

PENENTUAN LOKASI OPTIMAL ASPHALT MIXING PLANT DI PROVINSI JAWA BARAT MENGGUNAKAN METODE FIXED CHARGE FACILITY LOCATION PROBLEM UNTUK MEMINIMALKAN BIAYA DISTRIBUSI

1st Rendra Bagus Kusuma Jati
Digital Supply Chain
Fakultas Rekayasa Industri
Bandung, Indonesia

rendrabagus@student.telkomuniversity.
ac.id

2nd Femi Yulianti
Digital Supply Chain
Fakultas Rekayasa Industri
Bandung, Indonesia

femiyulianti@telkomuniversity.ac.id

3rd Putu Giri Artha Kusuma
Digital Supply Chain
Fakultas Rekayasa Industri
Bandung, Indonesia

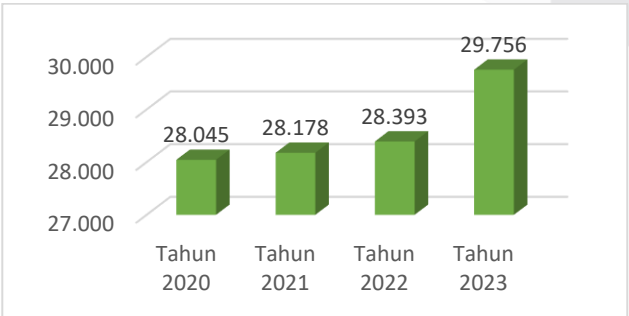
putugiriak@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan lokasi Asphalt Mixing Plant (AMP) di Provinsi Jawa Barat, khususnya wilayah UPTD III, dengan menggunakan metode Fixed Charge Facility Location Problem (FCFLP). Studi ini berfokus pada minimasi biaya distribusi sekaligus memenuhi permintaan hotmix di berbagai lokasi. Data yang digunakan meliputi lokasi quarry, AMP eksisting, titik permintaan, panjang jalan, dan kondisi infrastruktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 7 AMP eksisting, hanya 5 lokasi yang optimal (Margaasih, Padamulya, Cipageran, Padaasih, dan Wanakerta) dengan penghematan biaya distribusi mencapai 47% (Rp3,47 miliar). Analisis sensitivitas membuktikan model ini stabil terhadap kenaikan harga BBM hingga 20%, namun peka terhadap perubahan waktu tempuh maksimal. Implikasi penelitian mencakup efisiensi sumber daya dan dasar kebijakan pembangunan infrastruktur yang lebih efektif.

Kata kunci— Asphalt Mixing Plant, optimasi lokasi, Fixed Charge Facility Location Problem, biaya distribusi, hotmix.

I. PENDAHULUAN

Pembangunan ruas jalan pada Provinsi Jawa Barat memiliki peran strategis dalam memacu pertumbuhan dan perkembangan ekonomi maupun mobilitas di masyarakat. Kebutuhan infrastruktur jalan yang berkualitas menjadi jembatan konektivitas antar tiap wilayah, panjang jalan provinsi meliputi ruas jalan kabupaten hingga kota yang ada di Jawa Barat.



Gambar I-1. Panjang Jalan Provinsi Jawa Barat
(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2023)

Pengelolaan dan pemeliharaan infrastruktur jalan diserahkan kepada Dinas Marga dan Penataan Ruang (DBMPR) Provinsi

Jawa Barat yang membagi menjadi enam Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD). Pembagian unit pelaksana ini bertujuan untuk melaksanakan pengawasan serta pemeliharaan jalan yang dibutuhkan oleh tiap tiap daerah di Provinsi Jawa Barat.

Tabel I-1. Pembagian Wilayah Tiap UPTD

UPTD I	UPTD IV
Kabupaten Bekasi	Kabupaten Sumedang
Kabupaten Bogor	Kabupaten Garut
Kabupaten Cianjur	UPTD V
UPTD II	Kota Tasikmalaya
Kabupaten Sukabumi	Kota Banjar
UPTD III	Kabupaten Ciamis
Kabupaten Bandung	Kabupaten Kuningan
Kabupaten Bandung Barat	UPTD VI
Kabupaten Subang	Kabupaten Cirebon
Kabupaten Purwakarta	Kabupaten Indramayu
Kabupaten Karawang	Kabupaten Majalengka

(Sumber: Dinas Bina Marga dan Penataan Ruang Provinsi Jawa Barat, 2024)

Pada ruas ruas jalan yang umumnya digunakan oleh Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) menggunakan aspal sebagai bahan untuk mengikat agregat, agregat yang digunakan meliputi agregat kasar, agregat halus, dan bahan isian yang dipadatkan dan menjadi campuran beraspal panas (*hotmix*) dan *asphalt mixing plant* merupakan tempat memproduksi *hotmix*. Provinsi Jawa Barat memiliki 60 titik *Asphalt Mixing Plant* yang tersebar dan dikelompokan menurut UPTD tiap wilayahnya. Persebaran AMP dapat dilihat pada Tabel 1-2

Suhu aspal salah satu faktor penting dalam menjaga kualitas *hotmix* saat dihamparkan di lapangan. Pendistribusian aspal *hotmix* memerlukan pertimbangan dari segi waktu tempuh dan jarak yang memungkinkan aspal dalam kondisi terbaiknya, karena setelah aspal diproduksi harus segera dihamparkan ke tujuan.

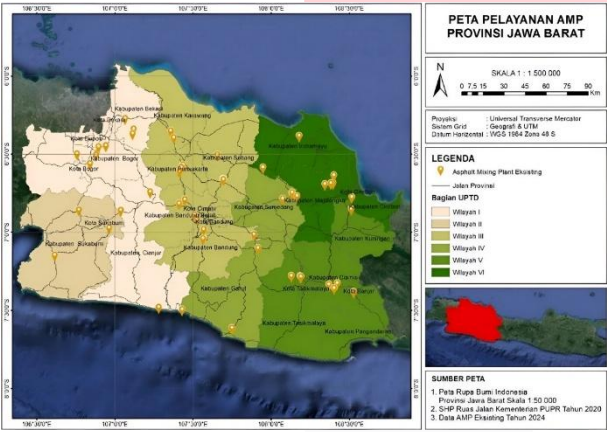
Lokasi *Asphalt Mixing Plant* (AMP) diperlukan oleh Pemerintah maupun pelaku bisnis karena bisa memproduksi *hotmix* dalam skala besar dan sesuai dengan spesifikasi. Data

panjang jalan yang ditangani oleh UPTD III sebesar 564,51 km termasuk jalan kabupaten/kecamatan dan kota.

