

PENGGUNAAN MODEL PELUANG BAYESIAN UNTUK ANALISIS FORENSIK PEMASARAN: KONSEP TEORITIS DAN APLIKASI DATA HIPOTETIK

Victor PH Nikijuluw

Executive Secretary of the National Coordinating Committee The Coral Triangle Initiative (NCC-CTI)
Email: victornikijuluw@gmail.com

Abstract: Bayesian probability model has been extensively used in other fields, but not in economics. Yet, the model can exerted to trace previous events based on the previous (prior) information augmented with new information collected after the events. Considering the availability of information, the model can be used in the fields of marketing and production, especially as an attempt to find out wrongness or mistake committed beforehand by an economic entity. It may be considered as a tool or approach in conducting forensic analysis from the economic perspective. The paper explains Bayesian analysis framework and its application in three hypothetical cases. The paper concluded that the model has an opportunity to be applied in marketing field. Nevertheless, it should be applied in the real cases in order to find out whether it really improves decision-making process. Researches on the use of the model are strongly recommended.

Keywords: Marketing Forensic. Bayesian Probability

PENDAHULUAN

Meskipun konsep "Bayesian Statistics" sudah diperkenalkan sejak tahun 1763, pemanfaatan dan penggunaannya dalam ekonomi belum begitu banyak berkembang. Memperhatikan konsep Bayesian Probability (peluang menurut Bayesian), sesungguhnya pendekatan ini berpeluang untuk digunakan dalam analisis pemasaran dan produksi, khususnya dalam analisis forensik.

Hingga tahun 1980, penggunaan konsep Bayesian pada studi pemasaran dinilai tidak praktis (Rossi and Allenby, 2003). Hal ini disebabkan karena penggunaan teknik komputer dalam analisis data yang belum berkembang pada saat itu. Sejak tahun 1980an, penggunaan program dan analisis komputer yang luas dalam masyarakat, mendorong perkembangan model atau konsep Bayesian.

Proses pengambilan keputusan (*decision-making*) dengan menggunakan konsep Bayesian sudah diaplikasikan pada penelitian tentang bauran pemasaran (*marketing mix*) (Render, et al. 2012; Alderson and Green, 1964). Keputusan diambil oleh penentu kebijakan (*decision-maker*) dengan mempertimbangkan peluang kejadian (*probability of events*) yang menghasilkan alternatif tingkat keuntungan dalam kondisi ketidakpastian. Liu and Shang (2012) menyimpulkan bahwa pendekatan Bayesian yang fokus pada pemanfaatan peluang posterior (peluang setelah penambahan informasi baru) akan sangat mempengaruhi keputusan pengambilan keputusan.

Tulisan ini fokus pada analisis forensik ekonomi pada kejadian-kejadian bidang ekonomi, khususnya pemasaran. Forensik ekonomi didefinisikan sebagai aplikasi ilmu ekonomi dalam hal deteksi dan kuantifikasi bahaya atau masalah yang muncul dalam proses ekonomi sebagai akibat perilaku organisasi yang memungkinkan terjadi litigasi atau proses hukum lainnya (Fisman, and Wei, 2007; Genesove, and Mullin, 2001). Dalam bidang pemasaran, analisis forensik dilakukan misalnya untuk menelusuri proses pemasaran yang terjadi, sejak proses produksi, distribusi, hingga mencapai produk yang dihasilkan digunakan oleh konsumen. Hal ini berarti bahwa suatu kejadian penting dalam pemasaran telah terjadi dan seterusnya bagaimana kejadian tersebut ditelusuri.

Teknik dan prinsip forensik dalam pemasaran berarti bahwa dengan bukti-bukti yang ada, bagaimana suatu tindakan atau proses yang sudah terjadi ditelusuri. Dengan dipastikannya tindakan atau proses tersebut maka kebijakan atau keputusan bisnis untuk perbaikan di masa depan dapat dilakukan.

Tulisan ini bersifat pemaparan konsep dan analisis berdasarkan data hipotetikal untuk menunjukkan bagaimana konsep ini diaplikasikan. Pada bagian metodologi, kerangka konsep ini diuraikan. Pada bagian pembahasan, kasus hipotetis diuraikan dan diskenariokan penyelesaiannya.

