

**PENENTUAN LOKASI ALOKASI OPTIMAL TEMPAT
PENAMPUNGAN SAMPAH (TPS) MENGGUNAKAN
METODE *P-MEDIAN* DI REGION KRASAK, KOTA
YOGYAKARTA**

**SKRIPSI
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai
Derajat Sarjana**



Disusun Oleh:

Riko Ibrahim Siswo Putro

1800019213

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN
YOGYAKARTA**

2024

**DETERMINING THE OPTIMAL LOCATION AND
ALLOCATION OF WASTE COLLECTION POINTS USING
THE P-MEDIAN METHOD IN THE KRASAK REGION,
YOGYAKARTA CITY.**

**S-1 THESIS
submitted as a partial fulfillment of the requirements
for the attainment of the Bachelor Engineering.**



By:

Riko Ibrahim Siswo Putro

1800019213

**DEPARTEMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
AHMAD DAHLAN UNIVERSITY
YOGYAKARTA
2024**

**PENENTUAN LOKASI ALOKASI
OPTIMAL TEMPAT PENAMPUNGAN
SAMPAH (TPS) MENGGUNAKAN
METODE *P-MEDIAN* DI REGION
KRASAK, KOTA YOGYAKARTA**

Dipersiapkan dan disusun oleh :



Menyetujui,
Pembimbing

Annie Purwani, STP., M.T., IPM.
NIPM. 197110161996010110784707

HALAMAN PENGESAHAN

PENENTUAN LOKASI ALOKASI OPTIMAL TEMPAT
PENAMPUNGAN SAMPAH (TPS) MENGGUNAKAN
METODE *P-MEDIAN* DI REGION KRASAK, KOTA
YOGYAKARTA

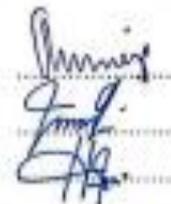
Yang dipersiapkan dan disusun oleh

Riko Ibrahim Siswo Putro
1800019213

telah dipersebutkan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 30 Agustus 2024 dan dinyatakan telah lulus

Sistman Dewan Penguji

Ketua : Annie Purwani, S.T.P., M.T., IPM.
Pengaji 1 : Wandhansari, S.T., M.Sc., IPP.
Pengaji 2 : Choirul Bariyah, S.T., M.T.



Yogyakarta, 18 Desember 2024

Sekultas Teknologi Industri
Universitas Ahmad Dahlan
Siti Jamilatun, M.T.
NPM.15060812 199601 011 0784324

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Riko Ibrahim Siswo Putro
NIM : 1800019213
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknologi Industri

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir/ Skripsi yang saya tulis benar-benar merupakan hasil karya sendiri bukan jiplakan atau plitiran dari orang lain.

Apabila dikemudian hari skripsi ini terbukti hasil jiplakan maka saya bersedia menerima sanksi.

Yogyakarta, 18 Desember 2024

Yang membuat pernyataan



Riko Ibrahim Siswo Putro

NIM. 1800019213

PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Riko Ibrahim SP
NIM : 1800019213
Email : Riko1800019213@webmail.uad.ac.id
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Industri
Judul Tugas Akhir : PENENTUAN LOKASI ALOKASI OPTIMAL TEMPAT
PENAMPUNGAN SAMPAH (TPS) MENGGUNAKAN METODE P-MEDIAN
DI REGION KRASAK, KOTA YOGYAKARTA

Dengan ini saya menyerahkan hak sepenuhnya kepada pusat sumber belajar Universitas Ahmad Dahlan untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengelolaan terhadap karya saya ini dengan mengacu pada ketentuan akses tugas akhir elektronik sebagai berikut (beri tanda pada kotak):

Saya (mengijinkan/tidak mengijinkan) karya tersebut diunggah kedalam aplikasi Repository Pusat Sumber Belajar Universitas Ahmad Dahlan

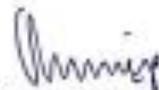
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Yogyakarta, 18 desember 2024



Riko Ibrahim SP
NIM. 1800019213

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Annie Purwani, STP., M.T., IPM.
NIPM. 197110161996010110784707

PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Riko Ibrahim SP
NIM : 1800019213
Email : riko1800019213@webmail.usd.ac.id
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Industri
Judul Tugas Akhir : PENENTUAN LOKASI ALOKASI OPTIMAL TEMPAT
PENAMPUNGAN SAMPAH (TPS) MENGGUNAKAN METODE P-MEDIAN
DI REGION KRASAK, KOTA YOGYAKARTA

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan baik di Universitas Ahmad Dahlan maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya ini bukan saduran/terjemahan. Karya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian/implementasi saya sendiri tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan-arahan pembimbing akademik dan narasumber penelitian.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dengan daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, apabila dikemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya saya ini, serta sanksi lain yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Ahmad Dahlan.

Yogyakarta, 18 Desember 2024



Riko Ibrahim SP

NIM.1800019213

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Maha Suci Allah SWT yang telah menciptakan manusia dari segumpal darah dan mengajarnya berbagai ilmu pengetahuan dengan perantara kalam. Allhamdulillahirobil'amin segala puji hanya milik Allah SWT, Dialah menuntun semua makhluk atas kehendaknya untuk melaksanakan ketentuan yang telah digariskan-Nya.

Sholawat serta salam tidak lupa kami ucapkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah memperjuangkan dan menyebarkan islam hingga kami dapat memahaminya dan percaya higgs sekarang.

Tugas akhir skripsi ini merupakan salah satu tugas kuliah yang harus ditempuh untuk menyelesaikan program Strata-1 di Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.

Besar harapan penulis agar nantinya hasil studi penelitian ini dapat membawa hasil yang bermanfaat kepada siapa saja yang membutuhkannya. Sebuah penghargaan dan ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini melalui bantuan serta bimbingannya. Pada kesempatan ini, penulis menghaturkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Muchlas, M.T. selaku Rektor Universitas Ahmad Dahlan
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Jamilatun, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan.
3. Bapak Hapsoro Agung Jatmiko, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Ahmad Dahlan.

4. Ibu Choirul Bariyah, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang senantiasa berperan aktif memberikan bimbingan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dengan baik.
5. Ibu Annie Purwani, S. T. P., M.T., IPM. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang senantiasa berperan aktif dalam memberikan bimbingan dan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
6. Ibu Wandhasari Sekar Jatiningrum S.T., M.Sc., IPP. selaku Dosen pembahas skripsi yang telah memberikan saran-saran dan masukan dalam menyelesaikan penelitian ini.
7. Seluruh dosen Program Studi Teknik Industri Universitas Ahmad Dahlan dengan sabar memberikan ilmu-ilmunya serta pengalaman selama perkuliahan.
8. Kedua Orangtua dan adik serta seluruh keluarga besar yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam menyusun skripsi ini.
9. Semua pihak terkait yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa pada penyelesaian Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis supaya kedepannya menjadi lebih baik lagi.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan mohon maaf yang sebesar-besarnya jika terdapat kata-kata yang salah yang tidak berkenan maupun kesalahan atas nama dalam penulisan skripsi ini.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

HALAMAN PERSEMBAHAN

HALAMAN MOTTO



“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

“Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia lainnya.”

(HR. Ahmad)

“Jangan terlalu dikejar, jika memang jalannya pasti Allah memperlancar karena yang menjadi takdirmu akan mencari jalannya untuk menemukanmu.”

(Ali bin Abi Thalib)

“Kemarin saya pintar, jadi saya ingin mengubah dunia. Sekarang saya bijaksana, jadi saya mengubah diri saya sendiri.”

(Jalaluddin Rumi)

“Ibadah termulia adalah memasukan rasa Bahagia pada hati orang lain.”

(Habib Husein Ja'far Al Hadar)

“Semakin tulus kita cinta pada apapun karakter kita akan semakin men(T)uhan.”

(DR. Fahrudin Faiz. M.Ag)

“Ambil resiko, kalo kamu berhasil pasti akan bangga, kalau kamu gagal, kamu akan bertambah bijak.”

(Jason Statham)

“Nothing lasts forever, we can change the future.”

(Alucard)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN	x
HALAMAN MOTTO	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	11
C. Batasan masalah.....	11
D. Rumusan masalah.....	11
E. Tujuan penelitian.....	12
F. Manfaat penelitian.....	12

BAB II LANDASAN TEORI	13
A. Tinjauan Pustaka	13
B. Landasan Teori.....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	24
A. Obyek Penelitian	24
B. Data Yang Diperlukan.....	24
C. Teknik Pengumpulan Data.....	24
D. Tahapan Penelitian	25
E. Kerangka Penelitian.....	26
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	30
A. Analisis Situasi.....	30
B. Pengembangan Model	35
C. Verifikasi dan Validasi Model.....	43
D. Pengolahan Data Rill.....	50
E. Analisis dan Pembahasan	50
BAB V PENUTUP.....	55
A. Kesimpulan	55
B. Saran.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Rincian sektor krasak	6
Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya.....	14
Tabel 2. 2 Perbedaan Penelitian	15
Tabel 4. 1 Data Koordinat dan Volume TPS Pada Sektor Krasak.....	31
Tabel 4. 2 Jumlah Penduduk Di Setiap Kelurahan Sektor Krasak.....	32
Tabel 4. 3 Data Volume Sumber Sampah Pada Sektor Krasak	33
Tabel 4. 4 Data Dummy Kapasitas TPS.....	44
Tabel 4. 5 Data Hipotetik Sumber Sampah.....	45
Tabel 4. 6 Waktu Tempuh dari Sumber Sampah ke TPS	45
Tabel 4. 7 Hasil Pengolahan Data Hipotetik	49
Tabel 4. 8 TPS Terpilih Berdasarkan Pengolahan Data Rill.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Gondokusuman	5
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	26
Gambar 4. 1 Peta lokasi TPS dan Kelurahan	34
Gambar 4. 2 Aspek Struktual	36
Gambar 4. 3 Influence Diagram.....	37
Gambar 4. 4 Grafik Waktu Tempuh Rata-rata.....	52
Gambar 4. 5 Peta Lokasi TPS yang Terpilih.....	54

**PENENTUAN LOKASI ALOKASI OPTIMAL TEMPAT
PENAMPUNGAN SAMPAH (TPS) MENGGUNAKAN
METODE P-MEDIAN DI REGION KRASAK, KOTA
YOGYAKARTA**

Riko Ibrahim Siswo Putro

1800019213

ABSTRAK

Menurut informasi dari website Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) dijelaskan bahwa jumlah sampah yang dihasilkan oleh masyarakat Provinsi Kota Yogyakarta mencapai 361.96 ton/hari. Pada sektor Krasak volume sampah yang dihasilkan oleh masyarakat sebesar 57,89 m³/hari dan kapasitas TPS yang tersedia sebesar 143 m³/hari. Volume sumber sampah dan volume TPS yang disediakan oleh DLH sudah cukup untuk menampung sampah dari masyarakat, akan tetapi berdasarkan hasil observasi awal peneliti melihat permasalahan, terdapat muatan berlebih di TPS Balai Yasa, SMP8, dan Jl Nyoman Oka. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk menentukan lokasi alokasi TPS di sektor Krasak.

Penelitian ini dilakukan Yogyakarta, dengan fokus pada Tempat Penampungan Sementara (TPS) di sektor Krasak. Data yang dikumpulkan meliputi jumlah TPS, volume sampah, kapasitas, koordinat lokasi, jumlah penduduk, dan waktu tempuh, melalui wawancara, pengamatan, dan dokumentasi dari DLH. Metode yang digunakan adalah Mixed Integer Linear Programming (MILP) dengan model P-Median, dianalisis menggunakan software Lingo 11. Penelitian mencakup observasi, pengumpulan data, validasi model, analisis, serta penyusunan kesimpulan dan saran untuk optimalisasi TPS di sektor Krasak.

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan terdapat 4 TPS yang terpilih dari 17 unit TPS yang tersedia. Total kapasitas sebesar 78 m³/hari dan dapat melayani 4 kelurahan sebagai sumber sampah serta didapatkan hasil objective value yang ideal sehingga DLH hanya perlu mempertahankan 4 TPS terpilih yaitu Depo Pengok, TPS Jl Krasak Barat, TPS Selatan Embung Langensari, dan Depo RRI.

