

TUGAS KULIAH

METODOLOGI PENELITIAN

Mohammad Rizka Fadhli 20921004

Sains Komputasi ITB

Section 1

PENDAHULUAN

Catatan Terkait Alur Presentasi

Masalah yang akan dijadikan topik permasalahan ini berasal dari masalah *real* di industri *e-commerce* yang ditemui pada tahun 2020 lalu di salah satu *marketplace* di Indonesia pada rentang waktu tertentu.

Alur yang dilakukan adalah mencari jurnal dan literatur terkait permasalahan tersebut.

Subsection 1

Latar Belakang Masalah

Perkembangan Transaksi *Online*

Sebanyak 30 juta orang Indonesia kini bertransaksi secara *online*, menciptakan *market* sebesar Rp 8 triliun. *Market* ini bisa terus berkembang hingga Rp 40 triliun dalam 5 tahun ke depan¹.

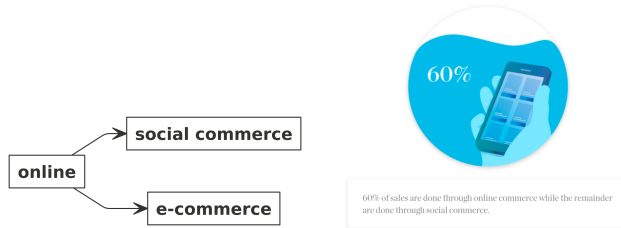


Figure 1: www.mckinsey.com

¹https://www.mckinsey.com/spContent/digital_archipelago/index.html

E-Commerce Revenue

Statista e-commerce revenue forecast².

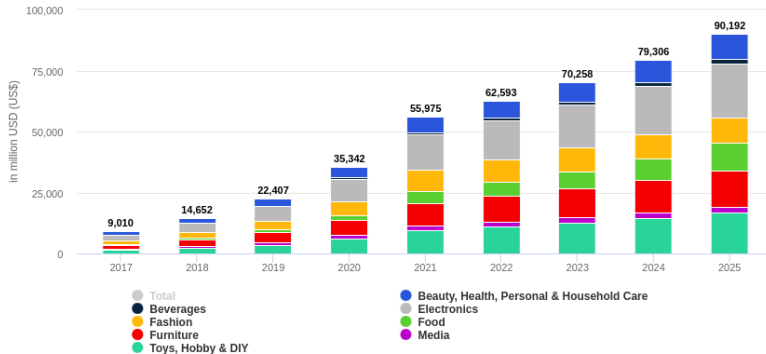


Figure 2: www.statista.com

²<https://www.statista.com/outlook/dmo/ecommerce/indonesia#revenue>

Penambahan Toko dan *Listed Product*

Total UMKM yang memasarkan produknya di *e-commerce* sebanyak 14.5 juta UMKM. Jumlahnya belum mencapai setengah dari target yang ditetapkan pada 2023 mendatang, yakni 30 juta UMKM bergabung di *e-commerce*.³

³<https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20210807160341-92-677709/umkm-masuk-e-commerce-di-ri-tambah-65-juta>

Tipe Diskon di *E-Commerce*

Ada dua skema pemberian diskon yang biasa ada di *e-commerce*, yakni:

- ① Diskon dari toko.
- ② Diskon dari *e-commerce*.

Potongan diskon ini bertujuan untuk menarik konsumen agar tertarik membeli produk di *e-commerce* tersebut **pada periode tertentu**.

Literature Review: Studi Tentang Diskon

Suatu studi di *online retailer di China* menunjukkan ada pengaruh antara diskon produk dengan *consumer purchase behavior* seperti *purchase incident*, *purchase quantity*, dan *spending*. Terutama pada rentang persentase diskon tertentu (Liu et al. 2020).

Dalam jurnal ini, didefinisikan dua jenis diskon:

① *Product-Specific Discount (PD)*.

- PD memiliki *impact* negatif terhadap *spending* pada rentang $< 19\%$ tapi mulai memiliki *impact* positif setelah batas tersebut.

② *Order Coupons (OD)*.

- Sementara OD selalu memiliki *impact* positif terhadap *spending*. Tapi semakin tinggi OD bisa menggerus *profit margin per customer basket*.

Insights: retailer perlu menawarkan low OD ditambah high PD.

Strategi *Pricing*

Set Harga Produk

Setiap *listed products* di masing-masing toko memiliki harga yang didefinisikan oleh toko tersebut.

Intervensi Tak Langsung

E-commerce tidak bisa melakukan intervensi langsung terhadap penetapan harga tersebut, namun mereka bisa **menyuntik** sejumlah *budget* diskon agar harga yang dibayarkan konsumen lebih rendah dibandingkan harga yang diberikan toko.