METODOLOGI

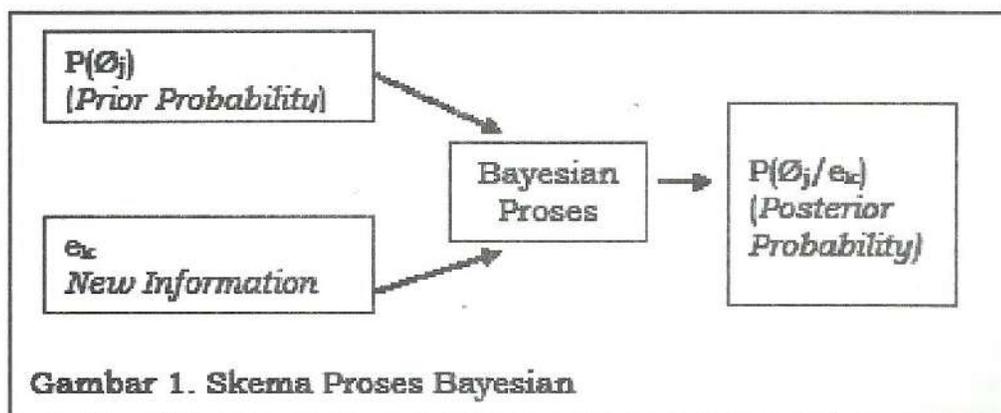
Katakanlah peluang suatu kejadian yang sudah terjadi, atau peluang awal (*prior probability*) pada berbagai kondisi atau situasi, \emptyset_j , didefinisikan dengan $P(\emptyset_j)$. Informasi tambahan yang diperoleh melalui investigasi atau penyelidikan yang disebut dengan e_k jika \emptyset_j telah terjadi. Peluang kondisional (*condi-*

tional probability) dapat dinotasikan dengan $P(e_k/\emptyset_j)$. Dalam hal ini, \emptyset_j disebut dengan kejadian awal (*state of nature*), $j = 1, 2, \dots, n$, atau terdapat n kejadian awal.

Bila informasi e_k dijadikan sebagai kondisi untuk menghitung kembali peluang kejadian \emptyset_j , maka pendekatan Bayesian dapat digunakan untuk menentukan peluang posterior (*posterior probability*) dari kejadian \emptyset_j , dinotasikan $P(\emptyset_j/e_k)$, yang diformulasikan sebagai berikut:

$$P(\emptyset_j/e_k) = \{(P(\emptyset_j) \cdot P(e_k/\emptyset_j)) / \{\sum P(\emptyset_j) \cdot P(e_k/\emptyset_j)\}; j=1,2, \dots, n\}.$$

Secara skematis, proses Bayesian ini dapat ditampilkan seperti pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1, dapat diterangkan bahwa proses Bayesian adalah transisi antara peluang awal (*prior probability*) dan peluang akhir (*posterior*). Keputusan manajemen atau ekonomi memang diambil berdasarkan peluang awal. Namun demikian karena ada informasi baru maka, pengambil keputusan (*decision-maker*) sepatutnya menggunakan informasi baru tersebut untuk pengambilan keputusannya sehingga makin akurat. Proses penambahan informasi baru yang diolah dengan pendekatan Bayesian akan menghasilkan keputusan yang lebih baik, yang berdasarkan atas *posterior probability*.



Gambar 1. Skema Proses Bayesian

Secara tabular, proses Bayesian dalam hal penentuan *posterior probability* dalam rangka analisis forensik ekonomi (pemasaran) dapat digambarkan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1
Proses Analisis (Kalkulasi) Peluang Posterior

State of Nature (Kejadian awal)	Peluang Awal (Prior Probability) $P(\emptyset_j)$	Peluang Kondisional (Conditional Probability) $P(e_k/\emptyset_j)$	Joint Probability $\{(P(\emptyset_j) \cdot P(e_k/\emptyset_j))\}$	Peluang Posterior (Posterior Probability) $P(\emptyset_j/e_k)$
A	B	C	$D = B \times C$	E
$j=1$	$P(\emptyset_1)$	$P(e_k/\emptyset_1)$	$(P(\emptyset_1) \cdot P(e_k/\emptyset_1))$	$\{(P(\emptyset_1) \cdot P(e_k/\emptyset_1)) / P(e_k)\}$
$j=2$	$P(\emptyset_2)$	$P(e_k/\emptyset_2)$	$(P(\emptyset_2) \cdot P(e_k/\emptyset_2))$	$\{(P(\emptyset_2) \cdot P(e_k/\emptyset_2)) / P(e_k)\}$
$j=n$	$P(\emptyset_n)$	$P(e_k/\emptyset_n)$	$(P(\emptyset_n) \cdot P(e_k/\emptyset_n))$	$\{(P(\emptyset_n) \cdot P(e_k/\emptyset_n)) / P(e_k)\}$
Penjumlahan Joint Probability			$P(e_k)$	