Kata kunci: Lokasi Alokasi, *P-Median*, Tempat Penampungan Sementara

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan wilayah yang pesat di Indonesia membuat pertumbuhan penduduk yang tinggi di wilayah tersebut. Khususnya di Provinsi Kota Yogyakarta meningkat dari 3.818.266 jiwa pada tahun 2018 menjadi 3.970.220 jiwa pada tahun 2021, mencerminkan pertumbuhan populasi yang signifikan dalam tiga tahun tersebut. Sejak itu, volume sampah di Indonesia juga meningkat. Sampah adalah hasil dari aktivitas manusia yang dapat menimbulkan berbagai masalah jika tidak dikelola dengan baik. Indonesia sendiri menjadi salah satu negara dengan produksi sampah terbesar kedua di dunia. Menurut informasi dari website Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) dijelaskan bahwa jumlah sampah yang dihasilkan oleh masyarakat Provinsi Kota Yogyakarta mencapai 361.96 ton/hari. Volume sampah yang begitu besar ini disebabkan oleh pengelolaan sampah di Indonesia yang masih belum efektif. Faktor lain yang membuat masalah sampah di Indonesia semakin kompleks adalah peningkatan taraf hidup masyarakat, yang tidak diimbangi dengan pengetahuan yang memadai tentang pengelolaan sampah, serta kurangnya partisipasi masyarakat dalam menjaga kebersihan dan membuang sampah pada tempatnya (Dien, 2023).

Pemerintah telah menyadari bahwa sampah telah menjadi masalah nasional, dan ada kebutuhan untuk menyesuaikan dan mengoordinasikan

strategi pengelolaan sampah dari atas ke bawah. sampah dimaksud adalah material sisa yang tidak diinginkan atau yang akhirnya dibuang sesudah sesuatu proses berakhir, sehingga bisa dinyatakan jika sampah merupakan konsep yang diperuntukan pada manusia sekaligus konsekuensi dari terdapatnya olah kegiatan manusia (Kahfi, 2017).

Perubahan pola konsumsi, pertumbuhan penduduk, serta kebiasaan manusia secara umum berkontribusi signifikan terhadap kuantitas dan kualitas sampah daur ulang (Jaelani, 2014). Sampah merupakan konflik yang kompleks di negeri ini yang perlu di upayakan, karena setiap hari masyarakat menghasilkan dan membuang sampah, baik yang berada di tempat sampah maupun tidak berada di tempat sampah. Di Indonesia, pengelolaan sampah perkotaan menjadi masalah yang mendesak karena pertumbuhan penduduk yang berdampak pada peningkatan jumlah sampah yang dihasilkan (Mahyudin, 2017).

Dinas Lingkungan Hidup (DLH) kota Yogyakarta dalam melakukan pengelolaan sampah menggunakan ruang lingkup sektor dalam memenuhi semua demand sampah, demand dalam penelitian ini ditujukan khusus pada kelurahan. Pengelolaan sampah di Kota Yogyakarta terbagi dalam 5 sektor yaitu Gunung Ketur, Krasak, Kotagede, Ngasem-Gading, dan MalioboroKranggan. Pembagian sektor TPS tersebut dilakukan pemerintah Kota Yogyakarta guna mengoptimalkan pembuangan sampah masyarakat sekitar sektor. Fokus penelitian ini pada sektor Krasak yang terdiri dari 1 kecamatan (DLH Kota Yogyakarta).

Dinas Lingkungan Hidup (DLH) membagi pengelolaan sampah menjadi lima kategori: TPSS (Tempat Penampungan Sementara Sampah), Depo, Landasan Kontainer, Kontainer, dan BIN sampah. TPSS adalah struktur permanen yang terbuat dari semen dan berbentuk seperti bak besar, sehingga tidak bisa dipindahkan. Kontainer, yang terbuat dari baja, bersifat tidak permanen dan dapat dipindahkan. Depo, yang memiliki ukuran terbesar, digunakan untuk menampung sampah dalam jumlah besar sebelum akhirnya dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dan juga bersifat permanen. Landasan Kontainer mirip dengan Kontainer, tetapi memiliki kapasitas lebih besar dan bersifat permanen. Sementara itu, BIN sampah adalah bak yang dapat dipindahkan.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi D.I. Yogyakarta diketahui bahwa jumlah penduduk Kota Yogyakarta khususnya pada kecamatan Gondokusuman pada tahun 2018-2021 mengalami peningkatan yang dapat dilihat pada Gambar 1.1. Data ini menjadi salah satu indikator penting dalam mendukung penelitian, terutama terkait kebutuhan pengelolaan Tempat Penampungan Sementara (TPS) di Kecamatan Gondokusuman, sebagai akibat dari meningkatnya jumlah penduduk yang berpotensi meningkatkan volume sampah di kawasan tersebut.



Gambar 1. 1 Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Gondokusuman

(Sumber: BPS Kota Yogyakarta)

Peningkatan jumlah penduduk Kecamatan Gondokusuman dari 30.152 jiwa pada tahun 2018 menjadi 30.831 jiwa pada tahun 2021 menunjukkan adanya pertumbuhan populasi yang signifikan. Pertumbuhan ini secara langsung berdampak pada meningkatnya timbulan sampah yang dihasilkan oleh masyarakat, mengingat konsumsi dan aktivitas harian penduduk turut bertambah. Bertambahnya jumlah penduduk umumnya diikuti dengan peningkatan volume limbah domestik, seperti sampah rumah tangga, plastik, dan organik. Hal ini menjadi tantangan bagi sistem pengelolaan sampah setempat untuk memastikan kapasitas layanan tetap memadai serta untuk mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan.

Pengelolaan sampah menjadi salah satu isu kritis dalam manajemen lingkungan perkotaan. Dinas Lingkungan Hidup (DLH) memiliki tanggung

jawab utama dalam memastikan pengelolaan sampah berjalan efektif, termasuk dalam penentuan lokasi alokasi Tempat Pembuangan Sampah (TPS). TPS berfungsi sebagai tempat penampungan sementara sebelum sampah diangkut ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Namun, penentuan lokasi alokasi TPS bukanlah tugas yang mudah dan seringkali menjadi tantangan besar bagi DLH.

Pada tanggal 10 Desember 2024 dilakukan wawancara terhadap Mas Fahrul untuk memperoleh informasi terkait dampak dari Tempat Penampungan Sementara (TPS) yang sering kali mengalami penumpukan sampah, serta bagaimana kondisi tersebut memengaruhi lingkungan sekitar dan aktivitas masyarakat di sekitarnya. Dalam wawancara yang dilakukan, Mas Fahrul mengungkapkan bahwa bau tak sedap yang berasal dari penumpukan sampah di Tempat Pembuangan Sampah (TPS). Menurutnya, kondisi ini tidak hanya mengganggu kenyamanan warga sekitar, tetapi juga berpotensi menimbulkan masalah kesehatan dan pencemaran lingkungan, dia juga menjelaskan bahwa kondisi tersebut sangat mengganggu aktivitas sehari-hari dan menyoroti pentingnya pengelolaan sampah yang lebih baik untuk mengatasi masalah ini. Selain itu, TPS yang tidak dimanfaatkan secara optimal menjadi pemborosan sumber daya. TPS yang tidak menerima cukup sampah, maka biaya yang telah dikeluarkan untuk membangun, mengelola, dan memelihara TPS tersebut menjadi kurang efisien. Sumber daya seperti lahan, tenaga kerja, alat transportasi, atau peralatan pendukung di TPS tersebut tidak dimanfaatkan secara maksimal. Hal ini menjadi sia-

sia karena kapasitas TPS yang tersedia tidak digunakan sesuai potensi, sementara TPS lain mengalami kelebihan beban.

Saat ini jumlah penduduk yang berada di sektor Krasak berdasarkan Kependudukan DIY pada tahun 2021 mencapai kurang lebih 30804 jiwa sehingga jumlah volume sampah yang dihasilkan cukup banyak. Menurut hasil wawancara pihak Dinas Lingkungan Hidup (DLH) mengatakan bahwa setiap 1 warga menghasilkan kurang lebih 0,47 Kg atau 0,00188 m³ per hari. Mereka membuang sampah ke berbagai jenis TPS yang telah disediakan oleh Dinas Lingkungan Hidup (DLH). Adapun pada sektor krasak terdiri dari 17 fasilitas TPS yang tersebar dalam 4 kelurahan, dan menghasilkan potensi timbulan sampah sekitar 57,89 m³ dan kapasitas total tempat penampungan sementara (TPS) sebesar 143 m³. Adapun pada table 1.1 menunjukkan jumlah penduduk, potensi timbulan sampah dan volume TPS pada sektor Krasak.

Tabel 1. 1 Potensi timbulan sampah dan kapasitas TPS sektor krasak

No	Kelurahan	Jumlah Penduduk	Potensi Timbulan Sampah(m ³)	TPS	Kapasitas TPS/Kelurahan (m ³)
1	Demangan	8.663	16,28	Jl Kusbini- Balai yasa	3
				Balai Yasa (Kusbini)	2
				Depo Pengok	24
				Balai Yasa	12
2	Kotabaru	3.066	5,76	Jl Krasak Barat	10
				Jl Ungaran	2
				Jl Patimura	2
				Jl Nyoman Oka	4

No	Kelurahan	Jumlah Penduduk	Potensi Timbulan Sampah(m ³)	TPS	Kapasitas TPS/Kelurahan (m ³)
				Gedug Pamungkas	4
				RRI	24
				RS Bethesda	12
3	Klitren	9.728	18,28	Selatan Embung Lengersari	20
				Belakang Duta Foto	4
				Jl Munggur	6
				Jl Urip Sumoharjo	2
4	Terban	9.347	17,57	SMP 8	4
				Dr Yap	8
Total		30.804	57,89		143

(Sumber: Data Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta2021)

Berdasarkan Tabel 1.1 menunjukkan bahwa volume TPS yang disediakan oleh DLH sudah cukup untuk menampung sampah dari masyarakat, akan tetapi berdasarkan hasil observasi awal peneliti melihat permasalahan pada Tabel 1.2 Di sepanjang Jalan Kusbini ditemukan adanya Tempat Pembuangan Sampah (TPS) liar yang berpotensi mencemari lingkungan sekitar dan TPS dengan muatan berlebih. Peneliti melihat permasalahan juga pada Tabel 1.3 terdapat Tempat Pembuangan Sampah (TPS) yang masih cukup untuk menampung sumber sampah tetapi tidak terlihat aktifitas masyarakat dalam pembuangan sampah.

Tabel 1.2. TPS Kelebihan Muatan

TPS	Foto TPS Kelebihan Muatan
Balai Yasa (Kusbini)	
SMP 8	
JI Nyoman Oka	

TPS	Foto TPS Kelebihan Muatan
TPS Liar	

Tabel 1.3 TPS Kosong

TPS	Foto TPS Kosong
Gedung Pamungkas	
Pengok	

TPS	Foto TPS Kosong
RRI	

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, penulis merasa perlu melakukan penelitian tersebut karena terdapatnya TPS liar dan penumpukan sampah di TPS banyak menimbulkan hal buruk seperti bau tidak sedap hingga pencemaran lingkungan. Permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan mengoptimalkan TPS yang kapasitasnya besar dengan mempertimbangkan waktu tempuh masyarakat terhadap tempat penampungan sementara (TPS), luas (volume) tempat penampungan sementara (TPS).

Dalam penelitian ini, kelurahan berperan sebagai *demand point*, yang menunjukkan area atau wilayah yang membutuhkan pelayanan pengelolaan sampah, sementara TPSS, Depo, Bin, dan *Container* berfungsi sebagai *facility point*, yang mewakili fasilitas-fasilitas fisik tempat penampungan dan pengolahan sampah yang melayani kebutuhan kelurahan tersebut. Berdasarkan permasalahan tersebut dalam penelitian ini didasarkan pada pertimbangan waktu tempuh titik pusat sumber sampah ke TPS dan kapasitas TPS. Model P-Median bertujuan untuk menentukan median

diantara demand dan fasilitas sehingga memberikan akses dan waktu tempuh yang layak bagi masyarakat yang akan membuang sampah ke TPS.

B. Identifikasi Masalah

Identifikasi topik yang dapat ditransmisikan berdasarkan latar belakang adalah sebagai berikut:

1. Terdapat Tempat Penampungan Sementara (TPS) liar di Jl Kusbini.
2. Terdapat penumpukan sampah di Tempat Penampungan Sementara (TPS) yang dapat menimbulkan pencemaran.

C. Batasan masalah

Berdasarkan identifikasi di atas dapat ditarik gambaran sumber masalah, sehingga penulis dapat menyatakan batasan masalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian ini adalah TPS dan sumber sampah di sektor Krasak.
2. Penelitian tentang penentuan lokasi dan alokasi dengan menggunakan metode *P-Median*.
3. Penelitian ini tidak membahas tentang rute pengambilan sampah.