Tabel I-2. Jumlah Unit AMP Tiap UPTD

Wilayah	Kepemilikan AMP	Unit AMP	Jumlah
UPTD I	Kabupaten Bekasi	4	13
	Kabupaten Bogor	3	
	Kabupaten Cianjur	6	
UPTD II	Kabupaten Sukabumi	3	3
UPTD III	Kabupaten Bandung	5	20
	Kabupaten Bandung Barat	3	
	Kabupaten Subang	7	
	Kabupaten Purwakarta	3	
	Kabupaten Karawang	2	
UPTD IV	Kabupaten Sumedang	6	9
	Kabupaten Garut	3	
UPTD V	Kota Tasikmalaya	4	8
	Kota Banjar	1	
	Kabupaten Ciamis	2	
UPTD VI	Kabupaten Kuningan	1	7
	Kabupaten Cirebon	4	
	Kabupaten Indramayu	2	
	Kabupaten Majalengka	1	

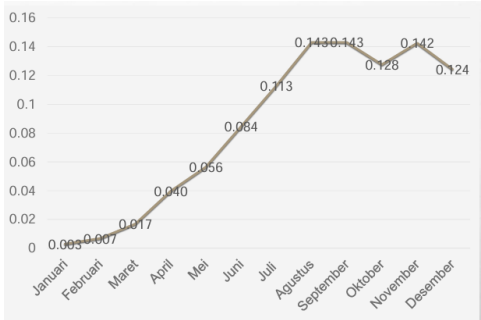
(Sumber: Anemer Aspal Beton Indonesia, 2024)



Gambar I-2. Peta Sebaran AMP Tiap UPTD

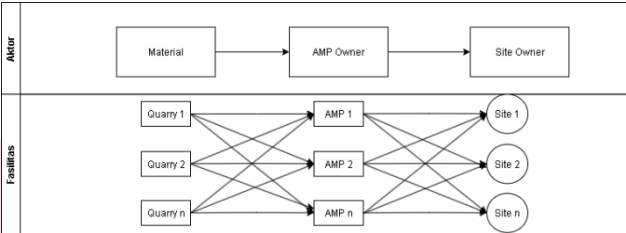
(Sumber: Dinas Bina Marga dan Penataan Ruang Provinsi Jawa Barat, 2024)

Permintaan aspal untuk melayani kebutuhan pembangunan maupun pemeliharaan jalan pada Provinsi Jawa Barat mengalami kendala dan belum menyeluruh untuk hampir semua jalan. Permintaan yang fluktuatif pada periode bulan Juli hingga Desember mempengaruhi pendistribusian *hotmix* dari *quarry* ke AMP lalu ke site permintaan dengan pelaksanaan distribusi yang serentak. Menurut (Chopra & Meindl, 2016) pola permintaan yang tidak terduga memengaruhi rantai pasok



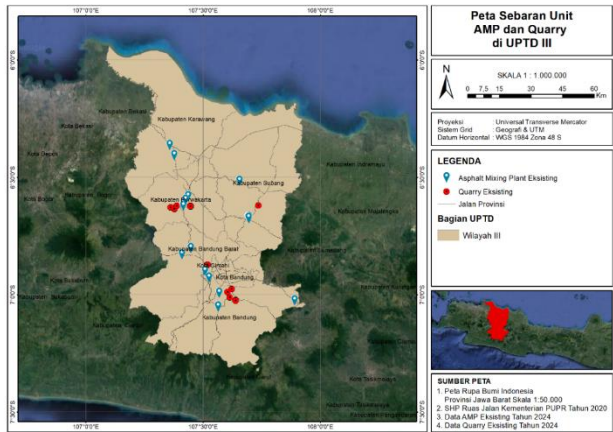
Gambar I-3. Pola Permintaan Hotmix Jawa Barat

Pendistribusian menuju lokasi AMP melibatkan biaya antara jarak dan waktu tempuh. Lokasi yang tidak optimal memicu peningkatan jarak dan waktu tempuh yang menyebabkan peningkatan biaya. Faktor permintaan dapat mempengaruhi lokasi AMP, jika titik AMP berdekatan dengan *quarry* dapat mengurangi biaya distribusi dan jika amp berdekatan dengan site dapat meningkatkan biaya *hauling*



Gambar I-4. Alur Rantai Pasok AMP

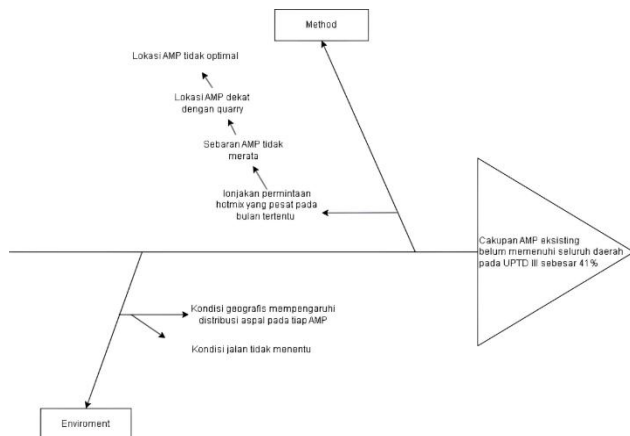
Berdasarkan gambar dibawah ini yang merupakan sebaran AMP dan *quarry* eksisting di wilayah III menunjukkan bahwa pendirian AMP tidak dirancang berdasarkan penentuan lokasi terbaik, melainkan pendirian fasilitas AMP masih mendekati *quarry* karena biaya yang lebih murah dan belum memperhatikan cakupan permintaan.



Gambar I-5. Sebaran AMP dan Quarry Eksisting (Sumber: Dinas Bina Marga dan Penataan Ruang Provinsi Jawa Barat, 2024)

Penelitian mengenai penentuan lokasi optimal AMP pada wilayah III Jawa Barat telah dilakukan oleh (Andini, 2023) dengan pendekatan berbasis cakupan waktu tempuh konservatif maksimal 90 menit. Dalam penelitiannya, dari 20 titik AMP eksisting. Tujuh titik lokasi AMP melambangkan radius persebaran distribusi *hotmix*. AMP usulan yang ditetapkan dari 21 kandidat lokasi berdasarkan kriteria Kementerian Perindustrian Nomor 30 Tahun 2020 dianggap mampu mencakup seluruh titik permintaan.

Berdasarkan waktu konservatif pemenuhan distribusi *hotmix* selama 90 menit, menunjukkan bahwa radius permintaan tercakup hanya 58,63% wilayah. Persentase ini didapat dari membandingkan wilayah yang tercakup dengan total wilayah UPTD III secara keseluruhan.



Gambar I-6. Diagram Ishikawa

Berdasarkan Diagram Ishikawa pada gambar 1-6 gejala dan akar permasalahan akan diketahui jika terdapat komponen yang ada pada masalah, yaitu metode dan lingkungan.

Pada komponen ini, lonjakan permintaan pada waktu tertentu menyebabkan kelebihan unit AMP, karena banyak titik amp yang tersebar di UPTD III yang mendekati *quarry* tetapi tidak mencakupi semua wilayah yang ada disana menyebabkan lokasi AMP tidak optimal..

II. KAJIAN TEORI

II.1 Asphalt Mixing Plant

Asphalt Mixing Plant (AMP) adalah seperangkat peralatan mekanik dan elektronik dimana agregat dipanaskan, dikeringkan dan dicampur dengan aspal untuk menghasilkan campuran beraspal panas yang memenuhi persyaratan tertentu. AMP digunakan dalam konstruksi jalan untuk memastikan kualitas aspal sesuai dengan spesifikasi teknis. Menurut (Zainuddin, 2013) jenis unit pencampur yang sering digunakan di Indonesia adalah *batch plant* dan *drum mix plant*.