Peluang posterior adalah hasil penelusuran atau analisis forensik. Analisis forensik tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Kejadian atau peristiwa awal terdiri dari n -kejadian atau n -keadaan, dari $j = 1, 2, 3, \dots, n$.
- Setelah peristiwa awal terjadi, ternyata ada kejadian lain yang terjadi kemudian yang memberikan dampak yang merugikan bagi kejadian awal. Dampak yang merugikan perlu diketahui penyebabnya atau terkait dengan kejadian awal.

- Informasi baru kemudian dikumpulkan sebagai suatu proses analisis forensik. Informasi baru tersebut adalah e_k .
- Penambahan informasi baru ini digunakan sebagai basis pengambilan keputusan berdasarkan proses Bayesian.
- Keputusan diambil berdasarkan peluang posterior, yaitu peluang terjadinya n -kejadian setelah proses forensik dilakukan melalui proses Bayesian.
- Dengan demikian peluang posterior adalah peluang yang dihitung ketika informasi baru sudah ditambahkan. Dengan kata lain peluang posterior adalah peluang yang direvisi (*revised probability*). Sebelum informasi ditambahkan, peluang awal (*prior probability*) adalah berdasarkan *state of nature*.

Kerangka analisis dan kerangka pikir berdasarkan proses Bayesian ini digunakan untuk tiga kasus hipotetik, yaitu:

- **Kasus-1.** Penelusuran kasus produk tahu yang ternyata mengandung formalin yang diproduksi oleh produsen skala kecil di salah satu kota, katakanlah nama kota tersebut adalah *Com-City*. Tahu dijual di beberapa pasar eceran kota tersebut. Pihak otoritas ingin mengetahui sumber pencemaran dengan cara melakukan penelusuran ke produsen tahu.
- **Kasus-2.** *Motor-Super-Bike* (MSB) yang beredar di Jakarta ternyata mengalami gangguan yang cukup fatal pada sistem elektroniknya. Akibatnya banyak kecelakaan yang terjadi. Produksi MSB hanya dilakukan oleh pabrik PT-MSB.
- **Kasus-3.** Promosi produk kosmetik *Beauty-Always* (BA) dilakukan oleh tiga agen promosi (XX, YY, dan WW) yang berbeda. Teknik promosi ternyata secara berbeda mempengaruhi penerimaan konsumen akan produk tersebut. Produsen BA menginginkan hanya memilih salah satu agen sehingga kiat promosi lebih terarah dan biaya lebih dapat ditekan.

PENJELASAN DAN PEMBAHASAN

Kasus 1. Produk Tahu Yang Terkontaminasi

Tahu yang merupakan makanan rakyat ternyata diketahui terkontaminasi yang berdampak pada kesehatan di *Com-City*. Penggunaan formalin sebagai bahan pengawet adalah salah satu bentuk kontaminasi tersebut. Banyak konsumen kota yang gelisah akibat isu atau tahu berformalin ini.

Diasumsikan bahwa uji sampel tahu di pasar-pasar eceran *Com-City* dilakukan oleh otoritas perko-
taan. Dari informasi Dinas Perindustrian Kota, 38% tahu di kota itu diproduksi oleh produsen Kopti Maju-
jaya dan 62% oleh Kopti Selaluyes. Otoritas kota kemudian bisa saja menyimpulkan bahwa peluang tahu
yang tercemar berasal dari kelompok Majujaya adalah 38%, dan yang berasal dari kelompok Selaluyes
adalah 62%. Namun demikian hal tidak dilakukan sebelum banyak bukti lain didapatkan.

Salah satu informasi tambahan yang diperlukan adalah mengambil dan menguji sampel dari para
produsen. Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa 73% tahu yang diproduksi oleh Majujaya ternyata
mengandung formalin. Sementara di kelompok Selaluyes, sekitar 28% mengandung zat berbahaya ini.