D. Rumusan masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka penulis merumuskan masalah penelitian ini ke dalam pertanyaan penelitian sebagai berikut: Bagaimana menentukan lokasi alokasi optimal untuk Tempat Penampungan Sampah (TPS) agar semua sumber sampah dapat dilayani dengan efektif, dengan mempertimbangkan kapasitas TPS dan waktu tempuh dari sumber sampah ke TPS, menggunakan metode *P-Median*?

E. Tujuan penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, sesuai dengan rumusan masalah yang telah ditetapkan, adalah Untuk menentukan lokasi alokasi optimal Tempat Pengumpulan Sampah (TPS) dengan mempertimbangkan kapasitas TPS dan waktu tempuh dari sumber sampah ke TPS dengan metode *P-Median*.

F. Manfaat penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini mengenai penentuan lokasi alokasi TPS di sektor Krasak adalah memberikan rekomendasi bagi Pemerintah, khususnya Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPU-RU) serta Dinas Lingkungan Hidup (DLH) kota Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mendorong pengelolaan sampah yang lebih efektif serta meningkatkan sinergi antara pemerintah dan masyarakat dalam upaya pengelolaan sampah.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Sebelum melakukan penelitian ini, terdapat beberapa penelitian yang membahas tentang Tempat Penampungan Sementara (TPS). Penelitian lain akan dituliskan dalam tabel untuk mempermudah dalam mengetahui persamaan dan perbedaan pada setiap penelitian dibandingkan dengan penelitian ini. Berikut adalah uraian penelitian lain terdapat pada Tabel 2.1 yang berisikan latar belakang penelitian, metode yang digunakan pada setiap penelitian hingga hasil dan pembahasan yang telah didapatkan. Tabel 2.2 menunjukkan posisi penelitian ini dari penelitian lain dimana terdapat asumsi dan batasan dalam penyelesaian masalah.

Terdapat lima penelitian yang membahas tentang bagaimana meminimalkan fasilitas TPS dengan metode P-Median. Kajian yang diambil meliputi latar belakang masalah penelitian, metode penelitian serta hasil dan pembahasan dari penelitian yang terkait dengan penelitian ini.

Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya

Peneliti	Juang Victori (2017)	Alva Novian (2017)	Yoga Ardi (2017)	Abu Toyib (2018)	Ely Asmara (2021)	Penelitian ini (2024)
Latar belakang penelitian	Kabupaten Karanganyar menghadapi masalah pengelolaan sampah, terutama di kecamatan padat penduduk seperti Colomadu, dengan banyaknya TPS liar. Studi kelayakan diperlukan untuk menentukan lokasi TPS yang optimal, dan metode <i>P-Median</i> diusulkan untuk mengurangi biaya dan dampak lingkungan.	Kabupaten Klaten menghadapi masalah pengelolaan sampah yang serius, dengan banyaknya TPS liar dan penumpukan sampah. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan penentuan lokasi TPS yang tepat, mempertimbangkan jarak dan waktu pengangkutan sampah. Metode <i>P-Median</i> diusulkan untuk meminimalkan total waktu tempuh dan meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah di Klaten.	Kabupaten Boyolali menghadapi masalah pengelolaan sampah, terutama di kecamatan padat penduduk seperti Boyolali dan Mojosongo. Meskipun TPS tersedia, efektivitasnya belum optimal, dan banyak daerah lain kekurangan TPS, menyebabkan pencemaran. Pemerintah telah membangun TPST dan TPA baru, namun diperlukan pengalokasian yang efisien untuk meminimalkan biaya dan meningkatkan pelayanan.	Kabupaten Wonogiri menghadapi masalah pengelolaan sampah yang belum optimal, dengan banyaknya pembuangan sampah ilegal. Diperlukan penentuan lokasi Tempat Pembuangan Sampah (TPS) yang tepat dan optimalisasi pengelolaan TPA untuk mengurangi dampak lingkungan dan sosial.	Bahwa Indonesia perlu mengoptimalkan sistem logistik pedesaan untuk mengurangi kemiskinan. Penelitian ini fokus pada penentuan jumlah dan lokasi distribution center (DC) yang diperlukan untuk mengkonsolidasi produk unggulan desa, guna menciptakan sistem logistik yang efisien dan mendukung kemandirian ekonomi desa.	Volume sampah yang dihasilkan oleh masyarakat sebesar 57,89 m ³ /hari tidak melebihi kapasitas TPS yang ada sebesar 129 m ³ . terdapat volume sampah yang besar dan tidak disertai dengan daya tampung TPS yang cukup tentu akan membuat sampah menumpuk
Metode	Menggunakan metode <i>P-Median</i>	Menggunakan metode <i>P-Median</i>	Menggunakan metode <i>P-Median</i>	Menggunakan metode <i>P-Median</i>	Menggunakan metode <i>P-Median</i>	Menggunakan metode <i>P-Median</i>
Hasil & pembahasan	Terpilih 24 TPS untuk melayani semua sumber sampah. Pengurangan jumlah TPS dapat mengurangi waktu tempuh dan biaya operasional, meski model <i>P-Median</i> mungkin menyebabkan ketidakadilan akibat waktu tempuh yang tidak terbatas.	Pada 2022, jumlah TPS berkurang menjadi 70, mengurangi biaya operasional dan waktu tempuh armada, meskipun beberapa warga mengalami waktu tempuh lebih lama. Nilai objektif 2022 lebih tinggi dibandingkan 2017 karena model <i>P-Median</i> fokus pada waktu tempuh rata-rata, bukan waktu tempuh per sumber.	Pemerintah bisa mengurangi atau mengkonsolidasikan jumlah TPS di Kabupaten Boyolali di wilayah yang sama. Khusus untuk sampah di tempat pembuangan sampah ilegal, negara dapat membuang hingga 15 tempat pembuangan sampah untuk menghindari dampak lingkungan yang negatif.	Metode <i>P-Median</i> yang diolah dengan Lingo 11 berhasil mengoptimalkan lokasi TPS, dengan parameter utama berupa volume sampah, waktu tempuh, dan kapasitas TPS. Model ini fokus pada mengurangi waktu tempuh dari sumber sampah ke TPS, dengan hasil menunjukkan solusi optimal dan pentingnya jarak TPS bagi masyarakat.	Dengan menentukan jumlah pekerjaan dan lokasi DC, Prudes dapat mengurangi biaya pengiriman alih-alih pengiriman langsung ke konsumen. Jumlah struktur DC yang optimal untuk mengurangi biaya total adalah lima struktur FC dengan total biaya Rp. 91,80 miliar.	Waktu tempuh rata-rata 1905,18 dengan TPS yang terpilih 4 dari 17 TPS yang tersedia. Total kapasitas TPS yang terpilih sebesar 78 m ³ dan sumber sampah 58 m ³ /hari

Tabel 2.2 menunjukkan perbedaan penelitian yang menjadi landasan untuk pengembangan model lokasi Tempat Penampungan Sementara (TPS). Perbedaan tersebut dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Perbedaan Penelitian

	Juang Victori (2017)	Alva Novian (2017)	Yoga Ardi (2017)	Abu Toyib (2018)	Ely Asmara (2021)	Penelitian ini (2024)
1. Kriteria						
a. Jarak		V			V	
b. Waktu	V		V	V		V
c. Biaya		V			V	
d. TPS	V	V	V	V		V
e. Penduduk	V	V	V	V		V
f. Kapasitas	V	V	V	V	V	V
2. Metode						
a. P-Median	V	V	V	V	V	V
3. Sumber Sampah						
a. Masyarakat	V	V	V	V		V
b. Fasilitas Umum	V	V	V	V	V	

B. Landasan Teori

1. Sampah

Sampah adalah sesuatu yang tidak dipakai, tidak digunakan, tidak disukai atau sesuatu yang dibuang yang asalnya dari aktivitas manusia serta tidak terjadi oleh sendirinya (Zuraidah, 2022). Menurut UU Nomor 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah, Dikatakannya, pencemaran merupakan masalah nasional yang perlu dikelola dan ditanggulangi sepenuhnya mulai dari hilir untuk mencapai manfaat ekonomi, bagi masyarakat, menjaga lingkungan dan mengubah lingkungan. Dalam Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah, jenis dan sumber sampah adalah:

- a. Sampah Rumah Tangga Merupakan sampah padat yang dihasilkan oleh semua kegiatan rumah tangga sehari-hari, tidak termasuk tinja dan B3, serta sistem alami rumah tangga. Pencemaran ini berasal dari kompleks apartemen, perumahan atau sekelompok orang.
- b. Jenis sampah rumah tangga, yaitu sampah tidak bersumber dari lingkungan domestik dan pemukiman, tetapi berasal dari sumber lain seperti kantor, *industry*, pusat perbelanjaan, sekolah, rumah sakit, restoran, hotel, terminal, pasar, pelabuhan, pusat perbelanjaan, taman kota, dan lain-lain.

Sampah khusus, yaitu sampah sejenis yang memerlukan perhatian khusus karena berat jenis atau ukurannya, seperti limbah B3 (bahan berbahaya serta beracun, seperti baterai bekas, toner, dll), sampah yang mengandung limbah B3 (limbah kesehatan), limbah pembongkaran, limbah bahan baku teknologi.

2. Tempat Pembuangan Sampah (TPS)

Tempat Penampungan Sementara (TPS) adalah tempat pembuangan sampah sebelum nantinya akan dibawa ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Fungsi TPS yaitu mengelola sampah yang dapat diolah ataupun digunakan kembali. Pengolahan dapat dilakukan dengan cara pengomposan maupun pemilahan sampah yang dapat didaur ulang (Sudiantha, 2017).

Adapun 5 jenis tempat pembuangan sementara (TPS) menurut Dinas Lingkungan Hidup (DLH) berdasarkan bentuknya yaitu:

a. Tempat Pembuangan Sampah Sementara (TPSS)

Tempat pembuangan sampah sementara (TPSS) ini mempunyai bentuk seperti bak yang terbuat dari campuran semen dan bersifat permanen atau tidak dapat dipindahkan dari suatu tempat.

b. Kontainer

Kontainer biasanya terbuat dari bahan baja dan bersifat tidak permanen atau dapat dipindahkan dari suatu tempat.

c. Landasan Kontainer

Seperti kontainer, landasan kontainer ini merupakan tempat untuk kontainer yang biasanya dapat menampung beberapa kontainer.

d. Depo

Depo memiliki bentuk berupa bangunan luas yang terbesar daripada yang lainnya guna menampung sampah yang lebih banyak sebelum di buang ke tempat pembuangan akhir (TPA) dan tentu depo bersifat permanen atau tidak dapat dipindahkan dari suatu wilayah.

e. BIN

BIN merupakan salah satu bentuk TPS yang sama dengan kontainer yang lokasi penempatannya dapat di pindah-pindahkan.

3. Lingo

Lingo adalah bahasa pemodelan pengoptimalan yang memungkinkan pengguna membuat banyak (mungkin ribuan) batasan atau istilah fungsi tujuan dengan mengetik satu baris. (Borman, 2020). Program ini menyediakan paket terpadu yang mencakup bahasa yang kuat untuk mengekspresikan model optimasi, lingkungan yang lengkap untuk membangun dan mengedit masalah, serta satu set solver bawaan yang mampu memecahkan model optimasi secara efisien.

4. Lokasi alokasi

Menurut Agdas (2016) Keputusan pemilihan lokasi fasilitas adalah keputusan strategis yang memiliki pengaruh penting dalam meningkatkan kinerja organisasi. Keputusan ini mencakup berbagai tujuan yang berbeda, termasuk meningkatkan keuntungan, menurunkan biaya, menjangkau jumlah pelanggan yang maksimal, memperpendek waktu pengiriman, merespons kebutuhan pelanggan dengan cepat, serta meningkatkan jumlah pelanggan dan tingkat kepuasan mereka. Teori lokasi (Muzayanah, 2015) Teori lokasi adalah cabang ilmu yang mempelajari alokasi geografis dari sumber daya potensial dan bagaimana hal tersebut mempengaruhi keberadaan berbagai jenis kegiatan atau usaha, seperti ekonomi, sosial, dan lainnya. Penempatan

berbagai aktivitas, seperti rumah tangga, pertokoan, pabrik, pertanian, pertambangan, sekolah, dan tempat ibadah, tidak terjadi secara acak, melainkan mengikuti pola dan susunan tertentu yang dapat dianalisis dan dipahami.