II.2 Rantai Pasok

Rantai pasokan terdiri dari semua pihak yang terlibat, secara langsung maupun tidak langsung dan melibatkan semua aktivitas yang berkaitan dengan pergerakan produk, informasi, dan uang dari hulu ke hilir, dengan tujuan utama memenuhi kebutuhan pelanggan secara efektif dan efisien (Chopra & Meindl, 2016). Rantai pasokan bersifat dinamis dan melibatkan aliran informasi, produk, dan dana yang konstan di antara berbagai tahap. Menurut (Dr. Lukman S, 2021), pengertian manajemen rantai pasokan atau *Supply chain Management* adalah suatu rangkaian pendekatan yang digunakan untuk mengintegrasikan pemasok, produsen, gudang serta juga toko dengan secara efektif supaya persediaan barang itu dapat diproduksi serta juga didistribusi pada jumlah yang tepat, ke lokasi yang tepat, dan pada waktu yang tepat sehingga biaya keseluruhan sistem itu dapat diminimalisir selagi berusaha dapat memuaskan kebutuhan serta layanan..

II.3 Distribusi

Distribusi mengacu pada langkah-langkah yang diambil untuk memindahkan dan menyimpan produk dari tahap pemasok ke tahap pelanggan dalam rantai pasokan. Distribusi terjadi di antara setiap pasangan tahap dalam rantai pasokan. Bahan baku dan komponen dipindahkan dari pemasok ke produsen, sedangkan produk jadi dipindahkan dari produsen ke konsumen akhir (Chopra & Meindl, 2016). Distribusi merupakan pendorong utama profitabilitas keseluruhan perusahaan karena memengaruhi biaya rantai pasokan dan nilai pelanggan secara langsung. Proses distribusi melibatkan armada transportasi. Transportasi dapat berupa berbagai kombinasi moda dan rute, masing-masing dengan karakteristik kinerjanya sendiri. Pilihan transportasi memiliki dampak besar pada responsivitas dan efisiensi rantai pasokan.

II.4 Facility Location Problem

Facility Location Problem (FLP) adalah suatu masalah dalam perencanaan sistem logistik yang berfokus pada penentuan lokasi optimal agar fasilitas dapat melayani sejumlah titik permintaan secara efisien. Tujuan utama dari *facility location problem* terdiri dari meminimalkan total biaya dan memaksimalkan cakupan layanan dengan keterbatasan sumber daya. Menurut Daskin (1995), FLP didefinisikan sebagai suatu masalah pemilihan satu atau lebih fasilitas dari kumpulan kandidat lokasi guna meminimalkan total biaya yang terdiri dari biaya tetap dan biaya transportasi, sekaligus memenuhi permintaan yang tersebar secara geografis.

II.5 Fixed Charge Facility Location Problem

Fixed Charge Facility Location Problem (FCFLP) merupakan salah satu varian dari *facility location problem* (FLP) yang menggunakan pertimbangan biaya tetap (*fixed cost*) dalam pembukaan fasilitas dan biaya variabel (*variable cost*) dalam pendistribusian ke pelanggan. Model ini melibatkan dua jenis variabel keputusan, yaitu.

1. Variabel biner: Apakah suatu fasilitas dibuka atau tidak
2. Variabel kontinu atau diskrit: Alokasi permintaan ke fasilitas yang dibuka

Menurut Daskin (1995), *Fixed Charge Facility Location Problem* merupakan ekstensi dari model *facility location problem* dengan bertujuan memilih sejumlah fasilitas dari titik kandidat lokasi sehingga total biaya dan biaya distribusi dapat diminimalkan dengan tetap memenuhi titik permintaan. Secara matematis, FCFLP diformulasikan sebagai berikut.

$$\text{Minimize: } \sum_{j \in J} F_j y_j + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} c_{ij} x_{ij}$$

$$\begin{aligned} \text{Subject to: } & \sum_{j \in J} x_{ij} = d_i \\ & x_{ij} \leq d_i \cdot y_j \\ & y_j \in \{0,1\} \\ & x_{ij} \geq 0 \end{aligned}$$

Keterangan:

- I = Himpunan permintaan
 J = Himpunan fasilitas potensial

d_i = Permintaan dari titik i
 c_{ij} = Biaya transportasi dari fasilitas j ke titik i
 F_j = Biaya tetap untuk membuka fasilitas j
 x_{ij} = Jumlah permintaan pelanggan i yang dipenuhi oleh fasilitas j
 y_j = Variabel biner bernilai 1 jika AMP j dibangun, 0 jika tidak

Berdasarkan persamaan tersebut, dapat diuraikan pada pada persamaan (1) fungsi tujuan (z) adalah meminimalkan total biaya tetap dan biaya variabel. Pada persamaan (2) mendefinisikan kendala bahwa semua permintaan harus terpenuhi. Pada persamaan (3) mendefinisikan kendala bahwa hanya fasilitas yang dibuka yang dapat melayani permintaan. Pada persamaan (4) mendefinisikan variabel biner untuk pembukaan fasilitas, 1 jika dibuka dan 0 jika tidak. Pada persamaan (5) mendefinisikan variabel non negatif.

Dalam penelitian Nozick (2001), model *fixed charge facility location problem* dimodifikasi dengan menambahkan batasan cakupan waktu tempuh dan kapasitas. Secara matematis, FCFLP diformulasikan sebagai berikut

$$\text{Minimize: } \sum_j F_j X_j + c \sum_{ij} h_i d_{ij} Y_{ij}$$

$$\text{Subject to: } \sum_j Y_{ij} = 1$$

$$Y_{ij} \leq X_j$$

$$X_j \in \{0,1\}$$

$$Y_{ij} \in \{0,1\}$$

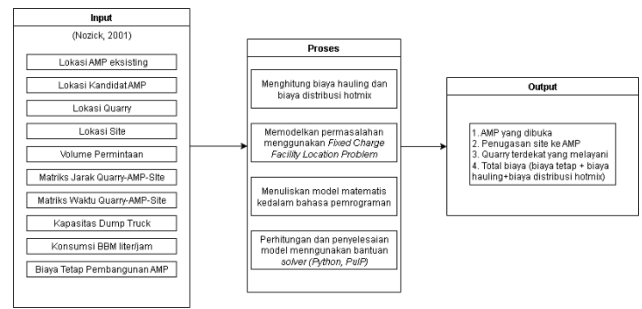
Keterangan:

i = Titik permintaan
 j = Kandidat fasilitas potensial
 d_{ij} = Jarak atau waktu tempuh dari lokasi permintaan i ke fasilitas j
 c = Biaya transportasi dari fasilitas j ke titik i
 F_j = Biaya tetap untuk membuka fasilitas j
 h_i = Permintaan di titik i
 x_j = Variabel biner : 1 jika fasilitas dibuka di lokasi j , 0 jika tidak
 Y_{ij} = Variabel biner : 1 jika permintaan i dilayani oleh fasilitas j , 0 jika tidak

