



PAPER – OPEN ACCESS

Optimasi Fasilitas Loker Otomatis dengan Model Set Covering

Author : Andiny Trie Oktavia dan Budhi Sholeh Wibowo
DOI : 10.32734/ee.v7i1.2279
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 7 Issue 1 – 2024 TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).
Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Optimasi Fasilitas Loker Otomatis dengan Model *Set Covering*

Andiny Trie Oktavia*, Budhi Sholeh Wibowo

Program Studi Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada, Jalan Grafika No. 2, Yogyakarta 55281, Indonesia
andinytrieoktavia@mail.ugm.ac.id, budhi.sholehwbowo@mail.ugm.ac.id.

Abstrak

E-commerce telah menjadi bagian penting dari kehidupan sehari-hari masyarakat di Indonesia, terutama dengan pertumbuhan yang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Kota Yogyakarta, dengan populasi yang aktif secara digital, menampilkan pertumbuhan signifikan dalam penggunaan e-commerce. Namun, masalah seperti keterlambatan pengiriman dan kerusakan paket seringkali menurunkan kepuasan pelanggan. Inisiatif self-pick-up, di mana pelanggan dapat mengambil barang mereka sendiri, telah terbukti menjadi solusi yang efektif untuk mengurangi masalah ini, seperti yang telah diterapkan di Taiwan. Namun pada penelitian ini loker otomatis menjadi inisiatif solusi untuk dibangun, loker otomatis dipilih karena loker otomatis mampu beroperasi 24 jam dan dapat memberikan instruksi yang jelas dalam pengoperasiannya sehingga pengguna dapat menggunakannya dengan mudah, studi ini bertujuan untuk mengoptimalkan lokasi fasilitas loker otomatis di Kota Yogyakarta. Lokasi yang dipilih adalah minimarket area Umbulharjo yang di bentuk menjadi 11 set cover yang akan menjadi set cover apabila jarak antar minimarket tidak lebih dari 1,5 km, dengan tujuan minimasi biaya pembangunan loker otomatis, selain itu kapasitas loker yang dapat ditempatkan di lokasi memiliki kapasitas yang berbeda dengan mempertimbangkan kebutuhan permintaan di Kecamatan Umbulharjo. Dengan menggunakan pendekatan Set Covering Model, kami dapat mengidentifikasi lokasi yang strategis untuk membangun fasilitas loker otomatis dari 11 lokasi potensial yang dipilih secara acak dari wilayah Umbulharjo. Berdasarkan perhitungan optimasi menggunakan software AMPL dengan solver Gurobi 9.5.2 Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat 9 lokasi optimal saat permintaan tinggi dan 4 lokasi saat permintaan rendah yang dapat memenuhi kebutuhan permintaan di wilayah Umbulharjo. Diharapkan hasil ini dapat menjadi panduan bagi pihak terkait dalam mengembangkan infrastruktur logistik yang lebih efisien dan berkelanjutan di Kota Yogyakarta.

Kata Kunci: *E-Commerce; Self-Pick-Up; Loker Otomatis; Set Covering Model*

Abstract

E-commerce has become an important part of daily life for people in Indonesia, especially with its rapid growth in recent years. The city of Yogyakarta, with its digitally active population, has shown significant growth in e-commerce usage. However, issues such as delivery delays and package damage often reduce customer satisfaction. The self-pick-up initiative, where customers can collect their own items, has proven to be an effective solution to these problems, as demonstrated in Taiwan. However, in this study, automated lockers are proposed as a solution. Automated lockers are chosen because they can operate 24 hours a day and provide clear instructions for easy use. This study aims to optimize the location of automated locker facilities in Yogyakarta. The selected locations are minimarkets in the Umbulharjo area, which are formed into 11 set covers if the distance between minimarkets is no more than 1.5 km. The objective is to minimize the cost of building automated lockers, considering the varying capacities of lockers needed to meet demand in the Umbulharjo District. By using the Set Covering Model approach, we can identify strategic locations for building automated locker facilities from the 11 randomly selected potential locations in the Umbulharjo area. Based on optimization calculations using the AMPL software with the Gurobi 9.5.2 solver, the results of this study show 9 optimal locations for high demand and 4 locations for low demand that can meet the demand in the Umbulharjo area. It is hoped that these results can guide stakeholders in developing more efficient and sustainable logistics infrastructure in Yogyakarta.

