



## ***Determination of Distribution Center Location using Analysis of Time-Based Set Covering Model and Maximal Covering Model Analysis***

### **Penentuan Lokasi Pusat Distribusi Menggunakan Analisis Set Covering Model dan Maximal Covering Model Berbasis Waktu**

Rainisa Maini Heryanto<sup>1</sup>, Santoso<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Maranatha, Jalan Prof. drg. Surya Sumantri M.P.H. No 65, Bandung, Jawa Barat, 40164

email : rainisa.mh@eng.maranatha.edu, santoso@eng.maranatha.edu

doi: <https://doi.org/10.31315/opsi.v16i1.8760>

*Received: 5<sup>th</sup> January 2023; Revised: 13<sup>th</sup> March 2023; Accepted: 2<sup>nd</sup> May 2023;  
Available online: 19<sup>th</sup> June 2023; Published regularly: June 2023*

#### **ABSTRACT**

*The distribution or delivery process is one factor that affect customer satisfaction as the goal of supply chain. In order for supply chain to be competitive in competition, delivery time is an important factor to manage, so that it could provide high service level value. One factor that could affects distribution or delivery is distribution center location. A strategic distribution center location would facilitate and speed up distribution process. This research discusses model for determining location of distribution center so that delivery could be made at the right amount and in the right time by analyzing of time-based using set covering model and maximal covering model. The numerical example in this research is case study on paint supply chain in Bandung which has a number of delivering clusters. Each cluster consists of a number of building material stores which are located scattered. There is one cluster that has problems in fulfilling demands and delivery times. The analysis made could be used to determine the distribution center location so that it could serve all consumer demands. Based on the calculation results, it was found that there were two distribution center locations. Two distribution centers could fulfill the objective function of cost minimization and satisfy all demands. The results of the sensitivity analysis show that there are several factors that influence the determination of location number.*

**Keywords:** *distribution center, location, Maximal Covering Model, Set Covering Model, time*

#### **ABSTRAK**

*Proses distribusi atau pengiriman merupakan salah satu hal yang mempengaruhi kepuasan konsumen sebagai tujuan akhir dari rantai pasok. Agar suatu rantai pasok dapat kompetitif dalam persaingan, maka waktu pengiriman menjadi faktor yang penting untuk dikelola sehingga dapat memberikan nilai service level yang tinggi. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi distribusi atau pengiriman adalah lokasi pusat distribusi. Lokasi pusat distribusi yang strategis akan memudahkan dan mempercepat proses pengiriman. Penelitian ini membahas model untuk penentuan lokasi pusat distribusi agar pengiriman dapat dilakukan pada jumlah dan waktu yang tepat berdasarkan rentang waktu dengan melakukan analisis set covering model dan maximal covering model. Contoh numerik dalam penelitian merupakan studi kasus pada sebuah rantai pasok produk cat di Kota Bandung yang memiliki sejumlah kluster pengiriman. Setiap kluster terdiri dari sejumlah toko bangunan yang letaknya tersebar. Terdapat satu buah kluster yang mengalami permasalahan dalam pemenuhan permintaan dan waktu pengiriman. Analisis yang dibuat dapat digunakan untuk menentukan lokasi pusat distribusi sehingga dapat melayani semua kebutuhan konsumen. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan bahwa terdapat dua lokasi pusat distribusi yang dibangun. Kedua pusat distribusi tersebut dapat memenuhi fungsi tujuan minimasi biaya dan memenuhi seluruh permintaan. Hasil analisis sensitivitas menunjukkan terdapat beberapa faktor yang berpengaruh dalam penentuan jumlah lokasi.*

**Kata Kunci:** *lokasi, Maximal Covering Model, pusat distribusi, Set Covering Model, waktu*



## 1. PENDAHULUAN

Permasalahan rantai pasok saat ini adalah bagaimana menghasilkan produk yang tepat, mengirimkan produk ke tempat yang tepat, dan pada waktu yang tepat. Berdasarkan penelitian Kumar et al (2020), diketahui bahwa perusahaan lebih memprioritaskan waktu pengiriman daripada produksi, harga, dan kualitas produk (Kumar et al., 2020). Sebuah perancangan jaringan rantai pasok merupakan satu kegiatan strategis yang perlu dilakukan pada suatu pengelolaan rantai pasok. Hal ini dapat mencakup keputusan tentang lokasi, jumlah, serta kapasitas fasilitas produksi dan distribusi dalam suatu rantai pasok (Pujawan & Er, 2017).

