen yang sama selaku pemberi garansi dasar kepada pelanggan, dengan metode pengembangan model strategi garansi Bian [3] dan Esmaeili [4]. Strategi perpanjangan garansi yang dilakukan produsen berupa menawarkan garansi dasar kepada pelanggan dengan jenis garansi *Free Replacement Warranty*. Untuk kedua retailer memberikan penawaran pilihan perpanjangan garansi kepada pelanggan; strategi yang pertama memberikan perpanjangan garansi dengan jenis garansi *Free Repairment Warranty*, dengan biaya garansi dibundel dengan harga produk; strategi kedua tidak memberikan perpanjangan garansi; dan strategi ketiga dengan biaya garansi ditawarkan terpisah dari harga produk dengan jenis garansi *Free Repairment Warranty*. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan saran dalam hal operasional manajerial baik bagi produsen maupun retailer dalam meningkatkan profit.

TINJAUAN PUSTAKA

Biaya Garansi

Biaya garansi tergantung pada panjang garansi dengan mengambil kuadrat dari panjang garansi [5]. Sehingga untuk produk *i*, persamaan biaya garansi dasar dari produsen didefinisikan sebagai berikut:

$$C_{bi} = C_{mi} t_{bi}^2, \quad i = 1,2 \quad \dots\dots(1)$$

Sedangkan persamaan biaya garansi dari retailer:

$$C_{ei} = C_{ri} ((t_{bi} + t_{ei})^2 t_{bi}^2) \quad i = 1,2 \quad \dots\dots(2)$$

Tabel 1. Notasi Parameter Model Bian

Notasi	Deskripsi
NW	Garansi tidak diperpanjang
EW	Garansi diperpanjang
W_i	Harga grosir dari produsen untuk produk <i>i</i> (<i>i</i> = 1,2)

P_i	Harga retail dari <i>retailer</i> untuk produk i ($i = 1,2$)
t_{bi}	Panjang garansi dari produsen untuk produk i ($i = 1,2$)
t_{ei}	Perpanjangan garansi diberikan oleh retail untuk produk i ($i = 1,2$)
α	Ukuran pasar awal
γ	Ukuran sensitivitas <i>customer</i> terhadap panjang garansi
θ	Substitutability terhadap 2 produk yang berbeda
C_{mi}	<i>Cost efficiency</i> dari manufaktur
C_{ri}	<i>Cost efficiency</i> dari <i>retailer</i>
C_{bi}	Total biaya dari garansi produsen untuk produk i ($i = 1,2$)
C_{ei}	Total biaya dari perpanjangan garansi <i>retailer</i> untuk produk i ($i = 1,2$)
D_i	<i>Demand customer</i> untuk produk i ($i = 1,2$)

Pada model (1) dan (2) parameter C_{mi} dan C_{ri} ($i = 1, 2$) merupakan efisiensi biaya dari produsen dan *retailer*, yang dimana semakin tinggi nilai dari C_{mi} dan C_{ri} ($i = 1, 2$) maka menandakan biaya garansi dari produsen dan *retailer* semakin meningkat.

Model Skenario Garansi Dari Produsen Dan Retailer Dengan Ketiga Strategi Yang Diterapkan

persamaan demand i didefinisikan sebagai berikut [6]:

$$D_i = \alpha + \gamma \left((t_{bi} + t_{ei}) - \theta(t_{bj} + t_{ej} - t_{bi} - t_{ei}) \right) - P_i + \theta(P_j - P_i) \quad i, j \ 1,2 \quad \dots\dots(3)$$

Untuk persamaan fungsi tujuan profit adalah sebagai berikut:

$$MAX \pi_{NW}^m(w_1, w_2, t_{b1}, t_{b2}) = (w_1 - C_{m1} t_{b1}^2) D_1 + (w_2 - C_{m2} t_{b2}^2) D_2 \quad \dots\dots(4)$$

kedua *retailer* secara bersamaan menentukan harga *retailer* p_i dan garansi yang diperpanjang t_{ei} dari produk i ($i = 1, 2$)