Literature Review: Studi tentang Price Elasticity I

Strategi pemberian harga produk adalah salah satu strategi penting bagi setiap perusahaan. Untuk melakukannya, kita bisa membuat model antara *demand* - *price* yang disebut dengan *price elasticity* dan memaksimalkan *profit*.

Ada beberapa model yang bisa dibuat, salah satunya dengan *decision analysis* yang mengandalkan ketidakpastian untuk memaksimalkan suatu *objective* tertentu (Ko 2020). Namun pada studi ini, contoh kasus yang digunakan adalah penentuan harga untuk suatu produk mobil dari *brand* tertentu.

Sehingga ada faktor ketidakpastian dalam makro ekonomi yang dijadikan asumsi dasarnya.

Literature Review: Studi tentang *Price Elasticity* II

Studi lain membandingkan model *price elasticity* dengan basis model linear antara *demand* dan harga dengan berbagai bentuk lainnya (seperti polinom dan eksponensial - termasuk *inverse* fungsinya). Namun disebutkan bahwa model linear merupakan model yang umum digunakan pada analisa *supply demand* secara teoritis (Hajdinjak 2020).

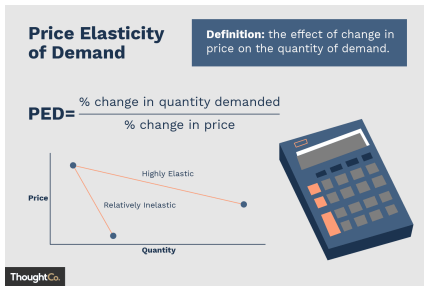


Figure 3: ilustrasi price elasticity

Price Elasticity

Ilustrasi model regresi linear *price elasticity*⁴.

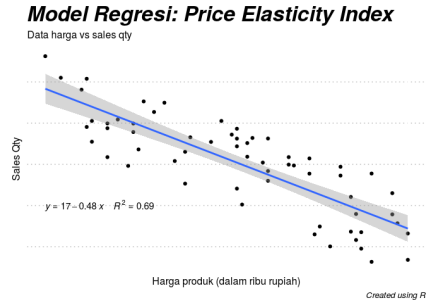


Figure 4: ilustrasi price elasticity

⁴<https://ikanx101.com/blog/blog-posting-regresi/>

Price Elasticity

Dengan memanfaatkan data transaksi yang terjadi, *e-commerce* bisa membuat model *price elasticity* untuk setiap produk dan menghitung harga paling optimal yang paling memaksimalkan *revenue*. Perhatikan bahwa *slope* dari kurva yang dihasilkan harus bernilai negatif.

$$Demand = -e.Price + C$$

$$Omset = Demand.Price = -e.Price^2 + C.Price$$

Price Elasticity

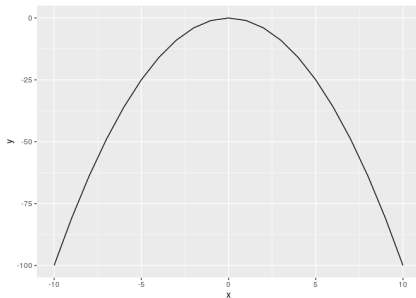


Figure 5: ilustrasi kurva $-x^2$

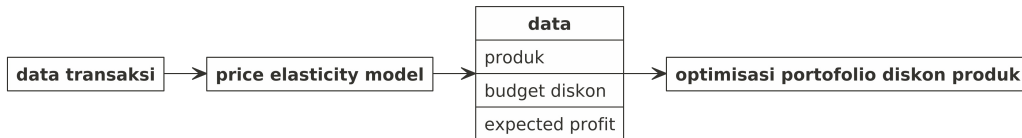
Data yang Hasil Perhitungan *Price Elasticity*

Pada periode waktu tertentu, didapatkan 1953 baris data produk berisi detail *budget* diskon yang dibutuhkan dan *expected profit*. Berikut adalah *sample* datanya:

Table 1: Sample 7 Baris Data

product_code	brand	budget_disc	exp_profit
6000094-0002	Cap Badak	240	112.80
6000100-0003	BLUE BAND	70350	78289.50
6000301-0004	2AA-Sembako	15300	7191.00
6000307-0005	2AA-Sembako	2700	2079.00
6000348-0007	YO GUAN HENG	50460	55036.20
6000378-0010	Kara	1425	1097.25
6000514-0014	Kapal Api	28774200	15355284.00

Summary Latar Belakang



Subsection 2

Masalah yang Dihadapi

Penentuan Produk

Dari data perhitungan tersebut, masalah yang kemudian dihadapi oleh *e-commerce* adalah menentukan produk mana saja yang harus diberikan diskon tambahan agar mendapatkan maksimum *expected profit* dengan keterbatasan total *budget* diskon sebesar Rp 200 juta.