Proses distribusi atau pengiriman merupakan salah satu hal yang mempengaruhi kepuasan konsumen sebagai tujuan akhir dari sebuah rantai pasok. Jaringan yang baik harus memiliki kecepatan tanggap yang tinggi sehingga *lead time* pengiriman menjadi pendek dalam memperoleh barang dan *service level* yang tinggi yaitu kemampuan jaringan untuk memasok dengan ketersediaan barang yang cukup tinggi (Sourirajan et al., 2009). Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi distribusi atau pengiriman adalah lokasi pusat distribusi. Kegiatan operasional perusahaan dapat dilakukan dengan baik jika didukung oleh penentuan lokasi fasilitas yang strategis (Santoso & Heryanto, 2022). Permasalahan yang banyak dihadapi oleh sebuah rantai pasok adalah dalam menentukan lokasi pusat distribusi agar pengiriman dapat dilakukan pada jumlah dan waktu yang tepat.

Terdapat beberapa model untuk menentukan lokasi fasilitas seperti *gravity location models*, *set covering location problem* (SCLP), dan *maximal covering location problem* (MCLP). *Gravity location models* digunakan untuk menentukan lokasi suatu fasilitas (misalnya gudang atau pabrik) yang menjadi penghubung antara sumber-sumber pasokan dan beberapa lokasi konsumen. Jika fasilitas merupakan manufaktur maka tujuannya adalah mendapatkan lokasi yang dapat membuat biaya transportasi bahan baku dari pemasok ke manufaktur dan biaya transportasi dari manufaktur ke konsumen menjadi minimum (Pujawan & Er, 2017). Model ini menggunakan

dua asumsi yaitu biaya transportasi naik secara linier sebanding dengan volume yang dipindahkan dan lokasi sumber pasokan dan konsumen dapat ditentukan pada suatu peta dengan koordinat  $x$  dan  $y$  yang jelas. Kelemahan dari model ini adalah sering kali koordinat yang ditemukan merupakan solusi yang tidak layak karena sudah ada fasilitas yang lain yang menempati koordinat yang dihasilkan.

Model lain yang dapat digunakan untuk menentukan lokasi fasilitas adalah model SCLP dan MCLP. Penggunaan model SCLP dilakukan dalam penelitian untuk menentukan lokasi fasilitas layanan darurat oleh Toregas et al (1971) yang dipecahkan dengan menggunakan *linear programming* (Toregas et al., 1971). Penelitian lain tentang SCLP digunakan untuk menentukan lokasi dan jumlah pos pemadam kebakaran yang diselesaikan dengan metode *branch and bound*. Penelitian ini menghasilkan tiga lokasi pos pemadam kebakaran dengan total biaya yang minimum (Idayani et al., 2020). Penelitian untuk menentukan tempat pembuangan sampah sementara (TPS) di Palembang dilakukan oleh Bangun, dkk (2022) dengan menggunakan algoritma *greedy heuristic* dan menghasilkan penambahan 14 lokasi TPS baru (Bangun et al., 2022).

Tujuan yang ingin dicapai dari model SCLP adalah menentukan sejumlah lokasi fasilitas dari sejumlah kandidat lokasi fasilitas yang terbatas sehingga setiap permintaan konsumen dapat dipenuhi oleh minimum dari satu lokasi fasilitas dengan biaya yang minimum (Daskin, 1995). Solusi yang diberikan oleh model ini adalah solusi meliputi fasilitas yang tidak terbatas (Dounpan, 2020).

Penggunaan model MCLP dilakukan dalam penelitian Church dan Velle (2005) yang mengidentifikasi jumlah minimal dari lokasi fasilitas dan memastikan bahwa tidak ada titik permintaan yang lebih jauh dari layanan maksimal jarak dari suatu fasilitas. MCLP menetapkan populasi maksimum yang dapat dilayani dalam jarak atau waktu layanan yang ditentukan dengan jumlah fasilitas yang terbatas (Church & Velle, 2005). Asumsi yang digunakan dalam *covering location model* adalah tidak adanya pertimbangan kapasitas (Salari, 2014). Namun dengan adanya asumsi ini dapat membatasi penerapan dari *covering*



*location model* (Pirkul & Schilling, 1991). Penelitian lain tentang MCLP dilakukan oleh Bahrami, dkk (2021) tentang MCLP yang diformulasikan dengan sistem antrian untuk menentukan pusat pelayanan kesehatan yang dapat melayani populasi maksimum dengan biaya yang murah. Penelitian ini mempertimbangkan perbedaan tingkat layanan dan rata-rata permintaan periodik (Bahrami et al., 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan lokasi pusat distribusi yang tepat agar pengiriman dapat dilakukan pada jumlah permintaan dan waktu yang tepat dengan menggunakan *covering location model* yaitu *set covering model* dan *maximal covering model* berdasarkan data waktu. Pada bagian pembahasan akan diberikan contoh numerik dari studi kasus nyata pada sebuah rantai pasok cat di Kota Bandung.

Entitas pusat distribusi pada rantai pasok cat tersebut memiliki sejumlah kluster pengiriman di mana setiap kluster terdiri dari beberapa toko besi atau bahan bangunan yang letaknya tersebar. Salah satu kluster mengalami permasalahan dalam pengiriman yaitu kluster Bandung Barat yang terdiri dari sepuluh titik permintaan. Pada saat ini, pengiriman yang dilakukan pusat distribusi seringkali mengalami keterlambatan sehingga terdapat konsumen yang tidak terlayani dan dapat mempengaruhi *service level* dari konsumen.