Keywords: *E-Commerce; Self-Pick-Up; Automated Lockers; Set Covering Model*

1. Pendahuluan

Di Indonesia penggunaan *e-commerce* pada tahun 2024 diperkirakan meningkat hingga 8% [1]. Kota Yogyakarta merupakan satu dari sepuluh kota di Indonesia yang memiliki pembeli di *e-commerce* terbanyak yaitu sebesar 27,6% suka belanja *online* melalui *e-commerce* [2]. Dengan minat belanja *online* melalui *e-commerce*, menyebabkan besarnya volume pengiriman barang *e-commerce* oleh perusahaan logistic [3].

Perusahaan logistik di Indonesia rata-rata memberikan jenis pelayanan pengiriman barang *home delivery* atau pengiriman dimana barang bisa langsung sampai langsung ke rumah pembeli. *Home delivery* ini banyak dilakukan oleh rata-rata perusahaan logistik di Indonesia yaitu setelah konsumen melakukan pembayaran barang bisa langsung sampai di rumah mereka [4]. Namun ternyata pengiriman dengan *home delivery* ini juga memiliki tingkat kepuasan pelanggan yang rendah yaitu hanya 27% dari pelanggan dalam tiga bulan terakhir yang tidak mengalami masalah dalam pengirimannya, hal ini disebabkan oleh telatnya pengiriman, kegagalan pengiriman, pengiriman di waktu yang tidak tepat karena tidak ada orang yang menerima barang, dan paket rusak [5]- [6]. Selain itu, pada tahun 2022, pengiriman paket dari aktivitas belanja *online* di Indonesia menyumbang sekitar 1 juta kilogram emisi CO₂ dan biaya operasional yang sangat tinggi [7]- [8].

Self-pick-up atau mengambil barangnya sendiri merupakan suatu inisiasi yang diberikan untuk mengurangi dampak lingkungan serta mengurangi biaya operasional dari pengiriman barang [7]- [8]. Seperti Taiwan yang sudah membiasakan masyarakatnya untuk melakukan *self-pick-up* ke *convenience store* terdekat untuk mengambil barangnya melalui kasir [9]. Dalam pendirian fasilitas untuk *self-pick up* lokasi fasilitas menjadi faktor utamanya [10]. Lokasi diharapkan dekat dengan tempat-tempat yang biasa dijangkau, dan tersedia 24 jam. Beberapa lokasi potensial yang bisa dipertimbangkan adalah stasiun, tempat parkir, pom bensin dan supermarket [11].

Fasilitas yang dapat memenuhi kriteria tersebut adalah berupa loker otomatis, loker otomatis diperkirakan mengalami peningkatan terus menerus dari tahun 2020 di berbagai belahan dunia [12]. Loker otomatis dapat bekerja 24 jam, dimana tidak lagi memerlukan pekerja untuk melayani pelanggan, sehingga berbeda dengan Taiwan, karena loker otomatis dapat memberikan instruksi yang jelas dalam penggunaannya. Penempatan loker di tempat yang tepat dapat memberikan pelayanan yang maksimal untuk pelanggan, dan dapat berkontribusi untuk membuat pengiriman barang lebih *sustainable* [13]. Penelitian ini memiliki tujuan guna menentukan lokasi fasilitas loker otomatis dari lokasi potensial di wilayah kecamatan Umbulharjo, yang mana wilayah ini adalah salah satu kecamatan di Kota Yogyakarta yang mempunyai luas paling besar dan termasuk kecamatan dengan prospek untuk terus dapat dibangun dan dikembangkan, model *set covering* sudah umum digunakan untuk menentukan lokasi optimal namun tetap memperhatikan cakupan yang ingin di *cover* seperti salah satu studi yang ingin menentukan lokasi Tempat Pembuangan Sementara (TPS) di Distrik Sako untuk meminimalkan jumlah lokasi fasilitas menggunakan model *set covering* [14].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan wilayah Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta, Indonesia yang memiliki luas wilayah 8,12 km² yaitu wilayah kecamatan paling luas di Kota Yogyakarta. Kecamatan ini dipilih karena kawasan prioritas sehingga perlu dikembangkan daripada kecamatan-kecamatan lain karena memiliki wilayah yang luas dan penduduk yang paling banyak, yang diharapkan menjadi kawasan strategis kota yang memiliki pengaruh cukup penting di dalam suatu lingkup kota terhadap ekonomi, sosial, budaya, dan lingkungan [15]. Pada Gambar 1. merupakan wilayah Umbulharjo yaitu bergaris tepi warna kuning.