III. METODE

III.1 Kerangka Berpikir

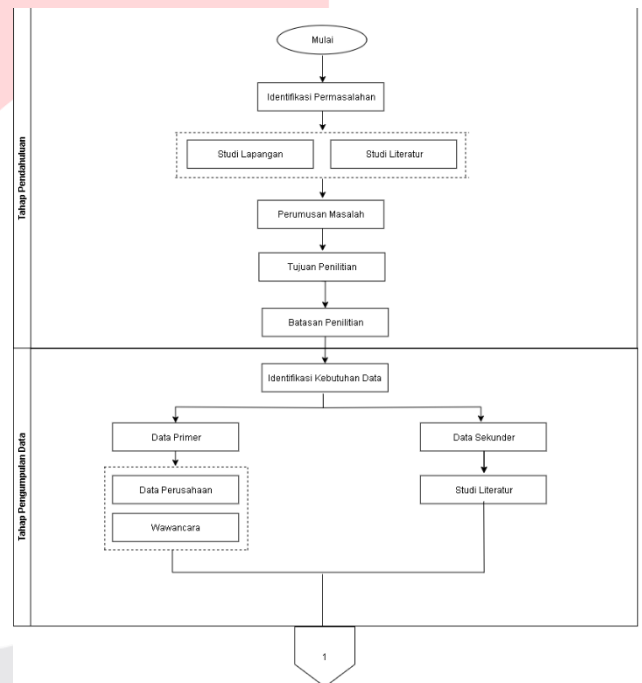
Kerangka berpikir adalah suatu rangkaian pemikiran yang terorganisir dengan baik, berfungsi sebagai pedoman bagi peneliti dalam memahami masalah, mengidentifikasi faktor-faktor yang relevan, serta merumuskan langkah-langkah yang harus diambil untuk mencapai tujuan penelitian.



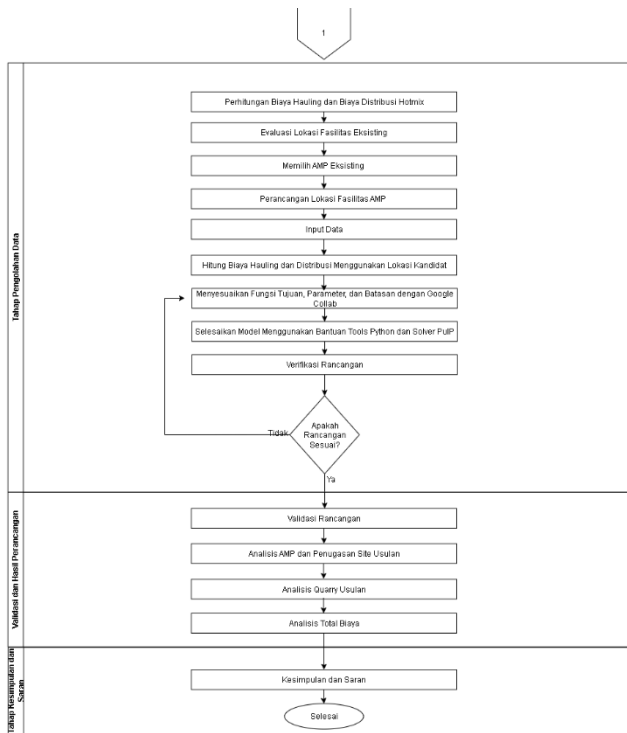
Gambar III-1. Kerangka Berpikir

III.2 Sistematika Penyelesaian Masalah

Sistematika penyelesaian masalah adalah suatu pendekatan terstruktur yang digunakan untuk mengatasi permasalahan yang ada. Adapun sistematika yang digunakan akan disajikan pada Gambar III-2.



Gambar III-2. Sistematika Penyelesaian Masalah



Gambar III-3. Sistematika Penyelesaian (Lanjutan)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Permintaan Hotmix

Kebutuhan material *hotmix* di setiap Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) di Provinsi Jawa Barat sangat beragam. Semakin tinggi pendapatan asli daerah (PAD) dianggap berpotensi memerlukan *hotmix* yang tinggi, permintaan *hotmix* diasumsikan proporsional terhadap PAD masing-masing kabupaten/kota pada Wilayah III.

Tabel IV-1. Data proporsi PAD UPTD III Provinsi Jawa Barat

No	Kabupaten/Kota	Pendapatan Asli Daerah (Rp)	Proporsi (Persen)
1	Kota Bandung	Rp 864.054.803.104	17
2	Kabupaten Bandung	Rp 1.318.632.136.238	27
3	Kabupaten Bandung Barat	Rp 670.903.908.007	14
4	Kota Cimahi	Rp 425.618.307.001	9
5	Kabupaten Subang	Rp 614.276.476.271	12
6	Kabupaten Purwakarta	Rp 365.123.156.353	7
7	Kabupaten Karawang	Rp 707.297.208.584	14
Total		Rp 4.965.905.995.558	100

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2023)

Tabel IV-2. Alokasi Permintaan UPTD III

Wilayah	Peluang Permintaan (Ton)	Proporsi (Persen)	Alokasi Permintaan (Ton)
Kota Bandung	300.000	17	51.000
Kabupaten Bandung	300.000	27	81.000
Kabupaten Bandung Barat	300.000	14	42.000
Kota Cimahi	300.000	9	27.000
Kabupaten Subang	300.000	12	36.000
Kabupaten Purwakarta	300.000	7	21.000
Kabupaten Karawang	300.000	14	42.000

(Sumber: Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah 2024, diolah)

Alokasi permintaan *hotmix* berdasarkan cakupan wilayah Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) III Provinsi Jawa Barat. Distribusi aktual tidak dilakukan secara merata, tetapi disesuaikan dengan proporsi kebutuhan pembangunan infrastruktur masing-masing wilayah.

IV.2 Lokasi Quarry Eksisting

Dalam penelitian ini, *quarry* berfungsi sebagai sumber utama bahan baku yang akan diolah di fasilitas AMP. Letak geografis *quarry* terhadap fasilitas dan site memiliki pengaruh terhadap besar atau kecilnya biaya *hauling*. Sebanyak 18 lokasi *quarry* eksisting yang tersebar di Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) III merupakan tambak aktif yang terdaftar dan memiliki izin.

IV.3 Kandidat Lokasi AMP

Industri AMP merupakan kategori industri yang menyumbang polusi. Pemilihan lokasi AMP harus berdasarkan pada Peraturan Menteri Perindustrian (Permenperin) Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2020 Tentang Teknis Kawasan Peruntukan Industri. Untuk memastikan kelancaran proses pekerjaan jangka panjang. Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2020 Tentang Kriteria Teknis Kawasan Peruntukan Industri mengenai pertimbangan dalam pemilihan lokasi kawasan industri, didapatkan 21 kandidat lokasi AMP.

IV.4 Lokasi Permintaan

Dalam penelitian ini, titik permintaan tidak direpresentasikan oleh proyek jalan secara khusus, melainkan menggunakan pendekatan agregasi berdasarkan wilayah administratif dibawah koordinasi Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) III Jawa Barat Didapatkan 7 lokasi permintaan.