5. Pengelolaan sampah

Sistem pengelolaan sampah harus diterapkan dengan baik terutama di daerah perkotaan. Kegiatan pengelolaan sampah meliputi penggunaan dan pengoperasian berbagai fasilitas dan struktur termasuk pengangkutan, pengolahan, pembuangan akhir, penyimpanan, pengumpulan, dan pemindahan (Sahil, 2016). Kurangnya perencanaan dalam pengelolaan sampah menyebabkan buruknya sistem pengelolaan sampah. Selain itu, masalah utama adalah kurangnya ruang untuk memanfaatkan sampah (Sari, 2016). UU 18 Tahun 2008 mendefinisikan pengelolaan sampah sebagai suatu kegiatan yang terorganisir, terkoordinasi, dan berkelanjutan yang berkaitan dengan pembuangan dan pengelolaan sampah. UU Pembuangan Sampah No 18 tahun 2008 ada dua kategori utama pengelolaan sampah.

- a. Pengurangan sampah, yang terdiri dari pembatasan terjadinya sampah (*reduce*), daur-ulang (*recycle*), serta guna-ulang (*reuse*).
- b. Pengolahan sampah, yang terdiri dari:
 - 1) Pengumpulan: proses pengumpulan serta pengangkutan sampah dari sumbernya ke fasilitas penyimpanan sementara atau fasilitas pengolahan.

- 2) Pemilahan: klasifikasi sampah menurut jenis, sifat dan jumlahnya.
 - 3) Pengolahan: berupa perubahan bentuk, sifat, komposisi dan ukuran sampah.
 - 4) Pengangkutan: pemindahan sampah dari sumbernya ke fasilitas penyimpanan sementara atau fasilitas pengolahan akhir.
 - 5) Pembuangan akhir sampah: dengan mengembalikan sampah atau sisa akibat pengolahan sebelumnya ke media lingkungan secara aman.
6. Timbulan sampah

Timbulan sampah adalah timbulan sampah merupakan jumlah sampah yang timbul dari masyarakat dalam satuan volume maupun berat per kapita perhari, atau perluas bangunan atau perpanjang jalan. (Nadjih, 2020). Sesuai dengan SNI 19-2454-2002 Praktek Teknis Pengelolaan Sampah Kota, timbulan sampah ialah sampah yang dihasilkan masyarakat berdasarkan ukuran dan berat satuan per hari atau pertambahan atau perluasan jalan. Sedangkan menurut Departemen Pekerjaan Umum 2013, sampah dapat dihasilkan tanpa memandang berat dan ukurannya. Satuan berat ditunjukkan dalam kilogram per orang per hari (kg/orang/hari), atau kilogram per meter persegi bangunan per hari (kg/m^2 /hari). Sedangkan satuan volume ditunjukkan dalam satuan liter/orang/hari atau liter per meter persegi bangunan per hari (liter/m^2 /hari).

7. Metode *P-Median*

Model *P-Median* problem adalah model optimasi yang mengalokasikan sejumlah P fasilitas untuk memenuhi permintaan di banyak lokasi dengan biaya yang minimum (Fadhil, 2019). Metode *P-Median* juga digunakan untuk menjumlahkan bilangan bulat menggunakan algoritma dua faktor, dimana menggunakan model biner dengan 0 atau 1 hasil atau solusi. Dalam kondisi *NP hard* membutuhkan waktu yang lama untuk menemukan solusi yang optimal. Metode *P-Median* membutuhkan dua jenis data, seperti jarak ataupun waktu tempuh antar titik dan kapasitas TPS, besaran kapasitas yang digunakan setidaknya mencerminkan keadaan sumber sampah atau TPS dengan beberapa faktor berupa volume, kapasitas, dan jarak sumber. Sesuai permasalahan yang berada pada sektor krasak maka model *P-Median* ini dapat di formulasikan sebagai berikut:

a. Variabel input

V_i : Volume sumber sampah dengan indeks ke- i

D_{ij} : Jarak atau waktu tempuh antara sumber sampah dengan indeks ke- I menuju lokasi TPS terbuka dengan indeks ke- j

P : Jumlah fasilitas TPS yang tersedia

C_j : kapasitas TPS

b. Variabel keputusan

$$X_j = \begin{cases} 1 & \text{bila kandidat lokasi TPS dipilih atau dipertahankan} \\ 0 & \text{bila tidak} \end{cases}$$

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{bila sumber sampah pada titik } i, \text{ dilayani oleh TPS pada titik } j \\ 0 & \text{bila tidak} \end{cases}$$

c. Fungsi tujuan

$$\text{Minimum } \sum_i \sum_j V_i d_{ij} Y_{ij} \quad (2.1)$$

d. Fungsi kendala dan Batasan

$$\sum_j X_j = P \quad (2.2)$$

$$\sum_j Y_{ij} = 1 \quad \forall i \in I \quad (2.3)$$

$$Y_{ij} - X_j \leq 0 \quad \forall i \in I; j \in J \quad (2.4)$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in I \quad (2.5)$$

$$Y_{ij} \in 0,1 \quad \forall i \in I; j \in J \quad (2.6)$$

$$\sum_j V_i Y_{ij} \leq C_j X_j \quad \forall j \in J \quad (2.7)$$

e. Keterangan

- (1) Fungsi tujuan (2.1) berguna untuk meminimumkan total waktu tempuh rata-rata antara sekumpulan permintaan (sumber sampah) terhadap fasilitas (TPS)
- (2) Fungsi batasan (2.2) menunjukkan jumlah fasilitas P yang tersedia
- (3) Fungsi batasan (2.3) menyatakan bahwa setiap i (sumber sampah) yang diperlukan harus ditetapkan untuk setiap fasilitas j (TPS)

- (4) Fungsi batasan (2.4) menunjukkan bahwa TPS yang memenuhi syarat minimal ada 1 alternatif
- (5) Fungsi batasan (2.5) menunjukkan bahwasannya keputusan lokasi TPS tersebut tetap dipertahankan atau tidak
- (6) Fungsi batasan (2.6) menunjukkan bahwa sumber sampah dapat terlayani atau tidak terlayani oleh TPS tersedia
- (7) Fungsi batasan (2.7) menentukan bahwa jumlah sampah yang dapat dikirim ke TPS tidak boleh melebihi kapasitas TPS yang terpilih

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Obyek Penelitian

Penelitian dilakukan di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), di bagian selatan pulau Jawa tepatnya pada ibu kota Yogyakarta. D.I. Yogyakarta. Penelitian ini berlokasi di Jl. Krasak, Kotabaru, Kec. Gondokusuman, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta.

B. Data Yang Diperlukan

Berikut adalah data yang diperlukan dari penelitian yang akan dilakukan:

1. Jumlah TPS terbuka pada sektor Krasak
2. Volume timbulan sampah dan kapasitas TPS di sektor Krasak
3. Data koordinat lokasi sumber sampah dan koordinat TPS pada sektor di sektor Krasak
4. Data jumlah penduduk pada sektor Krasak
5. Nilai waktu tempuh setiap sumber sampah menuju TPS yang tersedia pada sektor krasak.

C. Teknik Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini dapat diperoleh dari beberapa teknik pengumpulan data yaitu:

1. Wawancara

Memberikan sejumlah pertanyaan terstruktur kepada staf Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta dan Kantor sector Krasak.

2. Pengamatan Langsung Terhadap Objek

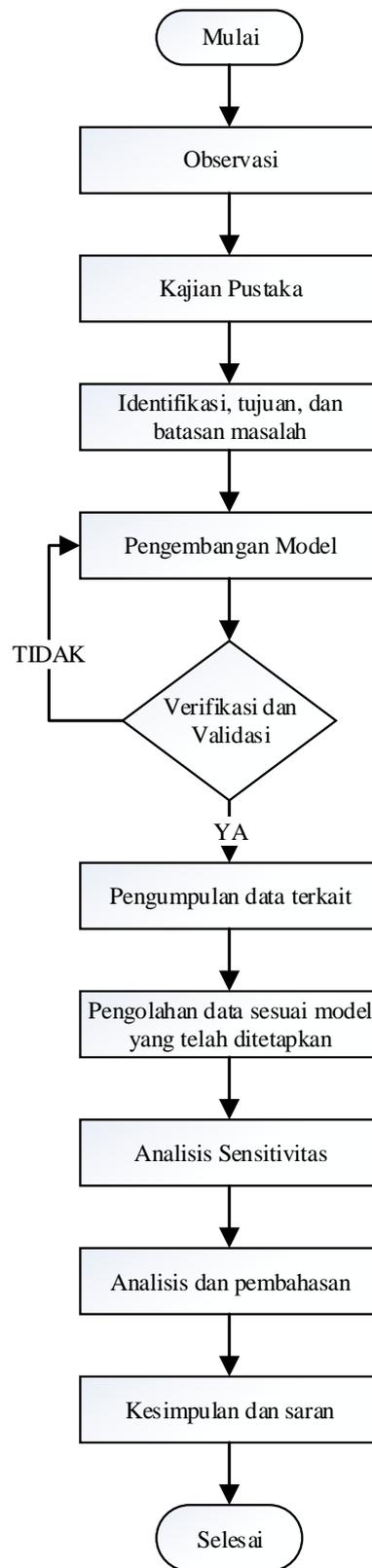
Melakukan pengamatan langsung terhadap objek penelitian dengan melihat keadaan di TPS sektor sector Krasak beserta aktivitasnya.

3. Dokumentasi

Melakukan pengumpulan data dengan mengamati dan mempelajari berbagai sumber data berupa dokumen yang dimiliki oleh Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Yogyakarta.

D. Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan di sektor Krasak Kota Yogyakarta dengan obyek Tempat Penampungan Sementara (TPS) dengan mengikuti langkah-langkah yang dapat dilihat pada Gambar 3.1:



Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

1. Observasi awal

Sebuah langkah awal sebelum melakukan penelitian dimana peneliti melakukan pengamatan secara langsung ke TPS di sektor Krasak untuk mengetahui permasalahan yang ada di sektor tersebut.

2. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan guna mencari informasi yang diperlukan peneliti sehingga menjadi jelas serta perlu dipahami dasar-dasar tentang metode yang akan digunakan peneliti untuk menyelesaikan permasalahan di TPS.

3. Identifikasi masalah

Setelah melakukan observasi awal di sektor Krasak dan didapatkan informasi yang diperlukan maka peneliti dapat membuat rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian.

4. Pengumpulan data

Pada tahap ini peneliti melakukan pengumpulan data berupa jumlah sumber sampah yang dihasilkan, lokasi tiap TPS, titik koordinat TPS serta kapasitas daya tampung TPS dengan menggali informasi dari pihak DLH (Dinas Lingkungan Hidup) kota Yogyakarta dan juga data penduduk di sektor Krasak.

5. Verifikasi dan validasi

Verifikasi yaitu pengecekan data-data yang akan diinputkan serta pengecekan logika model. Validasi dilakukan untuk memeriksa kesesuaian model yang akan digunakan dalam menyelesaikan

permasalahan riil biasa disebut juga data hipotetik dengan cara mensubstitusikan data hipotetik ke model matematis yang telah dibuat.

6. Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan dengan formulasi matematis *Mixed Integer linear Programming* (MILP) sesuai dengan topik permasalahan yang ingin peneliti selesaikan dengan metode *P-Median* dan alat bantu *software Lingo 11*.

7. Analisis

Analisis dilakukan setelah tahap pengolahan data yang dimana peneliti melakukan analisis terhadap perhitungan dari *software Lingo 11* yang akan diuraikan sesuai rumusan masalah seperti yang sudah dijelaskan pada awal penelitian.

8. Kesimpulan dan saran

Kesimpulan dan saran adalah tahap akhir dari penelitian ini yang dimana peneliti menarik kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian dan pemberian saran diperlukan untuk acuan penelitian yang mempunyai kaitan dengan Tempat Penampungan Sementara (TPS) khususnya di sektor Krasak dan juga memberikan saran kepada pihak Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta sebagai pertimbangan dalam penentuan titik lokasi fasilitas Tempat Penampungan Sementara (TPS).

E. Metode Analisis

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini berfokus pada pendekatan matematis untuk menyelesaikan masalah lokasi-alokasi P-median. Penelitian diawali dengan mengidentifikasi masalah untuk menentukan tujuan utama, yaitu meminimalkan total waktu tempuh antara titik sumber sampah dan fasilitas (TPS). Data yang diperlukan mencakup koordinat geografis titik sumber sampah, volume sumber sampah, jumlah dan kapasitas TPS, serta waktu tempuh antara titik sumber sampah dan TPS. Masalah P-median kemudian dirumuskan dalam bentuk model matematis dengan fungsi tujuan yang meminimalkan total waktu tempuh rata-rata. Model ini diselesaikan dengan metode eksak, seperti pemrograman linier integer, dengan menggunakan aplikasi LINGO. Hasil analisis ini akan memberikan rekomendasi lokasi alokasi optimal.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

A. Analisis Situasi

Data yang dibutuhkan oleh peneliti diambil di sektor Krasak yang terletak pada kecamatan Gondokusuman kota Yogyakarta. Data yang diperlukan untuk pengolahan yaitu jenis TPS, data volume sampah yang dihasilkan masyarakat, data volume kapasitas TPS yang tersedia, serta data titik koordinat kelurahan TPS dimasing-masing sektor untuk menentukan waktu tempuh sumber sampah ke TPS.