Gambar 1. Wilayah Umbulharjo

a. Set Covering

Set covering merupakan suatu model dalam *problem* penentuan lokasi fasilitas. Pendekatan yang diterapkan pada penelitian ini ialah *Set Covering Model* yang merupakan pendekatan optimasi alokasi *site* yang mempunyai tujuan guna mengurangi jumlah lokasi yang diperlukan sehingga bisa *cover* lokasi lainnya [16]. Sehingga lokasi yang terpilih dapat *cover* permintaan untuk lokasi lainnya, dan dapat mengurangi banyaknya lokasi yang berpengaruh pada biaya pembukaan fasilitas. Beberapa studi terkait *set covering problem* sudah banyak ditemukan. Seperti studi yang dilakukan di Korea ingin menentukan loker di wilayah residential menggunakan model *set cover* dengan tujuan untuk meminimasi pembangunan *unmanned locker* yang dapat melayani wilayah residential tersebut dan dihasilkan 4 lokasi yang dapat dibangun *unmanned locker* [17]. Lalu selanjutnya studi di China yaitu ingin menentukan fasilitas *fire station* dengan tujuan yaitu untuk meminimasi pembangunan *fire station* di wilayah Kota Fendong dengan ditambah 11 lokasi potensial [18]. Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam memodelkan *set covering*:

1. Menentukan lokasi potensial
2. Menentukan set lokasi potensial
3. Penentuan Variabel Keputusan
4. Penentuan fungsi tujuan
5. Penentuan konstant apa saja yang perlu dipenuhi
6. Penyelesaian Model
7. Evaluasi dan Optimalisasi
8. Implementasi

Pada penelitian ini lokasi potensial yang dipilih adalah *minimarket*, yang memiliki luas yang berbeda, yaitu diasumsikan 9 lokasi yang masing-masing dapat dibangun loker kecil yaitu berkapasitas 40 dan 2 lokasi yang masing-masing dapat dibangun loker besar berkapasitas 80. Untuk mendapatkan solusi optimal penelitian ini diselesaikan menggunakan *software* AMPL (a *Mathematical Programming Language*) dengan *solver* Gurobi.

3. Hasil dan Diskusi

Data lokasi potensial di pilih secara acak yang didapatkan dari *google maps* dan permintaan pada 11 titik potensial diasumsikan berdasarkan kapasitas loker dan kepadatan penduduk di wilayah kecamatan tersebut. Berikut ini merupakan data lokasi potensial dan permintaan.

Tabel 1. Lokasi Potensial dan Permintaan

No	Kode	Tempat	Kapasitas	Permintaan Tinggi	Permintaan Rendah
1	YA	Glagahsari	40	32	10
2	YB	Menteri Supeno	40	32	10
3	YC	Imogiri Timur	40	32	10
4	YD	Sorogenen	40	32	10
5	YE	Veteran	40	32	10
6	YF	Kartini	40	32	10
7	YG	Gambiran	40	32	10
8	YH	Lowanu	40	32	10
9	YI	Ki Ageng	40	32	10
10	YJ	Midi Veteran	80	64	20
11	YK	Titunggal	80	64	20

Dan berikut ini merupakan data 11 set berdasarkan jarak antar minimarket maksimal adalah berjarak < 1,5 km akan menjadi satu set karena diharapkan dapat dilakukan *sharing demand*.