IV.5 Kapasitas Produksi AMP

Dalam penelitian ini menggunakan AMP dengan kapasitas 1000(kg/batch) sebagai acuan dan kapasitas efektif per bulan (26 hari/ton/bulan) untuk semua AMP yang akan dibangun jika memenuhi persyaratan dari model yang digunakan.

IV.6 Matriks Jarak dan Waktu

Didalam penelitian ini, jarak dan waktu tempuh menjadi inputan penting dalam proses evaluasi lokasi fasilitas eksisting dan perancangan lokasi fasilitas *asphalt mixing plant*.

Matriks ini disusun karena merepresentasikan kondisi eksisting yang berdasarkan data spasial. Matriks ini digunakan dalam dua tahap analisis

Tahap 1: Evaluasi efisiensi AMP eksisting dengan membandingkan biaya *hauling* dari *quarry* dan biaya distribusi *hotmix* ke *site* menggunakan batas waktu distribusi maksimal sebagai parameter kelayakan.

Tahap 2: Perancangan lokasi fasilitas eksisting optimal menggunakan *fixed charge facility location problem*.

IV.7 Perhitungan Biaya

Perhitungan biaya *hauling* dari *quarry* menuju AMP pada penelitian ini mengacu pada pendekatan Biaya Operasi Kendaraan (Tamin,2000), berikut merupakan rumus yang diolah.

$$\text{Biaya Hauling} = \frac{D \cdot \eta}{Q} \cdot \frac{w_{qa}}{60} \cdot l \cdot P$$

Keterangan:

- D = Volume Permintaan
- η = Efisiensi Demand (94%)
- Q = Kapasitas Truk
- w = Waktu Tempuh (Menit)
- l = Konsumsi BBM (Liter/Jam)
- P = Harga BBM (Rp/Liter)

Perhitungan biaya distribusi *hotmix* dari AMP menuju *site* pada penelitian ini mengacu pada pendekatan Biaya Operasi Kendaraan (Tamin,2000), berikut merupakan rumus yang diolah.

$$\text{Biaya Hauling} = \frac{D}{Q} \cdot \frac{w_{ij}}{60} \cdot l \cdot P$$

Keterangan:

- D = Volume Permintaan (ton/tahun)
- Q = Kapasitas Truk (ton)
- w = Waktu Tempuh (Menit)
- l = Konsumsi BBM (Liter/Jam)
- P = Harga BBM (Rp/Liter)

IV.8 Perhitungan Rasio

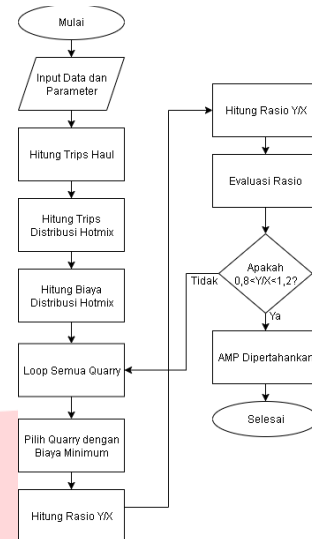
Rasio dalam penelitian ini sebagai perbandingan antara biaya distribusi *hotmix* dari lokasi AMP menuju site dengan biaya *hauling* dari *quarry* menuju AMP. Tujuan dari penggunaan rasio ini sebagai ukuran kelayakan. Rentang rasio yang dapat diterima sebagai rujukan berada pada $0,8 \leq \frac{Y}{X} \leq 1,2$. Berikut merupakan formula yang digunakan.

$$\text{Rasio Efisiensi} = \frac{Y}{X}$$

Keterangan:

- X = Biaya *Hauling* (Rp/Ton)
- Y = Biaya Distribusi *Hotmix* (Rp/Ton)

IV.9 Evaluasi Lokasi Fasilitas Eksisting



Gambar IV- 1. Flowchart Diagram

Pada bagian ini akan dijelaskan untuk mendapatkan perhitungan evaluasi lokasi fasilitas eksisting menggunakan bahasa pemrograman Python dengan tools Google Colab. Penjelasan mencakupi rincian kode pemrograman beserta fungsinya. Berikut merupakan penjelasan pada *syntax* yang digunakan.

```

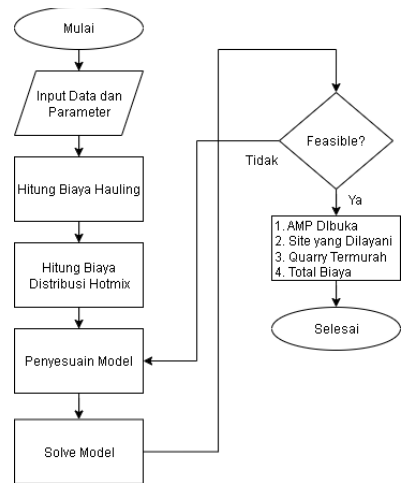
✅ KONDISI IDEAL (x ≈ y) | AMP 5: Karawang Barat
- Site tujuan : Site E (Karawang Barat)
- Quarry digunakan : Gunung Kecapi
  • Waktu Haul : 100.2 menit
  • Jarak Haul : 50.1 km
  • Biaya Hauling (x) = Rp 640,478,400
- Biaya Distribusi ke Site (y) = Rp 612,000,000
- Rasio y/x = 0.96
- Rekomendasi : Biaya hauling dan distribusi seimbang

✅ KONDISI IDEAL (x ≈ y) | AMP 6: Jatisari
- Site tujuan : Site F (Jatisari)
- Quarry digunakan : Gunung Kecapi
  • Waktu Haul : 84.8 menit
  • Jarak Haul : 42.4 km
  • Biaya Hauling (x) = Rp 316,190,933
- Biaya Distribusi ke Site (y) = Rp 357,000,000
- Rasio y/x = 1.13
- Rekomendasi : Biaya hauling dan distribusi seimbang

TOTAL BIAYA AMP EKSISTING
- Total biaya hauling (x) = Rp 2,271,716,800
- Total biaya distribusi (y) = Rp 5,100,000,000
- Total biaya keseluruhan = Rp 7,371,716,800
```

Ditampilkan hasil dari kode evaluasi lokasi fasilitas eksisting, dari tujuh AMP eksisting. Hanya dua lokasi yang didapati rasio (y) terhadap (x) yang seimbang. Keluaran ini dapat dijadikan pertimbangan untuk tahap selanjutnya.

IV.10 Perancangan Lokasi Fasilitas AMP



Gambar IV-2. Flowchart Diagram

Berikut merupakan hasil dari rancangan lokasi optimal dengan total biaya minimum yang telah dikembangkan untuk menyelesaikan permasalahan *Location Facility Problem (LFP)* menggunakan metode Fixed Charge Facility Location Problem (FCFLP) dengan permasalahan yang ada pada Anemer Aspal Beton Indonesia (AABI).

IV.11 Lokasi AMP Usulan

Pada tabel dibawah ini merupakan usulan lokasi AMP pada wilayah III setelah dilakukan optimasi dengan metode fixed charge facility location problem dengan memperhatikan waktu distribusi konservatif dan kapasitas.