Tabel 2
Analisis Forensik Produksi Tahu Yang Tercemar Berdasarkan Proses Bayesian Satu Tahap
(Data Hipotetik)

State of Nature (Dua kelompok produsen tahu)	Peluang Awal (Pangsa Pasar)	Peluang Kondisional (Uji Sampel tahu yang diambil di tingkat produsen)	Joint Probability	Posterior Probability
KOPTI-Majujaya	0,38	0,73	0,2774	0,813967
KOPTI-Selaluyes	0,62	0,28	0,1736	0,186033
Penjumlahan secara horizontal "joint probability"			0,451	

Dengan informasi ini, otoritas kota mengambil kesimpulan tentang sumber tahu berformalin yang
beredar di pasaran. Teknik Bayesian digunakan dalam proses analisis forensik ini. Hasilnya dikemukakan
pada Tabel 2.

Dari hasil analisis dapat dikemukakan sebagai berikut. Tanpa analisis forensik, bisa saja disimpulkan
bahwa 38% tahu yang menggunakan formalin berasal dari Kopti Majujaya dan 62% berasal dari Selaluyes.

Namun demikian, setelah dilakukan analisis forensik, ternyata dapat disimpulkan bahwa 81% tahu yang berformalin justru berasal dari Majujaya dan hanya 18% berasal dari Selaluyes. Dengan hasil analisis, otoritas kota bisa mengambil tindakan atau langkah pembinaan produksi dengan lebih tepat sasaran.

Setelah dipresentasikan hasil investigasi ini ke Walikota Com-City, keraguan muncul akan kesimpulan yang akan diambil. Walikota memerintahkan supaya uji sampel dilakukan lagi oleh tim peneliti independen dari salah satu universitas di Com-City. Untuk itu, tidak dilakukan pengambilan sampel baru tetapi hanya menggunakan sampel yang sudah disimpulkan mengandung formalin dari uji sebelumnya otoritas kota. Hasil pengujian sampel tahap kedua yaitu bahwa hanya 69% sampel dari kelompok Majujaya yang sudah dibuktikan berformalin menurut uji pertama, ternyata benar berformalin. Uji yang sama untuk sampel tahu dari Selaluyes sebesar 35%. Data ini kemudian digunakan sebagai informasi terbaru untuk proses analisis Bayesian tahap kedua. Hasil analisis tersebut dikemukakan pada Tabel 3.

Tabel 3

Analisis Forensik Produksi Tahu Yang Tercemar Berdasarkan Proses Bayesian Dua Tahap (Data Hipotetik)

State of Nature (KOPTI)	Pangsa Pasar	Peluang Kondisional-1	Joint Probability-1	Posterior Probability-1	Peluang Kondisional-2	Joint Probability-2	Posterior Probability-2
Majujaya	0,38	0,73	0,28	0,81	0,69	0,56	0,90
Selaluyes	0,62	0,28	0,17	0,19	0,35	0,07	0,10
Penjumlahan horizontal "joint probability-1"			0,451	Penjumlahan horizontal "joint probability-2"		0,626749	

Dari Tabel 3, dapat dilihat bahwa peluang posterior-2 (*posterior probability-2*) sebesar 0,9 yang berarti bahwa dari tahu terkontaminasi yang beredar di pasar, sekitar 90% diproduksi oleh kelompok produsen Majujaya, sementara sisanya 10% diproduksi oleh kelompok Selaluyes. Informasi terbaru analisis tahap kedua ternyata meningkatkan kepastian, dalam bentuk lebih besar peluang *posterior*, bahwa tahu berformalin yang ditemukan di pasar ternyata 90% berasal dari kelompok Majujaya.

Kasus-2. Motor Superbike (MSB) Yang Mengalami Gangguan Sistem Elektroniknya

MSB diproduksi oleh salah satu perusahaan PT MSB dengan menggunakan tiga jalur produksi (*production line*) dalam satu pabrik. Jalur produksi-1 menghasilkan 40% dari produksi total, jalur produksi-2 sebesar 35%, dan 25% oleh jalur produksi-3.

Ternyata MSB yang beredar di pasar diketahui mengalami masalah pada sistem elektroniknya. PT MSB kemudian berhenti melakukan penjualan dan mengadakan uji sistem elektronik kendaraan tersebut sejak tingkat manufaktur di pabrik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa 12% jalur jalur-1 berpotensi gagal dalam sistem elektronik, jalur produksi-2 sebesar 24%, dan 14% pada jalur produksi-3. Hasil analisis proses Bayesian diajukkan pada Tabel 4.