1. Data koordinat lokasi dan kapasitas Tempat Pembuangan Sementara (TPS) pada sektor Krasak

Pada sektor Krasak sendiri terdiri dari 17 fasilitas TPS menurut data Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Yogyakarta tahun 2021. Adapun pada penelitian ini membutuhkan data koordinat lokasi TPS yang didapati dengan menggunakan bantuan *google earth* yang sebelumnya telah dilakukan verifikasi data dari dinas terkait maupun saat observasi lapangan, sedangkan data kapasitas TPS didapati dari dinas terkait dengan melihat jenis TPS yang ada. Seluruh data terkait dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data Koordinat dan Volume TPS Pada Sektor Krasak

No	Kode	Nama TPS	Volume (m ³)	Titik Kordinat
1	K1	Smp 8	4	7°46'54.9"S 110°22'26.3"E
2	K2	Jl Kusbini - Balai Yasa	3	7°47'13.4"S 110°23'03.7"E
3	K3	Balai Yasa (Kusbini)	2	7°47'13.14"S 110°23'8.71"E
4	K4	Selatan Embung Langensari	20	7°47'15.3"S 110°22'49.6"E
5	K5	Belakang Duta Foto	4	7°46'59.9"S 110°23'00.4"E
6	K6	Jl. Krasak Barat	10	7°47'19.0"S 110°22'18.6"E
7	K7	Jl. Ungaran	2	7°47'14.2"S 110°22'14.2"E
8	K8	Jl. Patimura	2	7°47'12.2"S 110°22'13.1"E
9	K9	Jl. Nyoman Oka	4	7°47'06.6"S 110°22'12.3"E
10	K10	Jl. Munggur	6	7°47'09.5"S 110°23'13.2"E
11	K11	Gedung Pamungkas	4	7°47'17.9"S 110°22'31.9"E
12	L1	Depo Pengok	24	7°47'16.7"S 110°23'16.3"E
13	L2	RRI	24	7°47'18.3"S 110°22'09.4"E
14	M1	Balai Yasa	12	7°47'14.4"S 110°23'02.7"E
15	M2	RS Bethesda	12	7°47'02.9"S 110°22'37.1"E
16	M3	dr YAP	8	7°46'50.6"S 110°22'21.7"E
17	N1	Jl.Urip Sumoharjo	2	7°46'58.4"S 110°22'52.6"E

2. Data koordinat dan jumlah penduduk pada kelurahan di sektor Krasak

Data jumlah penduduk di setiap kelurahan yang ada di sektor Krasak diperoleh dari dinas kependudukan kota Yogyakarta yang dapat diakses oleh umum melalui *website* resmi dinas kependudukan kota Yogyakarta, data jumlah penduduk yang digunakan yaitu periode tahun 2021. Setiap kelurahan yang ada di sektor Krasak ditetapkan sebagai titik sumber sampah yang akan disalurkan ke TPS yang tersedia. Adapun titik koordinat lokasi kelurahan

didapatkan dengan menggunakan bantuan *google earth* yang ada di *google*, penentuan titik lokasi setiap kelurahan ini akan digunakan dalam menentukan waktu tempuh sumber sampah menuju fasilitas TPS. Data jumlah penduduk di setiap kelurahan di sektor Krasak disajikan dalam bentuk tabel yang dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4. 2 Jumlah Penduduk Di Setiap Kelurahan Sektor Krasak

No	Kelurahan	Jumlah Penduduk	Titik Kordinat
1	Demangan	8.663	7°47'10.1"S 110°23'26.2"E
2	Kotabaru	3.066	7°47'10.1"S 110°22'28.1"E
3	Klitren	9.728	7°46'58.8"S 110°22'55.7"E
4	Terban	9.347	7°46'54.1"S 110°22'21.0"E

3. Volume sumber sampah pada sektor Krasak

Data sumber sampah (*demand*) masyarakat pada sektor Krasak terdiri dari 17 kelurahan. Sumber sampah (*demand*) masyarakat /m³ didapat dari setiap 1 jiwa menghasilkan 0,47 Kg/jiwa atau setara dengan 0,00188 m³ (DLH Kota Yogyakarta 2021). data volume sampah setiap kelurahan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Data Volume Sumber Sampah Pada Sektor Krasak

No	Kelurahan	Jumlah Penduduk	Total Timbulan (m ³)
1	Demangan	8663	16
2	Kotabaru	3066	6
3	Klitren	9728	18
4	Terban	9347	18

4. Analisis waktu tempuh dari sumber sampah menuju Tempat Penampungan Sementara (TPS) pada sektor Krasak

Penentuan waktu tempuh nantinya akan dilakukan dengan menggunakan seluruh titik koordinat sumber sampah dan titik koordinat dari berbagai jenis Tempat Penampungan Sementara (TPS) pada sektor Kotagede, Gunungketur, dan Ngasem-Gading. Kemudian dengan menggunakan bantuan google maps akan dikaitkan seluruh titik koordinat tersebut guna mendapatkan waktu tempuh yang di inginkan.

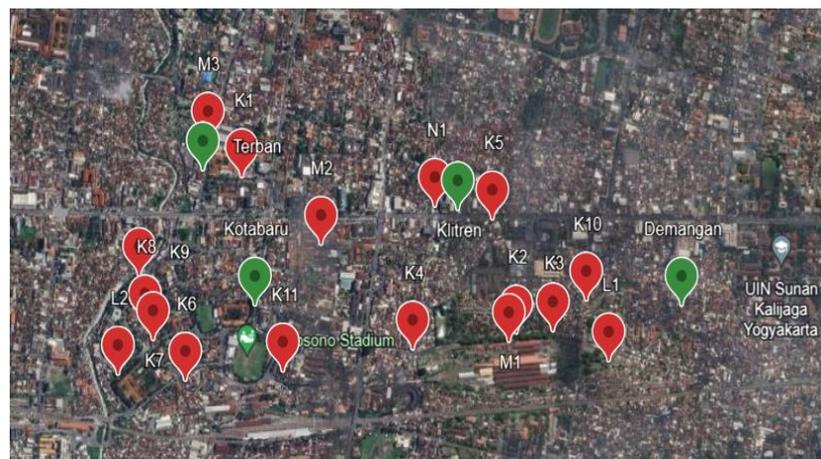
5. Waktu tempuh maksimal dari sumber sampah menuju Tempat Penampungan Sementara (TPS) pada sektor Krasak

Aktifitas masyarakat dalam melakukan pembuangan sampah memiliki waktu tempuh maksimal supaya tidak memberatkan masyarakat sebagai sumber sampah dalam membuang sampah. Menurut hasil wawancara kepada Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta bahwa waktu tempuh maksimal pembuangan sampah dari masyarakat atau sumber menuju Tempat Penampungan Sementara dapat dilakukan kurang lebih hingga 5 menit.

menggunakan pernyataan tersebut dengan asumsi kecepatan kendaraan pengangkut kurang lebih 40Km/jam yang berarti waktu tempuh dihasilkan sebesar 3 menit, tetapi karena dalam kondisi riil dalam beberapa wilayah harus melewati lampu lalu lintas maka peneliti menambah waktu toleransi sebesar 2 menit sehingga waktu tempuh maksimal pembuangan sumber sampah menuju fasilitas TPS yaitu 5 menit.

6. Peta sektor Krasak

Letak titik koordinat sumber sampah dan fasilitas TPS disajikan melalui pemetaan dengan menggunakan bantuan *google earth* agar mempermudah dalam melihat posisi baik sumber sampah maupun fasilitas TPS dengan diberikan simbol warna merah sebagai fasilitas TPS dan simbol warna hijau sebagai sumber sampah pada sektor Krasak.



Gambar 4. 1 Peta lokasi TPS dan Kelurahan

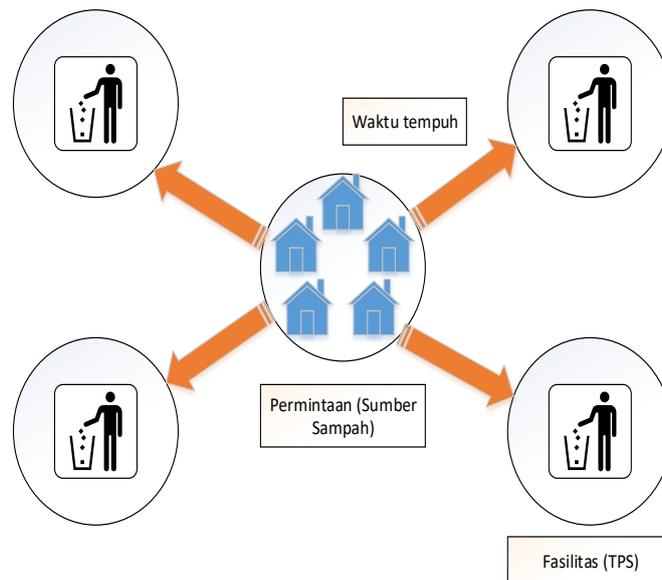
B. Pengembangan Model

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *P-Median*, yang kemudian dilakukan pengolahan data menggunakan aplikasi LINGO 11.0. Data yang telah didapatkan akan diolah dengan menggunakan model matematis dari pengembangan metode *P-Median* menggunakan aplikasi LINGO 11.0.

1. Interaksi antar elemen

a. Aspek struktural

Model *P-Median* adalah teknik untuk menentukan lokasi optimal dari p fasilitas, seperti tempat pembuangan sampah (TPS), guna meminimalkan waktu tempuh dari semua titik permintaan ke fasilitas tersebut. Struktur metode ini mencakup peta area layanan dengan lokasi permintaan dan potensi TPS, garis yang menunjukkan waktu tempuh, dan pemilihan lokasi TPS yang meminimalkan total waktu tempuh. Dengan cara ini, metode *P-Median* memastikan distribusi fasilitas yang efisien untuk melayani kebutuhan dengan waktu tempuh terendah. Penggambaran aspek struktural dapat dilihat pada gambar 4.2



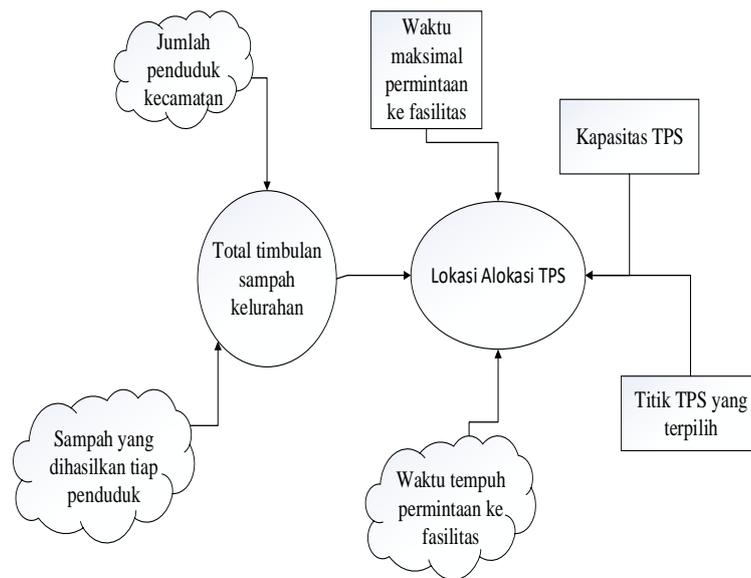
Gambar 4. 2 Aspek Struktual

b. Aspek fungsional

- 1) Fasilitas, menjelaskan Tempat Penampungan Sementara (TPS) yang menampung sampah dari masyarakat. Penelitian ini mengelompokkan TPS menjadi 5 jenis yaitu TPSS, Kontainer, Landasan Kontainer, BIN dan Depo.
- 2) Demand, menjelaskan tentang sumber sampah yang dihasilkan setiap individu masyarakat dalam suatu wilayah dengan titik pusat kelurahan.
- 3) Waktu Tempuh, menjelaskan seberapa lama waktu yang ditempuh dari demand menuju ke fasilitas.
- 4) Kapasitas, menjelaskan tentang seberapa besar kemampuan fasilitas untuk menampung sampah dari demand.

c. Diagram hubungan

Model *P-Median* menggambarkan hubungan antara elemen-elemen kunci dalam proses pengambilan keputusan. Diagram dimulai dengan data kebutuhan layanan, yang mencakup informasi mengenai lokasi permintaan dan volume sampah. Data ini digunakan untuk membangun model matematis yang menghitung waktu tempuh dari lokasi permintaan ke fasilitas. Model ini kemudian digunakan oleh algoritma *P-Median* untuk menentukan lokasi fasilitas terpilih yang meminimalkan total waktu tempuh. Penggambaran diagram hubungan dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4. 3 Influence Diagram

- 1) Lingkaran (Oval): Total Timbulan Sampah Kelurahan adalah variabel terkendali yang menggambarkan jumlah sampah yang dihasilkan dalam suatu wilayah, dipengaruhi oleh:
 - a) Jumlah penduduk kecamatan: Banyaknya populasi di kecamatan yang memengaruhi volume sampah.