Tabel IV-2. Lokasi Usulan

Kodefikasi AMP	Lokasi
AMP 2	Margaasih
AMP 3	Padamulya
AMP 7	Cipageran
AMP 9	Padaasih
AMP 20	Wanakerta

IV.12 Rincian Biaya

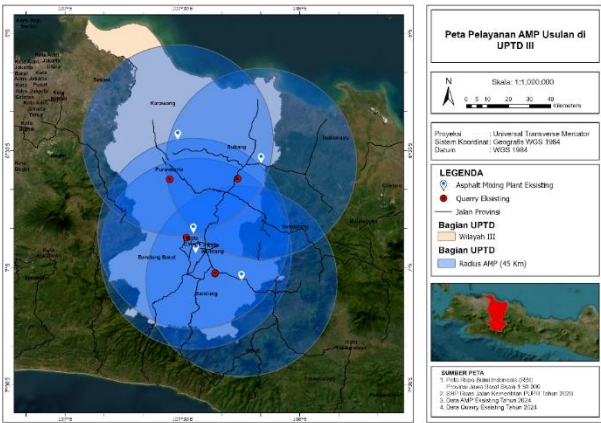
Pada tabel dibawah ini menunjukkan rincian biaya pada lokasi AMP usulan meliputi biaya hauling dan biaya distribusi hotmix ke site.

Tabel IV-3. Rincian Biaya dan Penugasan AMP Usulan

Quarry	AMP	Melayani Site	Alokasi Demand (Ton)	Fixed Cost (Rp)	Biaya Hauling (Rp)	Bia Distri Hon (Rp)
Gunung Kulalet	Margaasih	Kota Bandung	51.000	3.000.000.000	132.207.867	219.6
Quarrindo Bukit Barokah	Padamulya	Kab. Bandung	81.000	3.000.000.000	419.954.400	862.9
Karya Selaras Parahyangan	Cipageran	Kab. Bandung Barat	42.000	3.000.000.000	131.249.067	133.2
Karya Selaras Parahyangan	Cipageran	Kota Cimahi	27.000	3.000.000.000	84.374.400	51.0
Berkah Ciharang	Padaasih	Kab. Subang	36.000	3.000.000.000	251.844.800	140.0
Sumber Tiga Permata	Wanakerta	Kab. Purwakarta	21.000	3.000.000.000	262.498.133	209.4
Sumber Tiga Permata	Wanakerta	Kab. Karawang	42.000	3.000.000.000	524.996.267	480.7
Total			300.000	15.000.000.000	1.807.124.933	2.097.1

IV.13 Peta Usulan

Berikut merupakan gambar peta usulan dari hasil optimasi, didapati bahwa lima titik fasilitas sudah cukup untuk mencakup permintaan dengan radius pada Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) III Jawa Barat.



Gambar IV-3. Mapping Usulan

IV.14 Verifikasi Hasil Rancangan

Tahap verifikasi merupakan tahap untuk memastikan bahwa solusi yang dihasilkan sesuai dengan tujuan penelitian. Pada penelitian ini yaitu meminimalkan total biaya distribusi *hauling*, biaya distribusi *hotmix*, dan biaya tetap pembangunan AMP dengan keputusannya adalah pemilihan lokasi AMP yang dibuka dan penugasan AMP ke tiap sitenya.

Tabel IV-4. Verifikasi Hasil Rancangan

Komponen	Hasil Rancangan	Verifikasi
Metode yang digunakan	Fixed Charge Facility Location Problem (FCFLP)	Terverifikasi
Variabel Keputusan	AMP yang dibuka dan Penugasan AMP ke tiap site	Terverifikasi
Fungsi Tujuan	Minimasi total biaya: Fixed Cost + Variabel Cost	Terverifikasi
Batasan	Waktu distribusi dan kapasitas	Terverifikasi
Alokasi Permintaan	Setiap site hanya dilayani satu AMP	Terverifikasi

IV.15 Verifikasi Model Matematis

Pada subbab ini dilakukan verifikasi terhadap model matematis yang digunakan. Verifikasi ini bertujuan untuk memastikan model yang diterapkan bersifat logis dan layak digunakan dalam penelitian ini. Berikut merupakan proses verifikasi model matematis yang digunakan.

Verifikasi Fungsi Tujuan

$$\text{Minimize: } \sum_j F_j X_j + c \sum_{ij} h_i d_{ij} Y_{ij}$$

Fungsi ini bertujuan untuk meminimasi total biaya tetap pembangunan AMP, biaya *hauling* dari *quarry* ke AMP, dan biaya distribusi *hotmix* dari AMP ke site.

Verifikasi Batasan 1

$$\sum_j Y_{ij} = 1$$

Batasan ini digunakan untuk memastikan bahwa setiap site hanya boleh dilayani oleh satu AMP.

Verifikasi Batasan 2

$$Y_{ij} \leq X_j$$

Batasan ini digunakan untuk memastikan bahwa site hanya boleh dilayani oleh AMP yang dibuka.

Verifikasi Batasan 3

$$\sum_i h_i \cdot Y_{ij} \leq K \cdot X_j$$

Batasan ini digunakan untuk memastikan bahwa permintaan yang ditugaskan tidak boleh melebihi kapasitas.

Verifikasi Batasan 4

$$t_{max} = 90 \text{ menit}$$

Batasan ini digunakan untuk memastikan bahwa waktu tempuh maksimal distribusi yaitu kurang dari sama dengan 90 menit

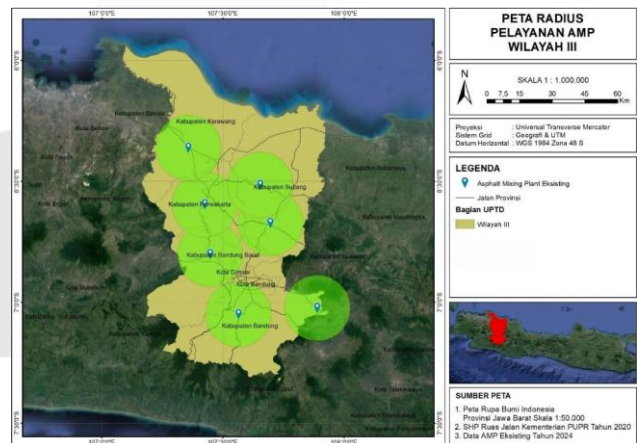
IV.16 Analisis Lokasi AMP Eksisting dan AMP Usulan

Dalam penelitian ini, pemilihan lokasi AMP tidak hanya ditentukan oleh sebaran geografis dan spasial. Namun mempertimbangkan dari sudut biaya total (biaya tetap, biaya *hauling*, dan biaya distribusi), jangkauan waktu tempuh ke titik permintaan, dan kapasitas fasilitas. Dari hasil optimasi menghasilkan 5 titik AMP usulan dari 7 titik AMP eksisting. Lima titik AMP usulan mampu memenuhi permintaan secara efektif berdasarkan radius cakupan dan efisien berdasarkan biaya distribusi dengan fasilitas yang lebih sedikit. Pemilihan lokasi usulan mempertimbangkan kedekatan terhadap *quarry* dan juga terhadap site. Berikut merupakan tabel perbandingan jumlah dan lokasi AMP eksisting terhadap AMP usulan.