Tabel 2. Set Covering Model

Set	Kode Lokasi
1	YB + YE + YK
2	YD + YE + YF + YH + YJ
3	YG
4	YB + YH + YI + YK
5	YA + YB + YG + YJ
6	YB + YH + YJ + YK
7	YC + YE + YJ
8	YB + YD + YF + YI + YK
9	YD + YH + YK
10	YA + YB + YE + YF + YG
11	YD + YF + YH + YI

Model matematika pada penelitian memiliki satu fungsi tujuan yaitu meminimasi *cost locker* yang dibangun pada lokasi potensial.

1. Fungsi tujuan:

$$\min \sum_{i=1}^I c_i y_i \quad (1)$$

2. Fungsi Batasan:
 - Memastikan bahwa permintaan tidak melebihi kapasitas maksimal loker

$$\sum_{i=1}^I d_i \leq b_i y_i \quad (2)$$

- Memastikan paling tidak 1 lokasi dipilih dalam satu set

$$\sum_{i=1}^I y_i \geq 1 \quad (3)$$

- Bilangan Biner (0 atau 1) menunjukkan loker dibangun dilokasi tersebut atau tidak

$$y_i \begin{cases} 1 & \text{bangun loker pada lokasi } i \\ 0 & \text{tidak dibangun loker} \end{cases} \quad (4)$$

Variabel:

I : Total lokasi potensial

i : Indeks lokasi i

c_i : Cost untuk pembangunan

d_i : Permintaan pada lokasi i

b_i : Total kapasitas loker pada lokasi i

y_i : Lokasi i dimana loker dibangun

Dari model diatas yaitu memiliki tujuan untuk meminimasi biaya pembangunan loker, dengan mempertimbangkan kapasitas loker yang berbeda pada lokasi potensial dan juga perbedaan permintaan yang diskenariokan saat permintaan tinggi dan permintaan rendah. Berdasarkan perhitungan optimasi menggunakan *software* AMPL dengan *solver* Gurobi 9.5.2. dihasilkan lokasi optimal untuk membangun loker otomatis untuk memenuhi permintaan saat tinggi maupun rendah di kecamatan Umbulharjo Kota Yogyakarta disajikan dalam tabel 3. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini dihasilkan berdasarkan model *set covering* dimana dalam satu set dapat diasumsikan dapat melakukan *sharing demand*, dimana setiap titik lokasi fasilitas loker otomatis yang dibangun dapat menutupi sebagian dari permintaan di titik lokasi potesial lain yang mungkin juga tidak dibangun loker atau setiap permintaan pada titik lokasi potensial dapat di *cover* tidak hanya oleh satu lokasi dimana loker dibangun saja, tetapi juga dapat *discover* oleh lokasi yang dibangun loker terdekat dalam jangka $< 1,5$ km.

Tabel 3. Lokasi Terpilih

No	Kode	Tempat	Permintaan Tinggi	Permintaan Rendah
1	YA	Glagahsari	√	×
2	YB	Menteri Supeno	×	×
3	YC	Imogiri Timur	×	×
4	YD	Sorogenen	√	×
5	YE	Veteran	√	×
6	YF	Kartini	√	√
7	YG	Gambiran	√	√
8	YH	Lowanu	√	×
9	YI	Ki Ageng	√	×
10	YJ	Midi Veteran	√	√
11	YK	Tri Tunggal	√	√