## 2. METODE

Dalam beberapa pemahaman dan penelitian, layanan pelanggan dari lokasi fasilitas yang ada bergantung pada jarak antara konsumen dan lokasi fasilitas di mana konsumen akan dilayani. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah *set covering model* dan *maximal covering model* berdasarkan (Daskin, 1995). Namun pada penelitian ini, kedua model tersebut menggunakan data waktu untuk penentuan lokasi fasilitas yang akan melayani permintaan konsumen sehingga terdapat modifikasi yang dilakukan. Data waktu didapatkan dari hasil konversi data jarak yang bersifat asimetris. Konversi data jarak menjadi data waktu menggunakan parameter kecepatan yang digunakan untuk pengiriman. Terdapat beberapa asumsi yang digunakan dalam

penelitian ini, asumsi pertama adalah lokasi untuk kandidat pusat distribusi juga merupakan titik permintaan konsumen, hal ini akan menyebabkan jumlah permintaan di lokasi pusat distribusi terpilih sebagai lokasi dari pendirian suatu pusat distribusi dapat dipenuhi oleh pusat distribusi di lokasi yang sama. Permintaan dari lokasi pusat distribusi yang terpilih dapat dipenuhi juga oleh lokasi pusat distribusi yang lain. Asumsi kedua adalah tidak memperhatikan jenis maupun kapasitas dari kendaraan yang digunakan di lokasi pusat distribusi terpilih.

### A. Set Covering Model

*Set covering model* bertujuan untuk menentukan sejumlah lokasi fasilitas dari sejumlah kandidat lokasi fasilitas yang terbatas sehingga setiap permintaan konsumen dapat dipenuhi oleh minimum dari satu lokasi fasilitas dengan biaya yang minimum. Dalam penelitian ini, *set covering model* dimodifikasi dengan jumlah anggaran yang dimiliki perusahaan yang menjadi tambahan batasan dalam penentuan keputusan jumlah dan lokasi pusat distribusi.

Formulasi masalah untuk *set covering model* adalah sebagai berikut:

Indeks:

- $i$  = titik permintaan (1, 2, 3, ... I)  
 $j$  = kandidat lokasi pusat distribusi (1, 2, 3, ... J)

Parameter:

- $f_j$  = biaya pembangunan pusat distribusi di lokasi  $j$   
 $d_{ij}$  = jarak dari titik permintaan  $i$  ke pusat distribusi  $j$   
 $v$  = kecepatan yang digunakan untuk pengiriman  
 $t$  = waktu pengiriman maksimum (*coverage time*)  
 $T_{ij}$  = waktu pengiriman dari pusat distribusi  $j$  ke titik permintaan  $i$   
 $b$  = jumlah anggaran yang disediakan untuk membangun pusat distribusi

Variabel keputusan:

- $a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika } T_{ij} \leq t \\ 0, & \text{jika tidak} \end{cases}$   
 $x_j = \begin{cases} 1, & \text{jika pusat distribusi dibangun di lokasi } j \\ 0, & \text{jika tidak} \end{cases}$

Fungsi tujuan:

$$\text{Minimasi } \sum_{j=1}^J f_j X_j \quad (1)$$

Pembatas:

$$\sum_{j=1}^J a_{ij} X_j \geq 1 \quad \forall i \in I \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^J f_j \leq b \quad (3)$$

$$X_j \in \{1,0\} \quad \forall j \in J \quad (4)$$

Formulasi (1) menjelaskan fungsi tujuan dari model yaitu minimasi total biaya pembangunan pusat distribusi. Pembatas (2) menjelaskan bahwa setiap titik permintaan harus dilayani paling sedikit oleh satu pusat distribusi. Pembatas (3) menjelaskan bahwa total biaya pembangunan pusat distribusi tidak boleh melebihi jumlah anggaran yang disediakan untuk membangun pusat distribusi. Pembatas (4) menyatakan variabel keputusan sebagai variabel biner yang bernilai 1 jika pusat distribusi  $j$  dibuka atau 0 jika pusat distribusi  $j$  tidak dibuka.