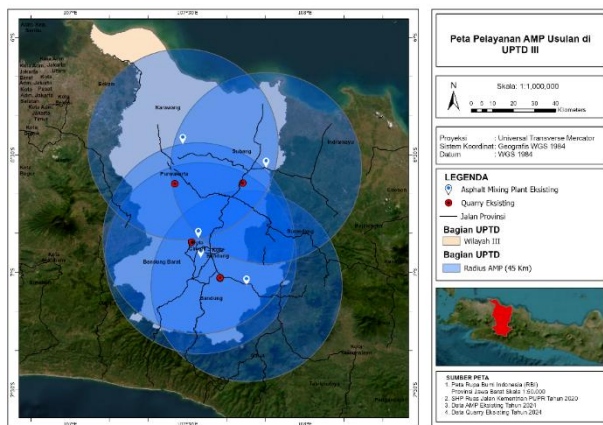
Tabel IV-5. Perbandingan AMP Eksisting dan Usulan

Lokasi AMP Eksisting	Lokasi AMP Usulan
Gedebage	Margaasih
Cimahi	Padamulya
Margaasih	Cipageran
Pegaden	Padaasih
Karawang Barat	Wanakerta
Jatisari	-
Wanayasa	-

Berikut merupakan Gambar perbandingan cakupan dan jumlah lokasi AMP eksisting dan AMP usulan.



Gambar IV-4. Peta Pelayanan AMP Eksisting



Gambar IV-5. Peta Pelayanan AMP Usulan

IV.17 Analisis Alokasi Permintaan AMP Eksisting dan AMP Usulan

Analisis ini dilakukan untuk membandingkan efektivitas berdasarkan cakupan permintaan. Hasil model menunjukkan site hanya dilayani oleh AMP dalam jangkauan waktu tempuh yang layak. Berikut merupakan tabel

Tabel IV-6. Alokasi Permintaan

AMP	Melayani Site	Alokasi Permintaan (Ton)
Margaasih	Kota Bandung	51.000
Padamulya	Kab. Bandung	81.000
Cipageran	Kab. Bandung Barat	42.000
Cipageran	Kab. Cimahi	27.000
Padaasih	Kab. Subang	36.000
Wanakerta	Kab. Purwakarta	21.000
Wanakerta	Kab. Karawang	42.000
Total		300.000

IV.18 Analisis Quarry Eksisting dan Quarry Usulan

Analisis terhadap lokasi *quarry* perlu dilakukan karena mempengaruhi biaya *hauling*. Dalam penelitian ini, *quarry* eksisting berjumlah 18 lokasi yang aktif melayani wilayah III. Hasil optimasi menunjukkan *quarry* usulan dapat memasok ke lima titik amp dengan biaya termurah. Berikut merupakan *quarry* yang melayani.

Tabel IV-7. Quarry Usulan

Nama Quarry	Lokasi
Gunung Kulalet	Jl. Raya Banjaran Km 11, Kab. Bandung
Quarrindo Bukit Barokah	Kp. Bukit Mulya, Kab. Bandung
Karya Selaras Parahyangan	Jl. Raya Batujajar, Kab. Bandung Barat
Berkah Ciherang	Kp. Ciherang, Kab. Subang
Sumber Tiga Permata	Kp. Tegar Astana, Kab. Purwakarta

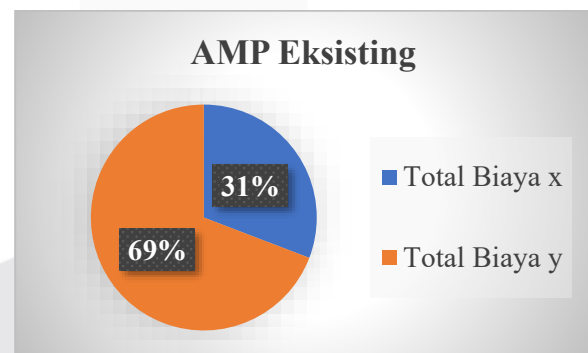
IV.19 Analisis Biaya Distribusi Eksisting dan Biaya Distribusi Usulan

Setelah dilakukan analisis terhadap AMP usulan dan *quarry* usulan, tahap selanjutnya adalah menganalisis biaya *hauling* dari *quarry* ke AMP dan dari AMP ke site berdasarkan *quarry* dan AMP usulan. Berikut merupakan perbandingan biaya *hauling* eksisting dan biaya distribusi *hotmix* eksisting terhadap biaya *hauling* usulan dan biaya distribusi *hotmix* usulan.

Tabel IV-8. Perbandingan Biaya Distribusi Eksisting dan Usulan

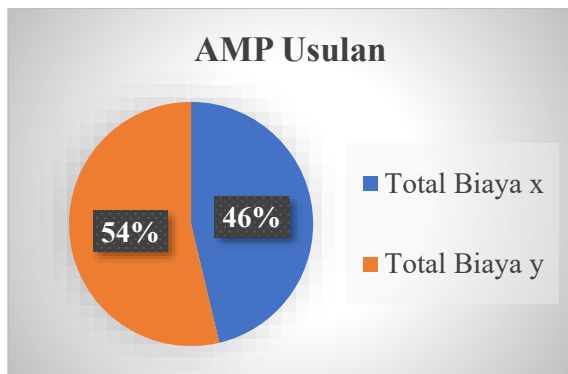
Komponen Biaya	AMP Eksisting (Rp)	Amp Usulan (Rp)	Selisih (Rp)	Persentase Eksisting (%)	Persentase Usulan (%)
Total Biaya <i>Hauling</i>	2.271.716.800	1.807.124.933	464.591.867	31	46
Total Biaya Distribusi <i>Hotmix</i>	5.100.000.000	2.097.120.000	3.002.880.000	69	54
Total Biaya	7.371.716.800	3.904.244.933	3.467.471.867	100	100

Berdasarkan hasil dari perhitungan total biaya *hauling* dan distribusi *hotmix* eksisting dan usulan, menunjukkan adanya perubahan dalam biaya yang dikeluarkan. Pada kondisi eksisting, biaya didominasi oleh biaya distribusi *hotmix* dari AMP ke site (biaya y) sebesar 69% dari total biaya. Sedangkan biaya *hauling* dari *quarry* ke AMP (biaya x) hanya menyumbang 31%, terdapat indikasi bahwa dalam kondisi eksisting, lokasi AMP cenderung masih berada jauh dari titik site.



Gambar IV-6. Persentase Biaya Eksisting

Berdasarkan hasil perhitungan total biaya *hauling* dan distribusi *hotmix* usulan. Menunjukkan perubahan biaya menjadi lebih seimbang. Biaya *hauling* meningkat menjadi 46% dari total biaya dan biaya distribusi *hotmix* menurun menjadi 54%. Penempatan lokasi AMP sedikit lebih dekat dengan site daripada condong ke lokasi *quarry*. Peneliti berusaha menyeimbangkan biaya antara segmen hulu (*quarry* ke AMP) dan hilir (AMP ke site)



Gambar IV-7. Persentase Biaya AMP Usulan.