Dalam skenario ini, setelah produsen harga grosir w_i , panjang garansi dasar t_{bi} untuk produk i ($i = 1, 2$), kedua *retailer* secara bersamaan menentukan harga *retailer* p_i dan garansi yang diperpanjang t_{ei} dari produk i ($i = 1, 2$) dengan persamaan demand (1) *retailer* menghitung profit keuntungan adapaun persamaannya sebagai berikut:

$$MAX \pi_{TW}^1(p_1, t_{e1}) = (p_1 - C_{r1}((t_{b1} + t_{e1})^2 t_{b1}^2) - w_1) D_1 \text{ untuk } \textit{retailer} \ 1 \quad \dots\dots(5)$$

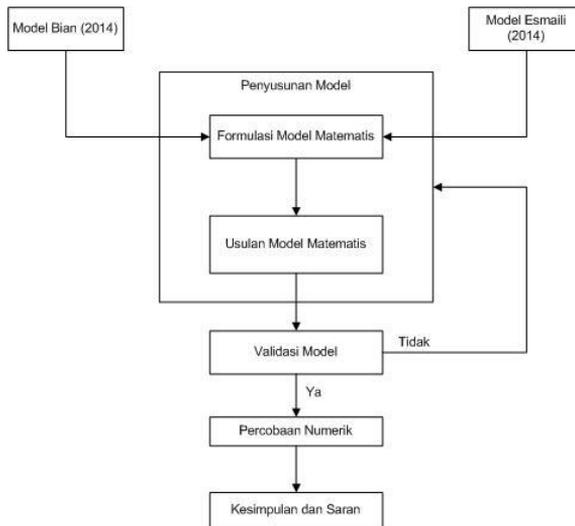
$$MAX \pi_{TW}^2(p_2, t_{e2}) = (p_2 - C_{r2}((t_{b2} + t_{e2})^2 t_{b2}^2) - w_2) D_2 \text{ untuk } \textit{retailer} \ 2 \quad \dots\dots(6)$$

Retailer tidak memperpanjang garansi dari produk. Sehingga tidak membebankan biaya garansi terhadap *retailer*.

$$MAX \pi_{NW}^m(P_1) = (P_1 - w_1) D_1 \text{ untuk } \textit{retailer} \ 1 \quad \dots\dots(7)$$

$$MAX \pi_{NW}^m(P_2) = (P_2 - w_2) D_2 \text{ untuk } \textit{retailer} \ 2 \quad \dots\dots(8)$$

METODE



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Penyusunan Model

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah model garansi dua level supply chain dengan melakukan pengembangan model yang dilakukan Bian dan Model Esmaili. Model yang coba diusulkan adalah model matematis, pada model matematis ditekankan pada kuantifikasi kondisi sistem yang disimbolkan dalam bentuk notasi. Pada model matematis inilah yang akan dijadikan dasar untuk pencarian solusi optimum. Model matematis dalam penelitian ini disusun oleh beberapa hal, seperti ekspektasi kerusakan, biaya reaktivikasi, dan fungsi demand.

Percobaan Numerik

Percobaan numerik yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan skema sentralisasi dalam pengambilan keputusan dan memiliki tujuan untuk memaksimalkan keuntungan secara supply chain keseluruhan.

Pengembangan Model

Notasi parameter yang digunakan dalam penyusunan model penelitian ini merupakan pengembangan dari model Bian dan Esmaili adalah sebagai berikut:

- t_b = Panjang garansi dari produsen
- t_{ei} = Perpanjangan garansi diberikan oleh retail untuk produk i ($i = 1,2$)
- P_0 = Harga Wholesale dari produsen
- P_i = Harga produk untuk produk i ($i = 1,2$)
- p_{ext} = Harga biaya garansi yang tidak dibundel dengan produk
- C_{rpi} = Biaya reaktivikasi produk dari produsen
- C_{rri} = Biaya reaktivikasi produk dari retailer untuk produk i ($i = 1,2$)
- C_p = Biaya produksi
- C_r = Biaya Perbaikan
- C_s = Salvage value
- $E(N)$ = Ekspektasi Jumlah kegagalan dari produk
- λ_0 = Tingkat kegagalan produk

- α = Intitial market size
- γ = preferensi customer terhadap panjang garansi
- θ = Tingkat kompetisi kedua retailer
- τ = preferensi customer terhadap membeli biaya garansi tambahan