- b) Sampah yang dihasilkan tiap penduduk: Rata-rata produksi sampah per orang.
- 2) Persegi Panjang (Kotak): Lokasi Alokasi TPS adalah variabel keputusan, yaitu keputusan terkait pemilihan lokasi tempat pembuangan sampah (TPS), dengan mempertimbangkan:
- a) Waktu maksimal permintaan ke fasilitas: Batas waktu yang diperlukan untuk membawa sampah ke TPS.
 - b) Kapasitas TPS: Kapasitas maksimal TPS yang dapat menampung sampah.
 - c) Titik TPS yang terpilih: Titik geografis lokasi TPS yang optimal.
- 3) Awan: Variabel berbentuk awan menunjukkan variabel tak terkendali atau asumsi, seperti:
- a) Jumlah penduduk kecamatan dan sampah per penduduk.
 - b) Waktu tempuh permintaan ke fasilitas: Jarak dan waktu yang dibutuhkan untuk mengakses TPS.

2. Pengembangan model *P-Median*

a. Penentuan asumsi

Dalam penelitian ini mempunyai asumsi yang dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1) Data volume sumber sampah bersifat segaris dengan jumlah penduduk sumber sampah.
- 2) Perhitungan waktu tempuh didasari oleh titik koordinat.
- 3) Penelitian dilakukan dengan observasi awal keadaan riil dan pengambilan waktu tempuh dalam satu waktu.
- 4) Waktu tempuh maksimal pembuangan sumber sampah menuju fasilitas TPS yaitu 5 menit.

b. Notasi model

Notasi model matematis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Himpunan :

$I = \{1,2,\dots,i\}$ Himpunan titik sumber Masyarakat.

$K = \{1,2,\dots,k\}$ Himpunan titik alternatif lokasi TPSS.

$L = \{1,2,\dots,l\}$ Himpunan titik alternatif lokasi Depo.

$M = \{1,2,\dots,m\}$ Himpunan titik alternatif lokasi Kontainer.

$N = \{1,2,\dots,n\}$ Himpunan titik alternatif lokasi BIN.

Indeks :

i = Indeks titik sumber sampah Masyarakat

k = Indeks titik alterantif lokasi TPSS

l = Indeks titik alternatif lokasi Depo

m = Indeks titik alternatif lokasi Kontainer

n = Indeks titik alternatif lokasi BIN

Parameter:

V_i = Volume sampah dihasilkan penduduk indeks ke- i (m^3 /hari)

C_k = Kapasitas lokasi TPSS indeks ke- k (m^3 /hari)

C_l = Kapasitas lokasi depo indeks ke- l (m^3 /hari)

C_m = Kapasitas lokasi kontainer indeks ke- m (m^3 /hari)

C_n = Kapasitas lokasi BIN indeks ke- n (m^3 /hari)

D_{ik} = Waktu tempuh antara titik sumber sampah dengan indeks i dengan alternatif lokasi TPSS dengan indeks k (menit)

D_{il} = Waktu tempuh antara titik sumber sampah dengan indeks i dengan alternatif lokasi depo dengan indeks l (menit)

D_{im} = Waktu tempuh antara titik sumber sampah dengan indeks i dengan alternatif lokasi kontainer dengan indeks m (menit)

D_{in} = Waktu tempuh antara titik sumber sampah dengan indeks i dengan alternatif lokasi BIN dengan indeks n (menit)

S_i = Total Waktu tempuh maksimal sebagai batas pemenuhan (menit) Variabel keputusan :

X_k = (1, jika TPSS k menjadi lokasi penempatan sumber sampah dan 0, jika TPSS k tidak menjadi lokasi penempatan sumber sampah)

$X_l = (1, \text{jika depo } l \text{ menjadi lokasi penempatan sumber sampah dan } 0, \text{ jika depo } l \text{ tidak menjadi lokasi penempatan sumber sampah})$

$X_m = (1, \text{jika kontainer } m \text{ menjadi lokasi penempatan sumber sampah dan } 0, \text{ jika kontainer } m \text{ tidak menjadi lokasi penempatan sumber sampah})$

$X_n = (1, \text{jika BIN } n \text{ menjadi lokasi penempatan sumber sampah dan } 0, \text{ jika BIN } n \text{ tidak menjadi lokasi penempatan sumber sampah})$

$Y_{ik} = (1, \text{jika sumber sampah } i \text{ dapat dipenuhi oleh alternatif lokasi } k \text{ dan } 0, \text{ jika sumber sampah } i \text{ tidak dapat dipenuhi oleh alternatif } k)$

$Y_{il} = (1, \text{jika sumber sampah } i \text{ dapat dipenuhi oleh alternatif lokasi } l \text{ dan } 0, \text{ jika sumber sampah } i \text{ tidak dapat dipenuhi oleh alternatif } l)$

$Y_{im} = (1, \text{jika sumber sampah } i \text{ dapat dipenuhi oleh alternatif lokasi } m \text{ dan } 0, \text{ jika sumber sampah } i \text{ tidak dapat dipenuhi oleh alternatif } m)$

$Y_{in} = (1, \text{jika sumber sampah } i \text{ dapat dipenuhi oleh alternatif lokasi } n \text{ dan } 0, \text{ jika sumber sampah } i \text{ tidak dapat dipenuhi oleh alternatif } n)$

a. Model matematis

Dalam penelitian ini mempunyai asumsi yang dapat diuraikan sebagai berikut:

1) Fungsi tujuan

Fungsi tujuan dalam penelitian ini adalah meminimalkan waktu tempuh antara titik demand dengan fasilitas TPS di sektor Krasak.

Minimize $\sum_{ik \in IK} Vi dik Yik + \sum_{il \in IL} Vi dil Yil + \sum_{ik \in IK} Vi dim Yim + \sum_{in \in IN} Vi din Yin$

2) Batasan

a) Fasilitas yang diharapkan

P sebagai banyaknya fasilitas TPS yang diharapkan

$$\sum_{k,l,m,n,o \in Ni} Yik + Yil + Yim + Yin = P$$

b) Jumlah sampah yang dapat terlayani

Setiap sumber sampah dari masyarakat harus ditugaskan secara tepat ke satu fasilitas TPS

$$\sum_{k,l,m,n,o \in Ni} Yik + Yil + Yim + Yin = 1$$

c) Alternatif TPS yang dapat memenuhi kebutuhan

Minimal satu alternatif yang dapat memenuhi titik kebutuhan

$$Yik - Xk \leq 0 \quad \forall i \in I; k \in K$$

$$Yil - Xl \leq 0 \quad \forall i \in I; l \in L$$

$$Yim - XM \leq 0 \quad \forall i \in I; m \in M$$

$$Yin - XN \leq 0 \quad \forall i \in I; n \in N$$

d) Kapasitas TPS

TPS memiliki kapasitas dalam menampung buangan sampah dari sumber sampah masyarakat

$$\sum_{i \in I} V_i Y_{ik} \leq C_k X_k \quad \forall k \in K$$

$$\sum_{i \in I} V_i Y_{il} \leq C_l X_l \quad \forall l \in L$$

$$\sum_{i \in I} V_i Y_{im} \leq C_m X_m \quad \forall m \in M$$

$$\sum_{i \in I} V_i Y_{in} \leq C_n X_n \quad \forall n \in N$$

e) Waktu tempuh maksimal pembuangan

Waktu Tempuh antara sumber sampah dengan fasilitas tidak melebihi waktu tempuh maksimal pembuangan.

$$\sum_{i \in I} d_{ik} y_{ik} \leq S_i X_k \quad \forall k \in K$$

$$\sum_{i \in I} d_{il} y_{il} \leq S_i X_l \quad \forall l \in L$$

$$\sum_{i \in I} d_{im} y_{im} \leq S_i X_m \quad \forall m \in M$$

$$\sum_{i \in I} d_{in} y_{in} \leq S_i X_n \quad \forall n \in N$$

f) Keputusan

$$X_k \in \{0,1\} \quad \forall k \in K$$

$$X_l \in \{0,1\} \quad \forall l \in L$$

$$X_m \in \{0,1\} \quad \forall m \in M$$

$$X_n \in \{0,1\} \quad \forall n \in N$$

C. Verifikasi dan Validasi Model

1. Verifikasi Model

Verifikasi model matematik dilakukan untuk mengecek logika model yang telah dibuat. Proses verifikasi model telah selesai dilakukan untuk memastikan model matematis sesuai dengan permasalahan dan tujuan yang ingin dicapai. Verifikasi mencakup pengecekan konsistensi fungsi objektif dan kendala, pengujian dengan kasus sederhana, serta analisis sensitivitas terhadap perubahan parameter. Selain itu, dilakukan pula pemeriksaan kesesuaian antara ruas kanan dan ruas kiri pada setiap persamaan atau ketidaksamaan untuk memastikan model terdefinisi dengan benar secara matematis. Penulisan bahasa pemograman model matematik riil secara lengkap dapat dilihat pada lampiran VII. Hasil data riil *running software* LINGO 11.0 secara lengkap pada lampiran VIII.

2. Data Hipotetik

Data hipotetik merupakan data yang diperoleh secara acak. Pengujian dengan menggunakan data hipotetik diperlukan sebelum melakukan pengolahan data dari kasus riil sebagai validasi terhadap model yang dikembangkan.

a. Data kapasitas TPS

Data hipotetik berupa kapasitas TPS dengan jumlah fasilitas TPS berjumlah 5 dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Data Dummy Kapasitas TPS

Nama TPS	Kapasitas (M ³)
TPS 1	20
TPS 2	24

Nama TPS	Kapasitas (M ³)
TPS 3	18
TPS 4	18
Total	74

b. Data volume sumber sampah

Data hipotetik volume sumber sampah yang dihasilkan antara setiap kelurahan dengan jumlah kelurahan sebanyak 4 yang diartikan sebagai sumber sampah yang dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Data Hipotetik Sumber Sampah

Sumber Sampah	Volume Sampah (M ³)
Kelurahan 1	16
Kelurahan 2	6
Kelurahan 3	18
Kelurahan 4	18
Total	58

c. Waktu tempuh dari sumber sampah ke TPS

Data hipotetik waktu tempuh pembuangan sampah dari titik masing-masing sumber sampah menuju TPS dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Waktu Tempuh dari Sumber Sampah ke TPS

Sumber Sampah	TPS 1	TPS 2	TPS 3	TPS 4
Kelurahan 1	6	2	3	5
Kelurahan 2	10	4	5	3
Kelurahan 3	3	3	4	6
Kelurahan 4	5	5	1	8

d. Waktu tempuh maksimal dari sumber sampah ke TPS

Data hipotetik Waktu tempuh maksimal dari sumber sampah menuju fasilitas TPS digunakan sebagai batasan penduduk untuk membuang sampah dengan asumsi waktu tempuh 5 menit.

e. Analisis model hipotetik

Berikut adalah hasil pengolahan lingo

Global optimal solution found.