### B. Maximal Covering Model

*Maximal covering model* merupakan pengembangan dari *set covering model* yang memiliki kelemahan yang memperlakukan semua titik permintaan secara identik dan jumlah fasilitas yang dibutuhkan untuk melayani semua titik permintaan seringkali melebihi jumlah yang sebenarnya dapat dibangun. *Maximal covering model* bertujuan untuk menetapkan lokasi fasilitas yang akan ditempatkan dan memaksimalkan jumlah permintaan yang terlayani. Formulasi masalah untuk *maximal covering model* adalah sebagai berikut:

Indeks:

$i$  = titik permintaan (1, 2, 3, ... I)

$j$  = kandidat lokasi pusat distribusi (1, 2, 3, ... J)

Parameter:

$d_{ij}$  = jarak dari titik permintaan  $i$  ke pusat distribusi  $j$

$v$  = kecepatan yang digunakan untuk pengiriman

$t$  = waktu pengiriman maksimum (*coverage time*)

$T_{ij}$  = waktu pengiriman dari pusat distribusi  $j$  ke titik permintaan  $i$

$h_i$  = jumlah permintaan pada titik  $i$

$p$  = jumlah maksimal lokasi pusat distribusi yang akan dibangun

Variabel keputusan:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika } T_{ij} \leq t \\ 0, & \text{jika tidak} \end{cases}$$

$$X_j = \begin{cases} 1, & \text{jika pusat distribusi dibangun di lokasi } j \\ 0, & \text{jika tidak} \end{cases}$$

$$Z_i = \begin{cases} 1, & \text{jika titik permintaan } i \text{ terlayani} \\ 0, & \text{jika tidak} \end{cases}$$

Fungsi tujuan:

$$\text{Maksimasi } \sum_{i=1}^I h_i Z_i \quad (5)$$

Pembatas:

$$\sum_{j=1}^J a_{ij} X_j \geq Z_i \quad \forall i \in I \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^J X_j \leq p \quad (7)$$

$$X_j \in \{1,0\} \quad \forall j \in J \quad (8)$$

$$Z_i \in \{1,0\} \quad \forall i \in I \quad (9)$$

Formulasi (5) menjelaskan fungsi tujuan dari model yaitu maksimasi permintaan yang dapat dilayani. Pembatas (6) menjelaskan bahwa setiap titik permintaan harus dilayani dari pusat distribusi dalam waktu tempuh pelayanan dari paling sedikit satu fasilitas yang telah ditentukan. Pembatas (7) menjelaskan bahwa total pusat distribusi yang dibangun tidak boleh melebihi jumlah pusat distribusi yang ditentukan. Pembatas (8) menyatakan variabel keputusan sebagai variabel biner yang bernilai 1 jika pusat distribusi  $j$  dibuka atau 0 jika pusat distribusi  $j$  tidak dibuka. Pembatas (9) menyatakan variabel keputusan sebagai variabel biner yang bernilai 1 jika titik permintaan  $i$  terlayani atau 0 jika titik permintaan  $i$  tidak terlayani.

Pengolahan data dalam penelitian ini terdiri dari empat tahap. Tahap pertama dimulai dengan melakukan konversi data jarak menjadi data waktu. Tahap kedua adalah perhitungan dengan menggunakan model matematis berdasarkan data yang ada. Tahap ketiga adalah melakukan analisis berdasarkan hasil yang didapatkan dari perhitungan. Tahap keempat adalah melakukan analisis sensitivitas untuk mengetahui faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keputusan penentuan lokasi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini digunakan contoh numerik untuk menguji model yang sudah dijelaskan. Contoh numerik yang disajikan diambil dari studi kasus sebuah perusahaan cat di Kota Bandung yang memiliki sejumlah klaster pengiriman. Setiap klaster terdiri dari beberapa toko besi atau bahan bangunan yang letaknya tersebar. Salah satu klaster yang mengalami permasalahan dalam pengiriman adalah klaster Bandung Barat yang terdiri dari sepuluh titik permintaan. Pada saat ini, pengiriman yang dilakukan pusat distribusi seringkali mengalami keterlambatan sehingga terdapat konsumen yang tidak terlayani dan dapat mempengaruhi *service level* dari konsumen. Data jarak (dalam km) untuk sepuluh titik permintaan dapat dilihat pada Tabel 1. Data jarak yang digunakan bersifat asimetris karena jarak dari A ke B dapat berbeda dengan jarak dari B ke A.

Untuk meningkatkan *service level* yang ingin diberikan perusahaan melalui pemenuhan permintaan dan waktu pengiriman, maka digunakan strategi pembangunan pusat distribusi yang memiliki lokasi yang sama

dengan lokasi toko besi atau bahan bangunan. Strategi ini dapat dilakukan dengan menggunakan *set covering model* untuk mendapatkan total biaya yang minimum. Data jarak kemudian dikonversi ke dalam data waktu berdasarkan data kecepatan yang digunakan untuk pengiriman yaitu data kecepatan kendaraan sebesar 40 km/jam dengan waktu pengiriman maksimum (*coverage time*) adalah 60 menit. Hasil konversi data jarak menggunakan rumus kecepatan dan didapatkan data waktu seperti dapat dilihat pada Tabel 2. Sebagai contoh jarak dari A ke B adalah 20 km dengan menggunakan kendaraan yang kecepatannya adalah 40 km/jam maka waktu tempuh dari A ke B adalah 0.5 jam atau 30 menit.