Biaya garansi dalam penelitian ini dapat diperkirakan dari ekspektasi jumlah klaim selama periode waktu tertentu. Dengan mengalikan biaya reaktivikasi dengan ekspektasi jumlah kegagalan dalam selang waktu tertentu. Oleh karena itu, untuk produk i , persamaan biaya garansi dasar dari produsen didefinisikan sebagai berikut:

$$C_{wpp} = (C_p - S_v)E(N_1) \quad \dots\dots(9)$$

persamaan biaya garansi untuk perpanjangan garansi yang dilakukan oleh *retailer* adalah sebagai berikut:

$$C_{wr1i} = C_{r1i}E(N_2) \quad i = 1,2 \text{ Untuk strategi satu} \quad \dots\dots(10)$$

$$C_{wr3i} = C_{r3i}E(N_2) \quad i = 1,2 \text{ Untuk strategi tiga} \quad \dots\dots(11)$$

Dengan persamaan ekspektasi jumlah kerusakan produk sebagai berikut:

$$E(N_1) = \frac{1}{2}\lambda_0(t_{bi})^2 \quad \dots\dots(12)$$

$$E(N_2) = \frac{1}{2}\lambda_0(t_{ei} - t_{bi})^2 \quad \dots\dots(13)$$

Langkah selanjutnya adalah menentukan *demand customer*, Pada penelitian Liu *demand customer* tergantung pada harga produk dan total panjang garansi, yaitu, jumlah dari panjang dasar garansi dan garansi yang diperpanjang [5]. *demand customer* D_i untuk *retailer* i meningkat dalam total panjang garansi produk i ($t_{bi} + t_{ei}$) dan harga produk kompetitor (*retailer* j) dengan harga *retailer* p_j . Persamaan demand dengan strategi satu yaitu *retailer* memperpanjang masa garansi, dari produk 1 dan produk 2.

$$D_1 = \alpha + \gamma((t_{b1} + t_{e1}) - \theta(t_{b2} + t_{e2} - t_{b1} - t_{e1})) - P_1 + \theta(P_2 - P_1) \quad \dots\dots(14)$$

$$D_2 = \alpha + \gamma((t_{b2} + t_{e2}) - \theta(t_{b1} + t_{e1} - t_{b2} - t_{e2})) - P_2 + \theta(P_1 - P_2) \quad \dots\dots(15)$$

Untuk persamaan demand strategi dua yaitu *retailer* tidak memperpanjang garansi.

$$D_1 = \alpha + \gamma(t_{b1} - \theta(t_{b2} - t_{b1})) - P_1 + \theta(P_2 - P_1) \quad \dots\dots(16)$$

$$D_2 = \alpha + \gamma(t_{b2} - \theta(t_{b1} - t_{b2})) - P_2 + \theta(P_1 - P_2) \quad \dots\dots(17)$$

Untuk persamaan demand strategi empat yaitu *retailer* memperpanjang garansi dengan biaya garansi tidak dibundel dengan produk adalah sebagai berikut:

$$D_1 = \alpha + \gamma((t_{b1} + t_{e1}) - \theta(t_{b2} + t_{e2} - t_{b1} - t_{e1})) - P_1 + \theta(P_2 - P_1) + \theta(p_{ext2} - p_{ext1}) \quad \dots\dots(18)$$

$$D_2 = \alpha + \gamma((t_{b2} + t_{e2}) - \theta(t_{b1} + t_{e1} - t_{b2} - t_{e2})) - P_2 + \theta(P_1 - P_2) + \theta(p_{ext1} - p_{ext2})$$

.....(19)

Persamaan profit dari produsen adalah sebagai berikut:

$$MAX \pi_m(P_0) = \left(P_0 - C_p - ((C_p - P_s)E(N_1)) \right) \left(\alpha + \gamma((t_{b1} + t_{e1}) - \theta(t_{b2} + t_{e2} - t_{b1} - t_{e1})) - P_1 + \theta(P_2 - P_1) + \left(\alpha + \gamma((t_{b2} + t_{e2}) - \theta(t_{b1} + t_{e1} - t_{b2} - t_{e2})) - P_2 + \theta(P_1 - P_2) \right) \right)$$

(20)