IV.20 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas adalah teknik mengidentifikasi seberapa besar dampak perubahan nilai-nilai input terhadap output. Berikut merupakan analisis terhadap biaya konsumsi bahan bakar minyak.

Tabel IV-9. Analisis Sensitivitas Jumlah AMP Terhadap Biaya BBM

Skenario	Peningkatan (%)	Biaya BBM (Rp)	Jumlah AMP yang dibuka	Indeks AMP	Biaya Usulan (Rp)
1	0	6.800	5	2, 3, 7, 9, 20	3.904.244.933
2	5	7.140	5	2, 3, 7, 9, 20	4.099.457.180
3	10	7.480	5	2, 3, 7, 9, 20	4.294.669.427
4	15	7.820	5	2, 3, 7, 9, 20	4.489.881.673
5	20	8.160	5	2, 3, 7, 9, 20	4.685.193.920

Analisis sensitivitas terhadap kenaikan harga BBM hingga 20% dilakukan untuk mengevaluasi seberapa besar pengaruh perubahan biaya transportasi terhadap keputusan jumlah dan lokasi fasilitas AMP optimal. Hasil menunjukkan bahwa AMP yang dibuka tetap konstan meskipun terjadi peningkatan pada parameter biaya transportasi *hauling* dan distribusi *hotmix*.

Tabel IV-10. Analisis Sensitivitas Jumlah AMP Terhadap Biaya Tetap

Skenario	Peningkatan (%)	Biaya Tetap (Rp)	Jumlah AMP yang dibuka	Indeks AMP
1	0	3.000.000.000	5	2, 3, 7, 9, 20
2	5	3.150.000.000	5	2, 3, 7, 9, 20
3	10	3.300.000.000	5	2, 3, 7, 9, 20
4	15	3.450.000.000	5	2, 3, 7, 9, 20
5	20	3.600.000.000	5	2, 3, 7, 9, 20

Berikut merupakan analisis sensitivitas terhadap parameter biaya tetap pembangunan AMP. Berdasarkan analisis sensitivitas terhadap biaya tetap pembangunan AMP, pengujian dengan meningkatkan biaya tetap hingga 20% tidak ditemukan penyebab perubahan jumlah dan lokasi AMP

Tabel IV-11. Analisis Sensitivitas Jumlah AMP Terhadap Cakupan Layanan

Skenario	Waktu Tempuh (Menit)	Jumlah AMP yang dibuka	Indeks AMP
1	60	6	2, 3, 7, 9, 14, 20
2	90	5	2, 3, 7, 9, 20
3	120	4	2, 3, 7, 20

Hasil analisis sensitivitas menunjukkan bahwa batas waktu tempuh distribusi menunjukkan adanya perubahan terhadap solusi optimal. Ketika batas waktu tempuh diturunkan dari 90 menit menjadi 60 menit, model menunjukkan penambahan jumlah AMP yang dibuka. Ketika batas waktu tempuh dinaikkan dari 90 menit menjadi 120 menit, model menunjukkan pengurangan jumlah AMP yang dibuka. Secara teknis batas waktu tempuh 90 menit adalah pembatas dalam model, ini membuktikan bahwa cakupan berdasarkan waktu tempuh sangat sensitif terhadap perubahan solusi.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rancangan yang dilakukan untuk menentukan lokasi optimal Asphalt Mixing Plant (AMP) di Jawa Barat menggunakan metode *Fixed Charge Facility Location Problem* (FCFLP), dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Penelitian ini meminimalkan total biaya distribusi dengan mengurangi jumlah AMP dari 7 titik menjadi 5 titik. 7 titik eksisting hanya mencakup layanan permintaan dan 5 titik usulan sudah mempertimbangkan cakupan layanan, kapasitas, dan biaya minimum.
2. Total biaya distribusi *hauling* dan *hotmix* ke site turun dari Rp 7.371.716.800 menjadi Rp 3.904.244.933, terjadi penghematan sebesar Rp 3.467.471.867 (47%)
3. Pada kondisi eksisting, biaya distribusi *hotmix* dari AMP ke site mengisi sebagian besar dari total biaya yaitu 69%, menunjukkan ketidakseimbangan karena lokasi AMP yang terlalu jauh dari site. Usulan lokasi AMP menghasilkan biaya *hauling* 46% dan biaya distribusi *hotmix* 54% yang lebih seimbang.
4. Lima AMP usulan hasil optimasi yang berlokasi di Margaasih, Padamulya, Cipageran, Padaasih, Wanakerta mampu memenuhi seluruh permintaan *hotmix* di wilayah III dengan batasan waktu tempuh maksimal 90 menit dan kapasitas produksi yang memadai.

Dengan demikian, meminimasi jarak tempuh dan biaya telah berhasil dicapai, karena total biaya yang dihasilkan sudah lebih rendah dibandingkan dengan kondisi sebelumnya dan juga berada di bawah batas anggaran yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

REFERENSI

- [1] Andini, S. (2024). *PENENTUAN LOKASI ASPHALT MIXING PLANT (AMP) MENGGUNAKAN METODE MAXIMAL COVERING LOCATION PROBLEM (MCLP)*
- [2] Cahya, R., Sulistiadi, W., Tu, N. F., & Trenggono, P. H. (2023). *Dampak Hambatan Geografis dan Strategi Akses Pelayanan Kesehatan: Literature Review*. 6.
- [3] Chopra, S. , & Meindl, P. (2016). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation* (7th ed.). Pearson.
- [4] Church, R. L., & ReVelle, C. S. (1976). Theoretical and Computational Links between the p-Median, Location Set-covering, and the Maximal Covering Location Problem. *Geographical Analysis*, 8(4), 406–415.
- [5] Daskin, M. S. (1995). *Network and Discrete Location Models, Algorithms, and Applications*. John Wiley & Sons,.
- [6] Dr. Lukman S, S. S. S. Psi. , SE. , M. (2021). *SUPPLY CHAIN MANAGEMENT*. 3.
- [7] Fu, Y., Wu, D., Wang, Y., & Wang, H. (2020). Facility location and capacity planning considering policy preference and uncertain demand under the One Belt One Road initiative. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 138, 174–175.
- [8] Harahap, Erwin, Aditya, Zhara, Badruzzaman, Farid, Fajar, Yusuf, Bastia, Agnia, Zein, Syahrul and Kudus, & Abdul. (2023). Solusi kemacetan lalu lintas kota bandung melalui pemerataan arus kendaraa. *Sains, Aplikasi, Komputasi Dan Teknologi Informasi*, 4.
- [9] Hartanto Susilo, B. (2021). *ANALISIS PENGARUH JARAK DAN WAKTU TERHADAP PENURUNAN TEMPERATUR ASPAL CAMPURAN PANAS ANALYSIS OF THE EFFECT OF DISTANCE AND TIME ON TEMPERATURE REDUCTION OF HOT MIXED ASPHALT*.
- [10] Nozick, L. K. (2001). *The fixed charge facility location problem with coverage restrictions*.
- [11] Sukirman, S. (2003). *Beton aspal campuran panas*. Yayasan Obor Indonesia.
- [12] Tamin, O. Z. . (2000). *Perencanaan dan pemodelan transportasi*. Penerbit ITB.