Biaya tetap (puluh juta rupiah) untuk pembangunan pusat distribusi di kandidat lokasi yang meliputi biaya sewa dan biaya pembangunan dapat dilihat pada Tabel 3. Perusahaan memiliki anggaran untuk pendirian pusat distribusi sebesar Rp. 50.000.000,- dan jumlah maksimum pusat distribusi yang dapat dibangun adalah tiga pusat distribusi. Data permintaan (puluh kg) dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 1.** Data jarak (km)

Jarak	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0	20	41	17	18	38	63	37	54	61
B	25	0	21	37	38	18	43	53	36	53
C	41	25	0	58	59	39	22	78	57	46
D	20	32	60	0	35	55	78	20	37	54
E	18	35	65	40	0	20	48	55	38	55
F	30	29	40	60	25	0	28	35	18	35
G	60	50	20	80	50	30	0	58	41	24
H	40	48	80	25	60	40	60	0	17	34
I	50	40	55	35	40	20	45	20	0	17
J	70	50	40	50	53	40	30	40	25	0

**Tabel 2.** Data waktu (menit)

Waktu	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0	30	62	26	27	57	95	56	81	92
B	38	0	32	56	57	27	65	80	54	80
C	62	38	0	87	89	59	33	117	86	69
D	30	48	90	0	53	83	117	30	56	81
E	27	53	98	60	0	30	72	83	57	83
F	45	44	60	90	38	0	42	53	27	53
G	90	75	30	120	75	45	0	87	62	36
H	60	72	120	38	90	60	90	0	26	51
I	75	60	83	53	60	30	68	30	0	26
J	105	75	60	75	80	60	45	60	38	0

**Tabel 3.** Biaya tetap pembangunan pusat distribusi (puluh juta rupiah)

Lokasi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
$f_i$	5	3	4	2	5	3	2	5	5	2

**Tabel 4.** Permintaan (puluh kg)

Lokasi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
$h_i$	18	27	26	10	11	20	14	31	35	30

Berdasarkan hasil pengolahan *set covering model* dengan menggunakan *Excel Solver* didapatkan hasil bahwa jumlah pusat distribusi yang dibuat adalah dua lokasi yaitu di D dan G dengan total biaya sebesar Rp. 40.000.000,-. Pusat distribusi D akan melayani titik permintaan A, B, D, E, H, dan I sedangkan pusat distribusi G akan melayani titik permintaan C, F, G, dan J. Penentuan dua pusat distribusi sudah dapat melayani semua titik permintaan.

Untuk mengatasi kekurangan dari *set covering model* yang menganggap semua titik permintaan identik, maka digunakan *maximal covering model* untuk dapat memaksimalkan jumlah permintaan yang terlayani. Dengan menggunakan data yang sama didapatkan hasil bahwa lokasi pusat distribusi adalah dua lokasi dari batasan maksimal tiga lokasi yaitu di B dan F dengan total permintaan yang terlayani adalah 2220 kg yang berarti semua permintaan berhasil untuk dilayani. Pusat distribusi B akan melayani titik permintaan A, B, C, D, E, F, dan I sedangkan pusat distribusi F akan melayani titik permintaan A, B, C, E, F, G, H, I, dan J. Terdapat titik permintaan yang dilayani lebih dari satu pusat distribusi yaitu A, B, C, E, F, dan I.

Dalam model yang diberikan terdapat beberapa parameter yang tidak dapat dikendalikan tetapi bergantung pada kondisi seperti kecepatan yang digunakan untuk pengiriman ( $v$ ), waktu maksimum pengiriman (*coverage time*/ $t$ ), jumlah anggaran yang disediakan perusahaan ( $b$ ), dan jumlah maksimal lokasi pusat distribusi yang akan dibangun ( $p$ ). Pada penelitian ini dilakukan analisis sensitivitas untuk kecepatan pengiriman, *coverage time*, jumlah anggaran, dan lokasi pusat distribusi yang akan dibangun.

Analisis sensitivitas pertama dilakukan terhadap parameter kecepatan pengiriman karena kecepatan pengiriman akan mempengaruhi data waktu. Kecepatan pengiriman yang semakin kecil akan membuat data waktu semakin besar dan sebaliknya. Kecepatan pengiriman yang semakin kecil

terjadi jika ditemukan kondisi kemacetan, demo, atau kejadian-kejadian yang dapat menghalangi distribusi atau pengiriman. Analisis sensitivitas untuk kecepatan dengan *set covering model* dapat dilihat pada Tabel 5 sedangkan untuk *maximal covering model* dapat dilihat pada Tabel 6.