Persamaan profit dari *retailer* dengan strategi satu adalah sebagai berikut:

$$MAX \pi_{r11}(p_1) = (p_1 - ((C_r) \frac{1}{2} \lambda_0 (t_{ei} - t_{bi})^2) - P_0) \alpha + \gamma((t_{b1} + t_{e1}) - \theta(t_{b2} + t_{e2} - t_{b1} - t_{e1})) - P_1 + \theta(P_2 - P_1)$$

untuk retailer 1(21)

$$MAX \pi_{r21}(p_2) = (p_2 - ((C_r) \frac{1}{2} \lambda_0 (t_{ei} - t_{bi})^2) - P_0) \alpha + \gamma((t_{b2} + t_{e2}) - \theta(t_{b1} + t_{e1} - t_{b2} - t_{e2})) - P_2 + \theta(P_1 - P_2)$$

untuk retailer 2(22)

Persamaan profit dari retailer dengan strategi dua adalah sebagai berikut:

$$MAX \pi_{r13}(P_1) = (P_1 - P_0) \alpha + \gamma(t_{b1} - \theta(t_{b2} - t_{b1})) - P_1 + \theta(P_2 - P_1)$$

untuk retailer 1(23)

$$MAX \pi_{r23}(P_2) = (P_2 - P_0) \alpha + \gamma(t_{b2} - \theta(t_{b1} - t_{b2})) - P_2 + \theta(P_1 - P_2)$$

untuk retailer 2(24)

Pada model ini mempunyai fungsi pembatas sebagai berikut:

- Harga jual retail lebih besar dari harga *wholesale*
 $P_i > P_0 \quad i = 1,2$ (25)

- Demand tidak boleh bernilai negatif
 $D > 0$ (26)

- Harga *wholesale* harus lebih besar dari unit *production cost*
 $P_0 > C_p \quad i = 1,2$ (27)

Persamaan profit dari retailer dengan strategi tiga adalah sebagai berikut:

$$MAX \pi_{r14}(p_1) = (p_1 + t_{p_{ext}} - (t(C_r) \frac{1}{2} \lambda_0 (t_{ei} - t_{bi})^2) - P_0) \alpha + \gamma((t_{b1} + t_{e1}) - \theta(t_{b2} + t_{e2} - t_{b1} - t_{e1})) - P_1 + \theta(P_2 - P_1) + \theta(p_{ext2} - p_{ext1})$$

untuk retailer 1(28)

$$MAX \pi_{r24}(p_2) = (p_2 + t_{p_{ext}} - (t(C_r) \frac{1}{2} \lambda_0 (t_{ei} - t_{bi})^2) - P_0) \alpha + \gamma((t_{b1} + t_{e1}) - \theta(t_{b2} + t_{e2} - t_{b1} - t_{e1})) - P_1 + \theta(P_2 - P_1) + \theta(p_{ext2} - p_{ext1})$$

untuk retailer 2(29)

Fungsi pembatas pada model strategi empat antara lain:

- Batasan harga jual tertinggi dan terendah
 $p_0 \geq C_p * C_w * 1.1$ (30)

- $p_0 \leq 5$ (31)

- $P_1 \leq 15$ (32)

- $P_2 \leq 15$ (33)

- Batasan harga Pext terhadap harga jual produk
 $p_{ext1} \leq 0.10 p_1$ (34)

- $p_{ext2} \leq 0.10 p_2$ (35)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan Numerik Parameter Model

Dalam percobaan numerik pada model yang dilakukan, diperlukan sejumlah parameter. Parameter yang digunakan diperlukan set yang berbeda untuk 3 strategi yang digunakan dalam

penelitian ini. Parameter yang akan digunakan dalam percobaan numerik akan ditunjukkan pada tabel 2 berikut ini:

Tabel 2 Parameter Model

Persamaan		Demand			Retailer 1			Retailer 2			Produsen			
Parameter		a	γ	θ	Cr	λ_0	te1	Cr2	λ_0	te2	Cp	Cs	λ_0	tb
Strategi	Satu	20	0.5	0.5	0.8	0.6	1.5	0.8	0.6	1.6	1.2	0.4	0.6	1
	Dua	20	0.5	0.5	-	-		-			1.2	0.4	0.6	1
	Tiga	20	0.5	0.5	0.8	0.6	1.5	0.8	0.6	1.6	1.2	0.4	0.6	1

Pada penelitian ini dalam pencarian solusi optimal dari model, dilakukan dengan skema sentralisasi. Pada sentralisasi pengambilan keputusan memiliki tujuan untuk memaksimalkan keuntungan secara *supply chain* keseluruhan. Dalam skema sentralisasi, produsen dan kedua retailer menentukan *wholesale* dan harga jual produk secara simultan atau bersama-sama dengan strategi garansi yang optimum.