Tabel 4

Analisis Forensik Produksi Kendaraan MSB Berdasarkan Proses Bayesian Satu dan Dua Tahap (Data Hipotetik)

State of Nature	Production Line-1	Production Line-2	Production Line-3	Jumlah horizontal Joint Probability
<i>Prior Probability</i> (Pangsa produksi sebagai proksi peluang MSB yang mengalami gangguan listrik)	0,4	0,35	0,25	
<i>Conditional Probability</i> (Gangguan elektronik pada MSB)	0,12	0,24	0,14	
<i>Joint Probability</i> (Gangguan elektronik bila menggunakan <i>Production Line</i> tertentu)	0,0480	0,0840	0,0350	0,1670
<i>Posterior Probability-1</i> (Peluang produksi MSB yang mengalami kerusakan setelah direvisi dengan informasi baru)	0,29	0,50	0,21	
<i>Joint Probability-2</i> (Asumsi <i>Conditional Probability</i> tidak berubah)	0,0345	0,1207	0,0293	0,1846
<i>Posterior Probability-2</i> (Peluang terbaru setelah direvisi bahwa terjadi gangguan elektronik MSB pada <i>production</i> tertentu).	0,19	0,65	0,16	

Dengan pendekatan Peluang Bayesian, kesimpulan bisa diambil bahwa jalur produksi-1 berpeluang menghasilkan kendaraan MSB yang bermasalah sebesar 29%, jalur produksi-2 sebesar 50% dan jalur produksi-3 sebesar 21%. Manajer produksi PT MSB sudah dapat melakukan tindakan-tindakan pencegahan dari hasil analisis ini. Setidaknya, dia akan memberikan perhatian khusus di jalur produksi-2 yang lebih

besar masalahnya.

Namun demikian, CEO PT MSB memutuskan untuk melakukan pengujian yang lebih teliti dengan mengundang ahli elektronik dari luar PT MSB. Pendekatan yang dilakukan adalah mengevaluasi hasil kajian yang sudah dilakukan sebelumnya oleh pihak internal. Hasil analisis menunjukkan bahwa 12% MSB yang diproduksi oleh jalur produksi-1 berpotensi mengalami gangguan elektronik. Pada jalur produksi-2 dan jalur produksi-3, potensi kerusakan sekitar 24% dan 14%.

Dengan informasi ini, perhitungan peluang posterior tahap kedua dilakukan dan menghasilkan informasi bahwa 19% MSB yang mengalami kerusakan elektronik setelah digunakan oleh konsumen berasal dari jalur produksi-1, sekitar 65% dari jalur produksi-2, dan 16% dari jalur produksi-3. Atas dasar hasil analisis ini, PT MSB patut memberikan perhatian yang serius untuk perbaikan-perbaikan pada sistem jalur produksi-2.

Kasus-3. Produksi produk BA oleh Tiga Agen Promosi Yang Berbeda

Produsen produk kecantikan BA (*Beauty-Always*) menggunakan kebijakan *out-sourcing* dalam mempromosikan produknya. Tiga agen penjualan yang dikontrakkan untuk kegiatan promosi adalah Agen-XX, Agen-YY, dan Agen-ZZ. Ketiga perusahaan ini dengan teknik masing-masing memperkenalkan produk BA kepada konsumen.

Namun kebijakan produsen BA selanjutnya yaitu hanya menentukan salah satu dari ketiga agen ini untuk promosi pada tahun yang akan datang. Kebijakan ini sebagai bagian dari strategi pengurangan biaya perusahaan (*cost lowering*). Direksi kemudian memutuskan bahwa agen promosi yang paling sedikit kesalahannya dalam melakukan promosi yang akan dipilih sebagai agen promosi tunggal pada tahun depan. Indikator yang dipakai untuk menganalisis adalah persepsi konsumen dalam menerima produk, setelah mereka mengenal produk karena adanya promosi oleh setiap agen promosi.

Survei dilakukan oleh manajer R&D (*Research and Development*) di tingkat konsumen dan menghasilkan informasi bahwa 12% dari konsumen yang mengenal produk dari promosi Agen-XX ternyata memiliki persepsi yang keliru tentang produk BA. Data yang sama untuk Agen-YY dan Agen-ZZ masing-masing 39% dan 62%.