Berdasarkan hasil yang didapatkan untuk *set covering model*, maka penurunan kecepatan akan mempengaruhi hasil fungsi tujuan yang akan meningkat dan juga perubahan lokasi pusat distribusi. Bahkan dengan penurunan kecepatan sebesar 20% akan mengakibatkan solusi menjadi *non feasible* karena terdapat titik permintaan yang tidak terlayani. Sedangkan kenaikan kecepatan sampai batas 20% tidak mempengaruhi lokasi pusat distribusi dan juga fungsi tujuan. Kenaikan kecepatan sebesar 30% dapat mempengaruhi fungsi tujuan yang semakin menurun dan jumlah lokasi pusat distribusi yang juga menurun.

Untuk *maximal covering model*, penurunan maupun kenaikan kecepatan tidak akan mempengaruhi fungsi tujuan yang didapatkan karena memberikan hasil yang sama bahwa semua titik permintaan akan berhasil dilayani. Namun, penurunan kecepatan sebesar 5% dan 20% akan mengakibatkan peningkatan jumlah lokasi pusat distribusi yang dibangun. Peningkatan kecepatan sebesar 30% akan mengakibatkan penurunan jumlah lokasi pusat distribusi yang akan dibangun. Dengan demikian dapat dikatakan kecepatan berbanding terbalik dengan jumlah pusat distribusi yang dibangun.

Analisis sensitivitas kedua dilakukan terhadap parameter *coverage time*. *Coverage time* dalam kasus nyata dapat dihubungkan dengan waktu yang tersedia untuk melayani permintaan. Analisis sensitivitas untuk *covering time* dengan *set covering model* dapat dilihat pada Tabel 7 sedangkan untuk *maximal covering model* dapat dilihat pada Tabel 8. Hasil analisis sensitivitas *coverage time* untuk *set covering model* dan *maximal covering model* memberikan



hasil yang sama dengan analisis sensitivitas untuk kecepatan. Dengan demikian dapat dikatakan *coverage time* berbanding terbalik dengan jumlah pusat distribusi yang dibangun.

Analisis sensitivitas ketiga dilakukan terhadap parameter anggaran yang disediakan oleh perusahaan. Anggaran ini hanya berpengaruh pada *set covering model* karena pada *maximal covering model* tidak memperhatikan besarnya anggaran. Analisis sensitivitas untuk anggaran dapat dilihat pada Tabel 9. Dari hasil didapatkan bahwa kenaikan dan penurunan anggaran dari kondisi awal tidak akan mempengaruhi hasil fungsi tujuan, jumlah lokasi, dan lokasi pusat distribusi. Namun, penurunan anggaran di bawah Rp. 40.000.000,- akan membuat solusi menjadi *non feasible*.

Analisis sensitivitas keempat dilakukan terhadap parameter jumlah maksimal lokasi

pusat distribusi yang akan dibangun. Jumlah maksimal lokasi pusat distribusi yang akan dibangun hanya berpengaruh pada *maximal covering model* karena pada *set covering model* tidak memperhatikan besarnya jumlah maksimal lokasi pusat distribusi yang dapat melayani semua permintaan. Analisis sensitivitas untuk jumlah maksimal lokasi pusat distribusi yang dibangun dapat dilihat pada Tabel 10. Dari hasil didapatkan bahwa penurunan jumlah maksimal lokasi pusat distribusi dapat memiliki risiko adanya permintaan yang tidak dapat terlayani. Dalam kasus ini penurunan jumlah maksimal lokasi fasilitas menjadi satu dapat mengakibatkan adanya permintaan di titik D yang tidak dapat terlayani. Jika setiap permintaan yang tidak terlayani berimplikasi pada biaya maka hal ini akan berpengaruh pada total biaya yang dihasilkan.

**Tabel 5.** Analisis sensitivitas parameter kecepatan untuk *set covering model*  
( $t = 60$  menit dan  $b = \text{Rp. } 50.000.000,-$ )

Kondisi	Kecepatan (km/jam)	Fungsi Tujuan	Jumlah Pusat Distribusi	Lokasi Pusat Distribusi	Titik <i>Demand</i> Terlayani	Total <i>Demand</i> Terlayani (puluh kg)	Solusi
Awal	40	4	2	D, G	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	<i>Feasible</i>
Turun 5%	38	5	2	B, J	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	<i>Feasible</i>
Naik 5%	42	4	2	D, G	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	<i>Feasible</i>
Turun 10%	36	5	2	B, J	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	<i>Feasible</i>
Naik 10%	44	4	2	D, G	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	<i>Feasible</i>
Turun 20%	32	5	2	B, J	A, B, C, D, F, G, I, J	180	<i>Non Feasible</i>
Naik 20%	48	4	2	D, G	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	<i>Feasible</i>
Naik 30%	52	3	1	B	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	<i>Feasible</i>