Objective value:	206.0000
Objective bound:	206.0000
Infeasibilities:	0.000000
Extended solver steps:	0
Total solver iterations:	0

Variable	Value	Reduced Cost
SI	5.000000	0.000000
VI (1)	16.00000	0.000000
VI (2)	6.000000	0.000000
VI (3)	18.00000	0.000000
VI (4)	18.00000	0.000000
XK (1)	1.000000	0.000000
CK (1)	20.00000	0.000000
XL (1)	1.000000	0.000000
CL (1)	24.00000	0.000000
XM (1)	1.000000	0.000000
CM (1)	12.00000	0.000000
XN (1)	1.000000	0.000000
CN (1)	18.00000	0.000000
DIK (1, 1)	6.000000	0.000000
DIK (2, 1)	2.000000	0.000000
DIK (3, 1)	3.000000	0.000000
DIK (4, 1)	5.000000	0.000000
YIK (1, 1)	0.000000	96.00000
YIK (2, 1)	0.000000	12.00000

YIK(3, 1)	1.000000	54.00000
YIK(4, 1)	0.000000	90.00000
DIL(1, 1)	10.00000	0.000000
DIL(2, 1)	4.000000	0.000000
DIL(3, 1)	5.000000	0.000000
DIL(4, 1)	3.000000	0.000000
YIL(1, 1)	0.000000	160.0000
YIL(2, 1)	0.000000	24.00000
YIL(3, 1)	0.000000	90.00000
YIL(4, 1)	1.000000	54.00000
DIM(1, 1)	3.000000	0.000000
DIM(2, 1)	3.000000	0.000000
DIM(3, 1)	4.000000	0.000000
DIM(4, 1)	6.000000	0.000000
YIM(1, 1)	0.000000	48.00000
YIM(2, 1)	1.000000	18.00000
YIM(3, 1)	0.000000	72.00000
YIM(4, 1)	0.000000	108.0000
DIN(1, 1)	5.000000	0.000000
DIN(2, 1)	5.000000	0.000000
DIN(3, 1)	1.000000	0.000000
DIN(4, 1)	8.000000	0.000000
YIN(1, 1)	1.000000	80.00000
YIN(2, 1)	0.000000	30.00000
YIN(3, 1)	0.000000	18.00000
YIN(4, 1)	0.000000	144.0000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	206.0000	-1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000

6	0.000000	0.000000
7	2.000000	0.000000
8	6.000000	0.000000
9	6.000000	0.000000
10	2.000000	0.000000
11	5.000000	0.000000
12	5.000000	0.000000
13	2.000000	0.000000
14	5.000000	0.000000
15	5.000000	0.000000
16	5.000000	0.000000
17	5.000000	0.000000
18	2.000000	0.000000
19	5.000000	0.000000
20	2.000000	0.000000
21	5.000000	0.000000
22	5.000000	0.000000
23	0.000000	0.000000
24	5.000000	0.000000
25	5.000000	0.000000
26	5.000000	0.000000

Output diatas menjelaskan bahwa pada variable YIK (3,1) dengan value 1 maka artinya adalah sumber sampah masyarakat YI (kelurahan 1) ke fasilitas TPS 3 bernilai 1 atau dapat dilayani, sedangkan untuk YIL (3,1) dengan value 0 maka artinya adalah sumber sampah masyarakat YI (kelurahan 2) ke fasilitas TPS 3 bernilai 0 atau tidak dapat dilayani. Dari hasil output di atas juga dapat dijelaskan bahwa setiap fasilitas dapat melayani permintaan. Hasil Pengolahan Data Hipotetik dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Hasil Pengolahan Data Hipotetik

Sumber Sampah	Volume Sampah	TPS Terpilih	Kapasitas TPS	Waktu Tempuh
Kelurahan 1	16	TPS 4	18	5
Kelurahan 2	6	TPS 3	18	5
Kelurahan 3	18	TPS 1	20	3
Kelurahan 4	18	TPS 2	24	5

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat dilihat bahwa sampah yang dihasilkan masing-masing kelurahan yaitu kelurahan 1 dengan total sumber sampah sebesar 16 m^3 yang dapat dilayani oleh TPS 4 dengan kapasitas sebesar 18 m^3 dengan waktu tempuh 5 menit, kelurahan 2 dengan total sumber sampah sebesar 6 m^3 yang dapat dilayani TPS 3 dengan kapasitas sebesar 18 m^3 dengan waktu tempuh 5 menit, kelurahan 3 dengan total sumber sampah sebesar 18 m^3 dapat dilayani oleh TPS 1 dengan kapasitas sebesar 20 m^3 dengan waktu tempuh 3 menit dan kelurahan 4 dengan total sumber sampah sebesar 18 m^3 dapat dilayani oleh TPS 2 dengan kapasitas sebesar 24 m^3 dengan waktu tempuh 5 menit.

3. Validasi

Validasi ini dilakukan guna memeriksa model yang telah dibuat dengan menggunakan data hipotetik sebelum diaplikasikan langsung ke data riil, dimana data hipotetik sendiri telah disesuaikan dengan permasalahan riil. Pengujian ini dilakukan dengan bantuan *software* lingo 11.0. Model dinyatakan valid dapat dilihat dari apakah output yang dihasilkan dari model tersebut dapat menggambarkan kondisi riil, jika iya maka model tersebut valid. Misalnya pada data hipotetik di keputusan YIK (3,1) dengan keputusan diterima atau 1 dengan waktu

tempuh dibawah 5 menit dan dengan kapasitas TPSS K sebesar 20 m^3 dengan sumber sampah 16 m^3 .

D. Pengolahan Data Riil

Pengolahan data riil menggunakan data yang didapatkan secara langsung sesuai dengan keadaan riil, data yang digunakan dalam pengolahan ini yaitu data pada Tabel 4.1, dan Tabel 4.3 yang kemudian data tersebut dilakukan pengolahan data dengan menggunakan aplikasi LINGO 11.0. selain data diatas diperlukan data lain untuk melengkapi dalam proses pengolahan data supaya sesuai dengan model matematis, adapun data pelengkap yang dibutuhkan yaitu data waktu tempuh sumber sampah menuju fasilitas dengan satuan menit dan. Data tersebut dapat dilihat pada lampiran, pengambilan data waktu tempuh sumber sampah menuju fasilitas TPS didapatkan dari titik koordinasi dengan menggunakan bantuan Google Maps yang kemudian data tersebut dijadikan dalam bentuk matriks. Setelah data sudah terkumpul selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan model matematis *P-Median* menggunakan aplikasi LINGO 11.0. yang kemudian output dari pengolahan data akan dilakukan analisis.

E. Analisis dan Pembahasan

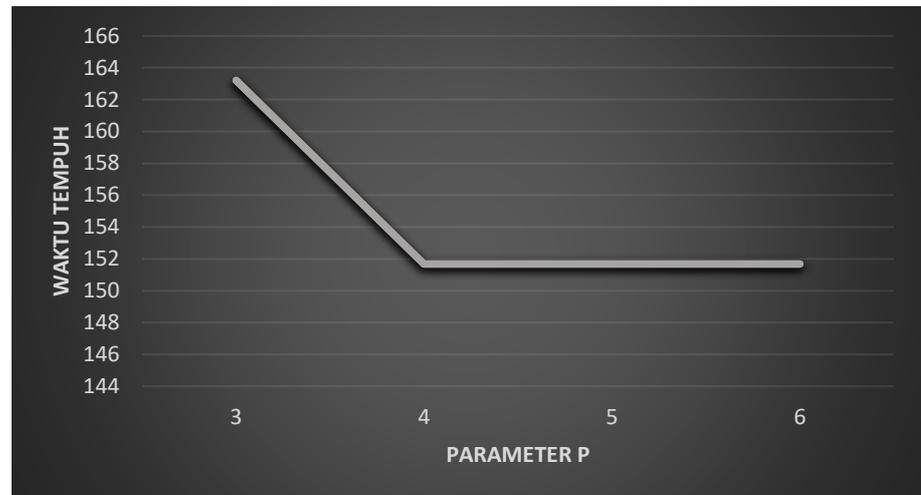
1. Pengolahan

Metode *P-Median* berdasarkan dengan tujuannya yaitu meminimalkan jumlah total waktu tempuh antara titik demand dengan fasilitas TPS yang tersedia. Dalam penelitian ini peneliti juga

mempertimbangkan waktu tempuh dari sumber sampah menuju TPS dan kapasitas TPS dalam perihal menampung total volume buangan sampah yang dihasilkan oleh sumber. Berikut ini adalah hasil dari pengolahan data yang telah dirangkum dan disajikan pada tabel 4.8 menggunakan *software* LINGO 11.0 di Sektor Krasak.

2. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengantisipasi dampak yang mungkin terjadi akibat perubahan parameter setelah solusi optimal telah diperoleh (Ahmad, 2023). Pada penelitian ini akan dilakukan analisis sensitivitas untuk menentukan parameter P sebagai jumlah fasilitas yang diharapkan ideal. Penentuan angka untuk parameter P sebagai jumlah fasilitas yang diharapkan ideal didasarkan ketika model di *running* pada *software* LINGO 11.0 akan mendapatkan hasil yang *feasible*, sehingga ditentukan untuk batas bawah analisis sensitivitas parameter P senilai 3. Berdasarkan hasil *running* dengan menggunakan *software* LINGO 11.0 didapatkan parameter P maksimal yaitu 6. Hasil pengolahan data menggunakan *software* LINGO 11.0 didapatkan dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Grafik Waktu Tempuh Rata-rata

Tabel 4.9 Penjelasan Analisis Sensitivitas

Parameter P	Objective Value	Penjelasan
3	163,21	Pada nilai awal Parameter P, Objective Value memiliki nilai tertinggi. Total TPS yang terpilih 4 dari 17 TPS
4	151,68	Ketika Parameter P meningkat, terjadi penurunan signifikan pada Objective Value. Total TPS yang terpilih 4 dari 17 TPS
5	151,68	Setelah mencapai Parameter P tertentu, Objective Value cenderung stabil. Total TPS yang terpilih 4 dari 17 TPS
6	151,68	Setelah mencapai Parameter P tertentu, Objective Value cenderung stabil. Total TPS yang terpilih 4 dari 17 TPS

3. Pembahasan

Menurut hasil sistem LINGO pada parameter P terdapat beberapa perbedaan untuk jumlah fasilitas TPS yang terpilih dan pengalokasian sampah masyarakat ke fasilitas TPS. Pada parameter P bernilai 3 sebagai

jumlah fasilitas yang diharapkan ideal. Menunjukkan bahwa Depo Pengok dapat melayani sumber sampah dari kelurahan Demangan dengan waktu tempuh pembuangan 2 menit, Depo Pengok dapat melayani sumber sampah dari kelurahan Kotabaru dengan waktu tempuh 2 menit, TPSS Selatan Embung Lengensari dapat melayani sumber sampah dari Klitren dengan waktu tempuh 3 menit dan Depo RRI dapat melayani sumber sampah dari kelurahan Terban dengan waktu tempuh 3 menit.

Pada parameter P bernilai 4, 5 dan 6 memiliki perbedaan untuk TPS yang terpilih, seperti pada Depo Pengok dapat melayani sumber sampah dari kelurahan Demangan dengan waktu tempuh pembuangan 2 menit, TPSS JL. Krasak Barat dapat melayani sumber sampah dari kelurahan Kotabaru dengan waktu tempuh pembuangan 2 menit, Selatan Embung Lengensari dapat melayani sumber sampah dari kelurahan Klitren dengan waktu tempuh pembuangan 3 menit, Depo RRI dapat melayani sumber sampah dari kelurahan Terban dengan waktu tempuh pembuangan 3 menit.