Berdasarkan data survei ini dan dengan proporsi kontrak antara perusahaan dengan ketiga agen maka kesimpulan dapat diambil berdasarkan analisis Bayesian. Pada Tabel 5, dapat dilihat bahwa kontrak jumlah promosi dalam setahun kepada masing-masing agen promosi adalah 45%, 35%, dan 20%, untuk Agen-XX, Agen-YY, dan Agen-ZZ.

Tabel 5
Analisis Forensik Kekeliruan Yang Dibuat Agen Promosi Produk AB Berdasarkan Proses Bayesian Satu Tahap (Data Hipotetik).

AGEN PROMOSI (State of Nature)	Agen-XX	Agen-YY	Agen-ZZ	
Proporsi Jumlah Promosi Dalam Setahun (Prior Probability)	0,45	0,35	0,2	Penjumlahan Horizontal "Joint Probability"
Kekeliruan Persepsi Konsumen (<i>Conditional Probability</i>)	0,12	0,39	0,62	
Joint Probability	0,054	0,1365	0,124	0,3145
<i>Posterior Probability</i> (Peluang Posterior)	0,17	0,43	0,39	

Hasil analisis Bayesian menunjukkan bahwa peluang posterior untuk kasus ini adalah masing-masing 17% untuk Agen-XX, 43% untuk Agen-YY, dan 39% untuk Agen-ZZ. Dengan kata lain, Agen-XX paling sedikit membuat kesalahan dalam melakukan promosi, dinilai dari persepsi konsumen, meskipun lebih besar proporsi kontrak promosinya. Berdasarkan analisis ini, perusahaan sebaiknya memilih Agen-XX sebagai agen tunggal promosi pada tahun depan.

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI

Model peluang Bayesian bisa digunakan sebagai alat (*tool*) atau metode analisis dalam pengambilan keputusan di dalam bidang pemasaran. Data yang diperlukan dalam analisis cukup sederhana. Namun demikian keakuratan data akan menentukan derajat ketepatan dalam pengambilan keputusan.

Model peluang Bayesian meningkatkan kekuatan atau daya (*power*) pengambilan keputusan dibandingkan dengan model peluang sederhana. Karena sifatnya yang menggunakan informasi yang telah terjadi untuk mengoreksi peluang terjadinya sesuatu kejadian pada tahap sebelumnya maka model peluang

Bayesian dapat digunakan dalam analisis forensik pemasaran.

Contoh analisis forensik pemasaran diuraikan pada kasus-1 dan kasus-2. Diuraikan bahwa analisis peluang Bayesian digunakan untuk menelusuri kejadian sebelumnya. Pada kasus-3, pendekatannya sedikit berbeda yaitu teknik forensik yang digunakan dalam menentukan penyimpangan atau kesalahan yang besar, yang pada akhirnya menjadi basis pengambilan keputusan.

Penelitian ini membuka peluang untuk eksplorasi pemanfaatan model peluang Bayesian untuk kasus atau masalah riil (nyata) yang begitu banyaknya variasinya dalam bidang ekonomi, khususnya pemasaran.

DAFTAR RUJUKAN

- Alderson, W., and P.E. Green. 1964. *Planning and Problem Solving in Marketing*. Richard D. Irwin Inc Illinois.
- Bahra B. 1997. *Implied Risk-neutral Probability Density Functions From Option Prices: Theory and Application*. Bank of England Working Paper 66.
- Breeden D T, and R.H. Litzenberger R H. 1978. Prices of state-contingent claims implicit in option prices. *Journal of Business* 51(4), 621-651.
- Fisman, R. and Wei, S.J. 2007. The Smuggling of Art and the Art of Smuggling: Uncovering the Illicit Trade in Cultural Property and Antiques," *NBER Working Paper No. W13446*
- Genesove, D. and W. Mullin. 2001. "Rules, Communication, and Collusion: Narrative Evidence from the Sugar Institute Case," *American Economic Review*, 91(3), 379-398.
- Liu, J.J and S.G. Shang. 2012. *Application of the Bayesian Decision-Making*. DOI: 10.7763/IPEDR: 50-54.
- Malz, A. M. 1997, *Option-Implied Probability Distributions and Currency Excess Returns*. FRB of New York Staff Report 32.
- Rossi, P. E., and G.M. Allenby. 2003 "*Bayesian Statistics and Marketing*" *Marketing Science* 22 (3): 304-328.
- Xiong, L.W. 2005. Bayesian decision theory and inductive logic. *Journal of Beijing Normal University (Social Science)*, 188 (2):108-113.