**Tabel 6.** Analisis sensitivitas parameter kecepatan untuk *maximum covering model*  
( $t = 60$  menit dan  $p = 3$ )

Kondisi	Kecepatan (km/jam)	Fungsi Tujuan	Jumlah Pusat Distribusi	Lokasi Pusat Distribusi	Titik <i>Demand</i> Terlayani	Total <i>Demand</i> Terlayani (puluh kg)	Solusi
Awal	40	222	2	B, F	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	<i>Feasible</i>
Turun 5%	38	222	3	G, H, I	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	<i>Feasible</i>
Naik 5%	42	222	2	F, I	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	<i>Feasible</i>
Turun 10%	36	222	2	B, J	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	<i>Feasible</i>
Naik 10%	44	222	2	F, I	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	<i>Feasible</i>
Turun 20%	32	222	3	B, F, I	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	<i>Feasible</i>
Naik 20%	48	222	2	F, I	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	<i>Feasible</i>
Naik 30%	52	222	1	B	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	<i>Feasible</i>

**Tabel 7.** Analisis sensitivitas parameter *coverage time* untuk *set covering model*  
( $v = 40$  km/jam dan  $b = \text{Rp. } 50.000.000,-$ )

Kondisi	Coverage Time (menit)	Fungsi Tujuan	Jumlah Pusat Distribusi	Lokasi Pusat Distribusi	Titik Demand Terlayani	Total Demand Terlayani (puluh kg)	Solusi
Awal	60	4	2	D, G	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Turun 5%	57	5	2	B, J	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Naik 5%	63	4	2	D, G	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Turun 10%	54	5	2	B, J	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Naik 10%	66	4	2	D, G	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Turun 20%	48	5	2	B, J	A, B, C, D, F, G, I, J	180	Non Feasible
Naik 20%	72	4	2	D, G	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Naik 30%	78	3	1	B	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible

**Tabel 8.** Analisis sensitivitas parameter kecepatan untuk *maximum covering model*  
( $v = 40$  km/jam dan  $p = 3$ )

Kondisi	Kecepatan (km/jam)	Fungsi Tujuan	Jumlah Pusat Distribusi	Lokasi Pusat Distribusi	Titik Demand Terlayani	Total Demand Terlayani (puluh kg)	Solusi
Awal	60	222	2	B, F	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Turun 5%	57	222	3	G, H, I	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Naik 5%	63	222	2	F, I	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Turun 10%	54	222	2	B, J	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Naik 10%	66	222	2	F, I	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Turun 20%	48	222	3	B, F, I	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Naik 20%	72	222	2	F, I	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Naik 30%	78	222	1	B	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible

**Tabel 9.** Analisis sensitivitas parameter anggaran untuk *set covering model*  
( $v = 40$  km/jam dan  $t = 60$  menit)

Kondisi	Anggaran (puluh juta)	Fungsi Tujuan	Jumlah Pusat Distribusi	Lokasi Pusat Distribusi	Titik Demand Terlayani	Total Demand Terlayani (puluh kg)	Solusi
Awal	5	4	2	D, G	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Turun 5%	4,75	4	2	D, G	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Naik 5%	5,25	4	2	D, G	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Turun 10%	4,5	4	2	D, G	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Naik 10%	5,5	4	2	D, G	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Turun 20%	4	4	2	D, G	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Naik 20%	6	4	2	D, G	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Turun 30%	3,5	-	-	-	-	-	Non Feasible

**Tabel 10.** Analisis sensitivitas parameter jumlah maksimal pusat distribusi untuk *maximum covering model*  
( $v = 40$  km/jam dan  $t = 60$  menit)

Kondisi	Jumlah Maksimal Pusat Distribusi	Fungsi Tujuan	Jumlah Pusat Distribusi	Lokasi Pusat Distribusi	Titik Demand Terlayani	Total Demand Terlayani (puluh kg)	Solusi
Awal	3	222	2	B, F	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Turun 1 lokasi	2	222	2	B, F	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Naik 1 lokasi	4	222	2	B, F	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Turun 2 lokasi	1	212	1	F	A, B, C, E, F, G, H, I, J	212	Feasible
Naik 2 lokasi	5	222	2	B, F	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible
Naik 3 lokasi	6	222	2	B, F	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	222	Feasible



#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan contoh numerik dengan menggunakan dua model yaitu *set covering model* dan *maximal covering model* didapatkan hasil bahwa kedua model tersebut dapat digunakan untuk menentukan lokasi pusat distribusi. *Set covering model* dapat menentukan lokasi pusat distribusi yang dibangun dan memberikan total biaya minimum serta dapat melayani semua titik permintaan dan memenuhi batasan anggaran yang disediakan perusahaan. Pada contoh numerik studi kasus didapatkan hasil dengan menggunakan *set covering model*, terdapat dua pusat distribusi yang dibangun dari batasan maksimal tiga pusat distribusi yang dapat memenuhi seluruh permintaan. Pusat distribusi dibangun pada lokasi D dan G dengan total biaya sebesar Rp. 40.000.000,-. *Maximal covering model* dapat menentukan lokasi pusat distribusi dan memaksimalkan jumlah permintaan yang terlayani. Pada contoh numerik studi kasus didapatkan hasil dengan menggunakan *maximal covering model*, terdapat dua lokasi pusat distribusi yang dibangun yang dapat memenuhi seluruh permintaan. Pusat distribusi dibangun pada lokasi B dan F.