Set parameter dilakukan berbeda antara retailer satu, dengan retailer dua. Hal ini bertujuan untuk meneliti lebih lanjut apakah. Panjang garansi mempengaruhi harga, demand dan profit semua pemain dalam *supply chain*. Dapat dilihat pada Tabel 5.1 set parameter pada retailer dua di set memiliki panjang garansi lebih lama, dengan harga terpaut 10% dari harga produk pada retailer satu.

Percobaan Numerik

Solusi optimum skema sentralisasi, akan ditampilkan sebagai berikut

Tabel 3 Solusi Optimal Skema Sentralisasi

Persamaan		Retailer 1			Retailer 2			Produsen			SC
Parameter		P_1	D_1	π_1	P_2	D_2	π_2	P_0	D	π_p	π_{SC}
Strategi	Satu	11.4	9.88	63	11.5	9.82	63	4.97	19.7	69.64	195.3
	Dua	11.0	9.54	57	11.0	9.54	57	4.96	19.0	67.03	181.6
	Tiga	11.3	9.91	68	11.4	9.86	69	4.99	19.8	70.29	207.2

Berdasarkan hasil optimasi yang terangkum dalam Tabel 3, dapat dijelaskan sebagai berikut: Profit *supply chain* pada strategi tiga yaitu perpanjangan garansi yang diberikan retailer dengan jenis garansi *Free Repairment Warranty*, yaitu biaya garansi tidak dibandel dengan harga produk memiliki nilai lebih besar dari strategi satu dan strategi dua, dengan profit sebesar 207.2. sementara profit *supply chain* strategi satu memiliki nilai profit sebesar 195.3, dan strategi dua memiliki nilai profit sebesar 181.6.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Model strategi tiga menghasilkan profit *supply chain* lebih besar daripada profit *supply chain* dengan strategi satu maupun strategi dua..

- b. Profit produsen paling tinggi dihasilkan saat a retailer menggunakan strategi tiga
- Adapun, saran yang dapat diajukan untuk penelitian selanjutnya adalah:
- a. Melakukan pengembangan model demand yang bersifat stokastik.
 - b. Melibatkan aspek parameter lain dalam model seperti mempertimbangkan quantity dan inventory.
 - c. Menambah pemain dalam supply chain yang terlibat seperti penambahan jumlah produsen maupun retailer.
 - d. Melibatkan unsur utilitas customer dalam pemilihan strategi garansi. Hal ini berguna untuk sejauh mana mengetahui kepuasan customer terhadap strategi garansi yang dipilih

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. N. P. Murthy and I. Djameludin, "New product warranty: A literature review," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 79, no. 3, pp. 231–260, 2002.
- [2] D. Murthy, "Product warranty logistics: Issues and challenges," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 156, no. 1, pp. 110–126, Jul. 2004.
- [3] Y. Bian, S. Yan, W. Zhang, and H. Xu, "Warranty strategy in a supply chain when two retailer's extended warranties bundled with the products," *J. Syst. Sci. Syst. Eng.*, vol. 24, no. 3, pp. 364–389, Sep. 2015.
- [4] M. Esmaeili, N. Shamsi Gamchi, and E. Asgharizadeh, "Three-level warranty service contract among manufacturer, agent and customer: A game-theoretical approach," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 239, no. 1, pp. 177–186, Nov. 2014.
- [5] K. Li, S. Mallik, and D. Chhajed, "Design of Extended Warranties in Supply Chains under Additive Demand," *Prod. Oper. Manag.*, vol. 21, no. 4, pp. 730–746, Jul. 2012.
- [6] Z. (Leo) Liu, T. D. Anderson, and J. M. Cruz, "Consumer environmental awareness and competition in two-stage supply chains," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 218, no. 3, pp. 602–613, May 2012.