Oleh karena itu, masalah yang dihadapi oleh *e-commerce* tersebut adalah masalah optimisasi.

Subsection 3

Dasar Teori

Masalah Optimisasi I

Ada beberapa hal yang perlu diketahui terkait pemodelan dari masalah optimisasi⁵, yakni:

- ① **Variabel** adalah suatu simbol yang memiliki banyak nilai dan nilainya ingin kita ketahui. Setiap nilai yang mungkin dari suatu variabel muncul akibat suatu kondisi tertentu di sistem.
- ② **Parameter** di suatu model matematika adalah suatu konstanta yang menggambarkan suatu karakteristik dari sistem yang sedang diteliti. Parameter bersifat *fixed* atau *given*.
- ③ **Constraints** (atau kendala) adalah kondisi atau batasan yang harus dipenuhi. Kendala-kendala ini dapat dituliskan menjadi suatu persamaan atau pertaksamaan. Suatu masalah optimisasi dapat memiliki hanya satu kendala atau banyak kendala.

Masalah Optimisasi II

- ④ **Objective function** adalah satu fungsi (pemetaan dari variabel-variabel keputusan ke suatu nilai di daerah *feasible*) yang nilainya akan kita minimumkan atau kita maksimumkan.

Ekspresi matematika dari model optimisasi adalah sebagai berikut:

Cari x yang meminimumkan $f(x)$ dengan kendala $g(x) = 0, h(x) \leq 0$ dan $x \in D$.

Dari ekspresi tersebut, kita bisa membagi-bagi masalah optimisasi tergantung dari:

- ① Tipe variabel yang terlibat.
- ② Jenis fungsi yang ada (baik *objective function* ataupun *constraints*).

(Hillier and Lieberman 2001)

Binary Linear Programming

Masalah optimisasi yang dihadapi termasuk ke dalam *binary linear programming*.

Binary programming adalah bentuk metode optimisasi di mana variabel yang terlibat merupakan bilangan biner (0,1). Biasanya metode ini dipakai dalam masalah-masalah yang memerlukan prinsip *matching* antar kondisi (indeks) yang ada.

Literature Review: Aplikasi Penggunaan Binary LP

Salah satu studi terkait aplikasi penggunaan *binary linear programming* yang dilakukan pada 2014 adalah penentuan penempatan *phasor measuring unit* dalam suatu *power system* (Billakanti and Venkaiah 2014). Dalam penelitian ini dibuat model *binary* kompleks dengan memperhatikan *constraints* penempatan PMU.

Peneliti menggunakan MATLAB dan CPLEX untuk mencari solusi yang optimal.

Literature Review: Metode Penyelesaian Binary LP

Metode *simplex* adalah salah satu metode yang paling umum digunakan dalam menyelesaikan permasalahan *linear programming*. Metode ini dikembangkan oleh seorang profesor matematika bernama George Dantzig pada 1947 pasca perang dunia II. Sedangkan nama *simplex* diusulkan oleh Theodore Motzkin.

Metode *simplex* adalah **metode eksak** yang digunakan untuk menyelesaikan *linear programming*. Metode *simplex* menggunakan prosedur aljabar (Hillier and Lieberman 2001). Namun *underlying concept* dari metode ini adalah *geometric*.

Solusi yang dihasilkan merupakan bilangan *real* atau kontinu. Agar bisa menyelesaikan *binary LP*, membulatkan bilangan solusi *linear programming* untuk mendapatkan solusi *binary* dari suatu masalah *MILP* belum tentu menjamin keoptimalan tercapai. Oleh karena itu, kita akan melakukan pendekatan *constraint relaxation* (Chachuat 2011).

Literature Review: Penggunaan Binary Programming

Salah satu studi pada 2019 membuat model *binary programming* untuk mengoptimalkan pemilihan *100 marketing channel and activites* terhadap jutaan *customers* (Bigler, Baumann, and Kammermann 2019). Tujuannya adalah agar pesan *marketing* yang diberikan tersampaikan dengan baik sehingga *sales* bisa meningkat.

Masalah optimisasi terkait bisnis dan konsumen - sentris belum banyak dituliskan dalam jurnal.

Metode *Meta Heuristic*

Selain metode *simplex*, dewasa ini ada berbagai algoritma *meta heuristic* yang bisa digunakan untuk menyelesaikan *binary LP*.

Literature Review: Spiral Optimization Algorithm

Pada studi tahun 2016, *spiral optimization algorithm* terbukti bisa digunakan untuk menyelesaikan masalah *binary LP* dengan cara memodifikasi *objective function* dan *constraints* yang ada (Kania and Sidarto 2016).

Ide dasarnya adalah mengubah *constrained problem* menjadi *unconstrained problem* dengan membuat *penalty function*. Setelah itu, SOA digunakan untuk menyelesaikan *unconstrained problem* tersebut.