Terdapat beberapa parameter yang tidak dapat dikendalikan tetapi bergantung pada kondisi seperti kecepatan yang digunakan untuk pengiriman ( $V$ ), waktu maksimum pengiriman (*coverage time*), jumlah anggaran yang disediakan perusahaan ( $b$ ), dan jumlah maksimal lokasi pusat distribusi yang akan dibangun ( $P$ ). Berdasarkan hasil analisis sensitivitas didapatkan hasil bahwa kecepatan berbanding terbalik dengan jumlah pusat distribusi yang dibangun, demikian juga untuk *coverage time*. Untuk parameter anggaran didapatkan hasil bahwa penurunan anggaran akan berpengaruh terhadap penentuan jumlah fasilitas. Pada batasan tertentu ada kemungkinan solusi menjadi *non feasible*. Untuk parameter jumlah maksimal lokasi didapatkan hasil bahwa penurunan jumlah maksimal lokasi dapat berimplikasi pada adanya permintaan yang tidak terlayani.

Peluang untuk penelitian lanjutan adalah menentukan rute pelayanan setelah diketahui lokasi fasilitas yang dibuka. Selain itu dapat menambahkan kendala kapasitas untuk *maximal covering model*.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Universitas Kristen Maranatha yang telah berkontribusi dalam penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bahrami, I., Ahari, R. M., & Asadpour, M. (2021). A maximal covering facility location model for emergency services within an M(t)/M/m/m queuing system. *Journal of Modelling in Management*, 16(3), 963–986. <https://doi.org/10.1108/JM2-06-2020-0152>
- Bangun, P. B. J., Octarina, S., Aniza, R., Hanum, L., Puspita, F. M., & Supadi, S. S. (2022). Set Covering Model Using Greedy Heuristic Algorithm to Determine The Temporary Waste Disposal Sites in Palembang. *Science and Technology Indonesia*, 7(1), 98–105. <https://doi.org/10.26554/sti.2022.7.1.98-105>
- Church, R., & Velle, C. R. (2005). The Maximal Covering Location Problem. *Papers in Regional Science*, 32(1), 101–118. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5597.1974.tb00902.x>
- Daskin, M. S. (1995). *Network and Discrete Location Models, Algorithms, and Applications* (R. L. Graham, J. K. Lenstra, & R. E. Tarjan, Eds.). John Wiley & Sons, Inc.
- Doungpan, S. (2020). Analysis of Covering Problem Models for Setting the Location of a Ready-Mixed Concrete Plant: Case Study of the Rayong Province, Thailand. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 012003. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/910/1/012003>
- Idayani, D., Puspitasari, Y., & Sari, L. D. K. (2020). Penggunaan Model Set Covering Problem dalam Penentuan Lokasi dan Jumlah Pos Pemadam Kebakaran. *Jurnal Ilmiah Soulmath: Jurnal Edukasi Pendidikan Matematika*, 8(2), 139–152. <https://doi.org/10.25139/smj.v8i2.3280>
- Kumar, R., Ganapathy, L., Gokhale, R., & Tiwari, M. K. (2020). Quantitative



- approaches for the integration of production and distribution planning in the supply chain: a systematic literature review. In *International Journal of Production Research* (Vol. 58, Issue 11, pp. 3527–3553). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1762019>
- Pirkul, H., & Schilling, D. A. (1991). The Maximal Covering Location Problem with Capacities on Total Workload. *Management Science*, 37(2), 233–248. <https://doi.org/10.1287/mnsc.37.2.233>
- Pujawan, I. N., & Er, M. (2017). *Supply Chain Management* (3rd ed.). Penerbit ANDI.
- Salari, M. (2014). An Iterated Local Search for the Budget Constrained Generalized Maximal Covering Location Problem. *Journal of Mathematical Modelling and Algorithms in Operations Research*, 13(3), 301–313. <https://doi.org/10.1007/s10852-013-9233-9>
- Santoso, S., & Heryanto, R. M. (2022). Pengembangan Model Capacitated Maximal Covering Location Problem (CMCLP) untuk Penentuan Lokasi dan Tipe Distribution Center. *OPSI*, 15(1), 34. <https://doi.org/10.31315/opsi.v15i1.6431>
- Sourirajan, K., Ozsen, L., & Uzsoy, R. (2009). A genetic algorithm for a single product network design model with lead time and safety stock considerations. *European Journal of Operational Research*, 197(2), 599–608. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.07.038>
- Toregas, C., Swain, R., ReVelle, C., & Bergman, L. (1971). The Location of Emergency Service Facilities. *Operations Research*, 19(6), 1363–1373. <https://doi.org/10.1287/opre.19.6.1363>