Dari tabel di atas dihasilkan lokasi potensial untuk pembangunan loker otomatis, yaitu saat permintaan tinggi yaitu terpilih 9 lokasi optimal yaitu Glagahsari, Sorogenen, Veteran, Kartini, Gambiran, Lowanu, Ki Ageng dengan kapasitas masing-masing dibangun loker kecil dan Midi Veteran serta Tri Tunggal dengan kapasitas masing-masing di bangun loker besar. Sedangkan saat permintaan rendah terdapat 4 lokasi terpilih yang dibangun yaitu Kartini, Gambiran dengan kapasitas masing-masing dibangun loker kecil dan Midi Veteran serta Tri Tunggal yang dibangun loker besar. Lokasi potensial Midi Veteran, Tri Tunggal yang dibangun loker besar serta Kartini dan Gambiran yang dibangun loker kecil tetap muncul saat skenario permintaan tinggi maupun rendah menandakan bahwa lokasi tersebut paling potensial dalam pembangunan loker. Sedangkan daerah Menteri Supeno dan Imogiri Timur pada saat permintaan tinggi maupun rendah tidak menunjukkan bahwa loker perlu dibangun sehingga lokasi ini, lokasi yang paling tidak potensial untuk dibangun loker. Tabel 3 menunjukkan bahwa berdasarkan lokasi potensial serta berdasarkan permintaan yang berbeda maka akan menghasilkan jumlah lokasi yang dibangun loker berbeda pula. Sehingga jika dikaitkan dengan biaya maka saat permintaan tinggi maka biaya pembangunan akan lebih besar, namun dapat melayani permintaan yang lebih besar, sedangkan saat permintaan rendah biaya yang dihasilkan lebih kecil, namun hanya dapat melayani sedikit permintaan. Sehingga akan ada *treat off* dari segi biaya ataupun pelayanan.

4. Kesimpulan

Model *set covering* yang diselesaikan menggunakan menggunakan *software* AMPL dan *solver* Gurobi, dapat menghasilkan hasil yang optimal untuk meminimasi biaya pembangunan loker. Dimana lokasi yang dibangun loker bergantung pada permintaan. Jumlah permintaan sangat berpengaruh terhadap jumlah loker yang dibangun. Semakin banyak permintaan semakin banyak lokasi potensial yang terpilih dan biaya juga semakin tinggi begitupun sebaliknya. Dari perbedaan permintaan terdapat kesamaan yaitu terdapat 4 lokasi yang sama-sama terpilih untuk dibangun saat permintaan tinggi maupun rendah yaitu lokasi Kartini, Gambiran, Midi Veteran dan Tri Tunggal sehingga lokasi ini dapat dianggap paling potensial untuk dibangun loker, letaknya strategis dapat menutupi atau sebagian permintaan atau *sharing demand* dari lokasi potensial sekitarnya.

Referensi

- [1] P. F. E. Christy, "Prediksi Angka Pengguna E-commerce di Indonesia 2024," Tempo, 31 Agustus 2020. [Online]. Available: <https://data.tempo.co/data/909/prediksi-angka-pengguna-e-commerce-di-indonesia-2024>. [Accessed 25 Februari 2024].
- [2] Datanesia, "Sebaran Wilayah Melek E-commerce," Datanesia, 12 September 2022. [Online]. Available: <https://datanesia.id/sebaran-wilayah-melek-e-commerce/>. [Accessed 25 Februari 2024].
- [3] D. Andi and A. S. Perwitasari, "Pasar e-commerce tumbuh, JNE yakin permintaan pengiriman barang terus meningkat,," Kontan, 4 November 2021. [Online]. Available: <https://industri.kontan.co.id/news/pasar-e-commerce-tumbuh-jne-yakin-permintaan-pengiriman-barang-terus-meningkat>. [Accessed 25 Februari 2024].
- [4] Biteship, "3 Jasa Kurir Terbesar di Indonesia beserta Produk Layanannya," Biteship, 16 Mei 2023. [Online]. Available: <https://biteship.com/blog/3-jasa-kurir-terbesar-di-indonesia/>. [Accessed 25 Februari 2024].
- [5] Kargo, "Permasalahan Logistik yang Terjadi Beserta Solusinya," Kargo, 1 Juni 2021. [Online]. Available: <https://kargo.tech/en/blog/permasalahan-logistik/>. [Accessed 25 Februari 2024].
- [6] argo, "Permasalahan Logistik yang Terjadi Beserta Solusinya," Kargo, 1 Juni 2021. [Online]. Available: <https://kargo.tech/en/blog/permasalahan-logistik/>.