Pada jurnal ini, *decision variables* yang terlibat relatif belum banyak.

Literature Review: Spiral Optimization Algorithm

SOA merupakan salah satu algoritma yang mudah dituliskan ke dalam bahasa pemrograman. Namun salah satu kendala yang dihadapi adalah pendefinisian matriks rotasi. Jika dikembalikan ke penelitian awal terkait SOA, tidak disebutkan dengan jelas apakah matriks rotasi merupakan hasil dari *cross product* atau *dot product* (Tamura and Yasuda 2011).

Namun, pada aljabar linear kita mengetahui bahwa rotasi tidak mengubah *norm* dari suatu vektor.

Literature Review: Particle Swarm Optimization

Pada studi tahun 2013, *discrete particle swarm optimization* digunakan untuk menyelesaikan masalah *integer programming* pada kasus *academic libraries*. Pada jurnal ini juga disebutkan bahwa diperlukan transformasi dari *constrained problem* menjadi *unconstrained problem* (Wu et al. 2013).

Salah satu hal yang menjadi kebaruan pada jurnal ini adalah penggunaan *scout particles* untuk menghindari konvergensi yang terlalu dini (prematur).

Jadi jika iterasi telah konvergen, *scout particles* akan dibuat secara acak untuk melakukan eksplorasi kembali.

Literature Review: Artificial Bee Colony Algorithm

Pada studi tahun 2021, *artificial bee colony algorithm* juga bisa digunakan untuk menyelesaikan *vehicle routing problem* dengan komplikasi *time windows* (Ozkok and Ilhan 2021). Masalah VRP merupakan salah satu contoh *real* dari *binary LP*.

Subsection 4

Rencana Kerja

Rencana Penelitian

Pemodelan optimisasi portofolio diskon produk *e-commerce* dan penyelesaiannya menggunakan pendekatan *meta heuristic (Spiral Optimization Algorithm)*.

Kebaruan Penelitian

- ① Penelitian terhadap optimisasi portofolio diskon produk di *e-commerce* belum pernah dituliskan dalam jurnal penelitian.
- ② Penggunaan algoritma *meta heuristic* untuk menyelesaikan *binary programming* dengan banyak variabel keputusan belum banyak dilakukan.
- ③ Membandingkan hasil solusi pendekatan *meta heuristic* dengan solusi hasil perhitungan secara eksak (metode simplex) yang selama ini dilakukan pada *e-commerce* tersebut.

Section 2

REFERENCES

REFERENCES I

- Bigler, T., P. Baumann, and M. Kammermann. 2019. *Optimizing Customer Assignments to Direct Marketing Activities: A Binary Linear Programming Formulation*. IEEE International Conference on Industrial Engineering; Engineering Management (IEEM).
- Billakanti, Suresh, and Ch. Venkaiah. 2014. *An Effective Binary Integer Linear Programmed Approach for Optimal Placement of PUMs in Power Systems*. IEEE: International Conference on Smart ELeetric Grid.
- Chachuat, Benoit. 2011. *MILP: Branch-and-Bound Search*. McMaster University.
- Hajdinjak, Melita. 2020. *Functions with Linear Price Elasticity for Forecasting Demand and Supply*. The B.E. Journal of Theoretical Economics.
- Hillier, Frederick S., and Gerald J. Lieberman. 2001. *Introduction to Operations Research*. 7th ed. New York, US: McGraw Hill.

REFERENCES II

- Kania, Adhe, and Kuntjoro Sidarto. 2016. *Solving Mixed Integer Nonlinear Programming Problems Using Spiral Dynamics Optimization Algorithm*. AIP Conference Proceedings.
- Ko, Kenneth. 2020. *Decision Analytic Pricing with Constant Price Elasticities*. International Journal of Business; Economics.
- Liu, Huan, Lara Lobschat, Peter Verhoef, and Hong Zhao. 2020. *The Effect of Permanent Product Discounts and Order Coupons on Purchase Incidence, Purchase Quantity, and Spending*. Journal of Retailing.
- Ozkok, Zekai, and Ilhan Ilhan. 2021. *A HYBRID ARTIFICIAL BEE COLONY ALGORITHM FOR VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH TIME WINDOWS*. International Conference on Multidisciplinary Studies.

REFERENCES III

- Tamura, Kenichi, and Keiichiro Yasuda. 2011. *Spiral Dynamics Inspired Optimization*. Journal of Advanced Computational Intelligence; Intelligent Informatics.
- Wu, Yi-Ling, Tsu-Feng Ho, Shyong Jian Shyu, and Bertrand M. T. Lin. 2013. *Discrete PBook Swarm Optimization with Scout PBooks for Library Materials Acquisition*. The Scientific World Journal.