[Accessed 25 Februari 2024].

- [7] B. S. Wibowo, "Pentingnya Opsi Pengiriman Ramah Lingkungan dalam Belanja Online," LinkedIn, 15 April 2023. [Online]. Available: <https://id.linkedin.com/pulse/pentingnya-pilihan-pengiriman-ramah-lingkungan-dalam-belanja-wibowo>. [Accessed 25 Februari 2024].
- [8] R. Yuzril, L. Loren, A. L. Sutrisno and S. Larissa, "Navigating Last-Mile Delivery Challenges Through Sustainability Initiatives," Mcorp, 1 Agustus 2023. [Online]. Available: [1] <https://www.markplusinc.com/uploads/files/2023/08/logistics-industry-m-quarterly-report-q2-2023-1.pdf>. [Accessed 25 Februari 2024].
- [9] F. Shyong, "Why are Taiwan's 7-Elevens so much better than ours?," Los Angeles Time, 20 Mar 2024. [Online]. Available: <https://www.latimes.com/california/story/2024-03-20/what-7-eleven-means-to-taiwan-and-my-family>. [Accessed 25 Maret 2024].
- [10] A. Collins, "Travel behaviour in the context of parcel pickups," The Australian Key Centre in Transport and Logistics Management, Sydney, 2015.
- [11] U. Lachapelle, M. Burke, A. Brotherton and A. Leung, "Parcel locker systems in a car dominant city: Location, characterisation and potential impacts on city planning and consumer travel access," *Journal of Transport Geography*, vol. 71, pp. 1-14, 2018.
- [12] Exactitude, "Pasar Smart Parcel Locker berdasarkan Jenis (Modular Parcel Locker, Cooling Locker untuk Makanan Segar, Loker Pos, dan Loker Binatu), Penerapan (Indoor dan Outdoor), berdasarkan Wilayah (Amerika Utara, Eropa, Asia Pasifik, Amerika Selatan)," Exactitude Consultancy, 1 Maret 2022. [Online]. Available: <https://exactitudeconsultancy.com/id/laporan/2810/pasar-loker-paket-pintar/>. [Accessed 25 Maret 2024]
- [13] K. Hofer, S. Flucher, M. Fellendorf and M. Schadler, "Estimation of Changes in Customer's Mobility Behaviour by the Use of Parcel Locker," *Transportation Research Procedia*, vol. 47, pp. 425-432, 2020.
- [14] P. B. J. Bangun, S. Octarina, R. Aniza, L. Hanum, F. M. Puspita and S. S. Supadi, "Set Covering Model Using Greedy Heuristic Algorithm to Determine The Temporary Waste Disposal Sites in Palembang," *Science and Technology Indonesia*, vol. 7, no. 1, pp. 98-105, 2022.
- [15] M. Asni, D. R. Wati, A. Widiastuti, C. A. Prasetya and L. T. Dewi, "Kota Yogyakarta Dalam Angka," Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta, Yogyakarta, 2023.
- [16] M. S. Daskin and K. L. Maass, Location Science." *Location Science*, 2015. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-13111-5>, Springer, 2015.
- [17] H. Lee, M. Chen, H. T. Pham and S. Choo, "Development of a Decision Making System for Installing Unmanned Parcel Lockers: Focusing on Residential Complexes in Korea," *Journal of Civil Engineering*, vol. 23, no. 6, pp. 2713-2722, 2019.
- [18] Z. Yu, L. Xu, C. S and J. C, "Research on Urban Fire Station Layout Planning Based on a Combined Model Method," *International Journal of Geo-Information*, vol. 12, no. 135, 2023.