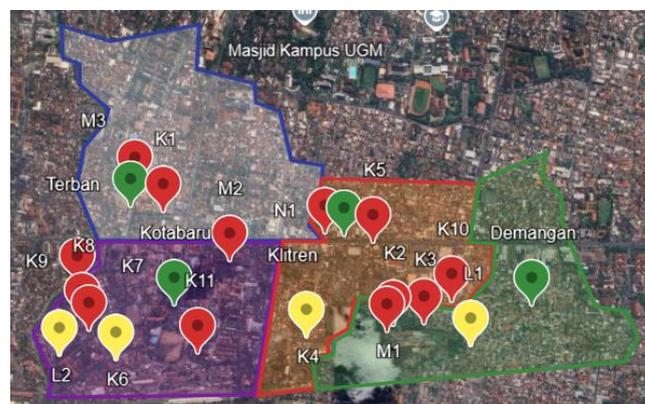
Fungsi tujuan dari metode *P-Median* adalah meminimalkan total waktu tempuh rata-rata antara sumber sampah ke fasilitas TPS. Hasil output LINGO terdapat *objective value* yang artinya semakin kecil nilai *objective value* yang dihasilkan maka waktu tempuh total yang dilalui oleh masyarakat dalam melakukan pembuangan sampah minimum, didapatkan nilai *objective value* paling minimum 151,68 sehingga akan

dipilih P senilai 4 dengan jumlah TPS terpilih sebanyak 4 TPS dari 17 TPS dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4. 8 TPS Terpilih Berdasarkan Pengolahan Data Riil

No	Kelurahan	Volume Sumber Sampah (m ³ /hari)	TPS Terpilih	Kapasitas TPS (m ³ /hari)	Waktu Tempuh (Menit)
1	Demangan	16	Depo Pengok	24	2
2	Kotabaru	6	TPSS JL. Krasak Barat	10	2
3	Klitren	18	Selatan Embung Langensari	20	3
4	Terban	18	RRI	24	3

Berdasarkan Tabel 4.8, hasil pengolahan data riil menggunakan bantuan *software* LINGO 11.0 dengan menggunakan model matematis *P-Median* didapati bahwa jumlah TPS yang terpilih dan dapat melayani sumber sampah sebanyak 4 unit TPS dari 17 fasilitas TPS yang tersedia, dengan menggunakan *google earth* dapat ditampilkan peta TPS terpilih dengan warna kuning sebagai fasilitas TPS terpilih, warna hijau sebagai sumber sampah dan warna merah sebagai fasilitas TPS yang tidak terpilih pada sektor Krasak dapat dilihat pada Gambar 4.5



Gambar 4. 5 Peta Lokasi TPS yang Terpilih

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan yang telah dilakukan maka peneliti dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

Jumlah fasilitas TPS yang terpilih dan terbuka adalah sebanyak 4 fasilitas TPS sehingga 13 fasilitas TPS yang ada di sektor Krasak akan ditutup. Keempat fasilitas TPS tersebut adalah Jl. Krasak Barat, TPSS Selatan Embung Legensari, Depo Pengok dan Depo RRI. Lokasi Fasilitas TPS yang akan melayani sumber sampah yaitu TPSS Jl. Krasak Barat akan melayani sumber sampah dari kelurahan Kotabaru. TPSS Selatan Embung Legensari akan melayani sumber sampah dari kelurahan Klitren. Depo Pengok akan melayani sumber sampah dari kelurahan Demangan. Depo RRI akan melayani sumber sampah dari kelurahan Terban. Total kapasitas fasilitas tempat penampungan sementara yang terpilih sebesar 78 m³ dengan total volume atau timbulan sampah yang dihasilkan oleh sumber sampah sebesar 58 m³ /hari.

B. Saran

Berikut ini saran yang dapat dipertimbangkan dan diberikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya diharapkan melakukan penetapan jenis fasilitas TPS secara simultan dengan mempertimbangkan biaya (*cost*) yang dikeluarkan jika terjadi penambahan kapasitas TPS.
2. Melakukan pembaharuan data kependudukan yang terbaru untuk menjadi pertimbangan dalam menempatkan suatu fasilitas tempat penampungan sementara dan kapasitas tempat penampungan sementara.
3. Titik *demand* masyarakat tidak hanya diasumsikan berada di pusat kelurahan, tetapi bisa mencakup area yang lebih kecil. Pengembangan model selanjutnya diharapkan dapat mengubah ruang solusi menjadi model jaringan yang lebih mencerminkan kondisi sebenarnya, sehingga titik permintaan tidak terkonsentrasi pada satu titik tertentu, melainkan sesuai dengan lokasi nyata dari sumber sampah.

DAFTAR PUSTAKA

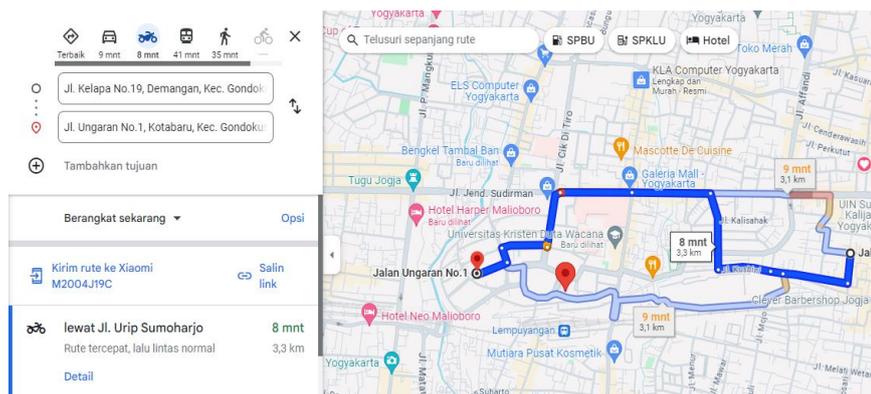
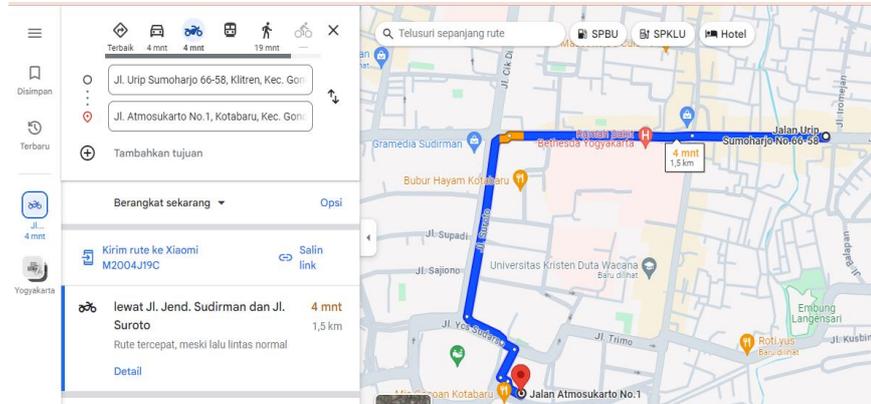
- Agdas, M., Eroglu, O. (2016). A Decision Support Model Suggestion for Logistics Support Unit in Risky Environment
- Ahmad, R. (2023). Analisis sensitivitas model goal programming pada optimasi produksi roti menggunakan metode branch and bound.
- Asmara, E. (2021). Penerapan P-median Terhadap Optimasi Alokasi dan Lokasi Distribution Center Pada Sistem Logistik Pedesaan di Indonesia.
- Borman, M, R. (2020) *One vehicle routing problem sebagai solusi terbaik untuk rencana ekspansi hangout catering company dengan software lingo.*
- Fadhil, A, R. (2019) Penentuan lokasi distribution center dengan metode pmedian di pt pertamina ep
- Jaelani, A., Purwanti, H. I., & Aziz, M. R. (2019). Pemanfaatan Komposter Sederhana Sebagai Solusi Alternatif Mengatasi Sampah di Perumahan Podosugih Kota Pekalongan.
- Farasyi, A, F., & Iswati, H. (2021). Pengaruh Media Sosial, E Lifestyle Dan Budaya Digital Terhadap Perilaku Konsumtif.
- Kahfi, A. (2017). Tinjauan terhadap pengelolaan sampah. (vol. 4).
- Kusuma, V.J. (2017). Penentuan lokasi ideal tempat penampungan sementara (tps) sampah dengan metode p median di wilayah karanganyar.
- Mahyudin, R. P. (2017). Kajian Permasalahan Pengelolaan Sampah Dan Dampak. Teknik Lingkungan.
- Muzayanah. (2015). Terapan Teori Lokasi Industri (Contoh Kasis Pengembangan Kawasan Industri Kragilan Kabupaten Serang)
- Nadjih, D. (2020). Identifikasi jumlah dan faktor timbulan sampah di kawasan wisata malioboro
- Nugroho, A.Y. (2017). Analisis lokasi dan alokasi persampahan di daerah kabupaten boyolali dengan metode p-median.

- Putra, H.N.A (2017) Penerapan Metode P Median Dalam Penentuan Lokasi Optimal Tempat Penampungan Sementara (Tps) Sampah Di Kabupaten Klaten.
- Sahil, J., Muhdar, M. H. I. Al, Rohman, F., & Syamsuri, I. (2016). Sistem Pengelolaan dan Upaya Penanggulangan Sampah Di Kelurahan Dufa-Dufa Kota Ternate.
- Sudiantha, Y. (2017). Efektifitas Kinerja Sistem Pengumpulan Sampah Di Kecamatan Singosari.
- Toyib, A. (2018). Penentuan lokasi dan alokasi tps di kabupaten wonogiri dengan menggunakan metode p-median.
- Zuraidah. (2022). Edukasi pengelolaan dan pemanfaatan sampah anorganik di mi al munir desa gadungan kecamatan puncu kabupaten kediri.

LAMPIRAN

LAMPIRAN I

Pencarian Data Waktu Tempuh Menggunakan Google Maps



LAMPIRAN II

Matrik Jarak Sumber Sampah dengan Fasilitas TPS

	Demangan	Kotabaru	Klitren	Terban
Smp 8	8	4	3	3
Jl Kusbini - Balai Yasa	3	3	4	6
Balai Yasa (Kusbini)	3	4	4	7
Selatan Embung Langensari	6	2	3	5
Belakang Duta Foto	4	4	4	8
Jl. Krasak Barat	8	2	5	6
Jl. Ungaran	9	3	5	3
Jl. Patimura	9	3	5	3
Jl. Nyoman Oka	9	3	4	2
Jl. Munggur	3	4	4	7
Gedung Pamungkas	9	1	5	4
Depo Pengok	2	4	4	7
RRI	10	4	5	3
Balai Yasa	3	3	4	6
RS Bethesda	8	4	4	4
dr YAP	9	6	5	4
Jl.Urip Sumoharjo	5	5	1	8

Lampiran III

Analisis Sensitivitas dengan parameter P 3

No	Kelurahan	Volume Sumber Sampah (m ³ /hari)	TPS Terpilih	Kapasitas TPS (m ³ /hari)	Waktu Tempuh (Menit)
1	Demangan	16	Pengok	24	2
2	Kotabaru	6	Pengok	24	2
3	Klitren	18	Selatan Embung Legensari	20	3
4	Terban	18	RRI	24	3

Lampiran IV

Analisis Sensitivitas dengan parameter P 4,5 dan 6

No	Kelurahan	Volume Sumber Sampah (m ³ /hari)	TPS Terpilih	Kapasitas TPS (m ³ /hari)	Waktu Tempuh (Menit)
1	Demangan	16	Depo Pengok	24	2
2	Kotabaru	6	TPSS JL. Krasak Barat	10	2
3	Klitren	18	Selatan Embung Langensari	20	3
4	Terban	18	RRI	24	3

Lampiran V

Pengolahan Data Hipotetik menggunakan LINGO 11.0

```

MODEL:
!P median;
SETS:
! Jumlah sumber sampah 4, dan pembuangan sampah sementara 4;
  SET_i/1..4/:Vi;
  SET_K/1/: XK, CK;
  SET_L/1/: XL, CL;
  SET_M/1/: XM, CM;
  SET_N/1/: XN, CN;

  LINK_ik (SET_i, SET_k): Dik, Yik;
  LINK_il (SET_i, SET_l): Dil, Yil;
  LINK_im (SET_i, SET_m): Dim, Yim;
  LINK_in (SET_i, SET_n): Din, Yin;

ENDSETS
DATA:
! Data volume sampah setiap sumber sampah;
  Vi = 16 6 18 18;
! Data jarak dari sumber sampah menuju tempat pembuangan sampah
sementara;
  Dik = 6 2 3 5;
  Dil = 10 4 5 3;
  Dim = 3 3 4 6;
  Din = 5 5 1 8;
! Data kapasitas pembuangan sampah sementara;
  Ck= 20 ;
  Cl= 24 ;
  Cm= 12;
  Cn= 18 ;
! Data jarak maksimal pembuangan;
  Si= 5;
ENDDATA
!Fungsi Tujuan;
MIN = @SUM(SET_i(i):@SUM(SET_k(k): Vi(i) * Dik(i,k) *
Yik(i,k))) + @SUM(SET_i(i):@SUM(SET_l(l): Vi(i) * Dil(i,l) *
Yil(i,l))) + @SUM(SET_i(i):@SUM(SET_m(m): Vi(i) * Dim(i,m) *
Yim(i,m))) + @SUM(SET_i(i):@SUM(SET_n(n): Vi(i) * Din(i,n) *
Yin(i,n))) ;
!Fasilitas yang diharapkan;
@SUM(SET_k(k): Xk(k)) + @SUM(SET_l(l): Xl(l)) + @SUM(SET_m(m):
Xm(m)) +
@SUM(SET_n(n): Xn(n)) = 4;
!Jumlah sampah yang dapat terlayani;
@FOR(SET_i(i):
@SUM(SET_k(k): Yik(i,k)) + @SUM(SET_l(l): Yil(i,l)) +
@SUM(SET_m(m): Yim(i,m)) + @SUM(SET_n(n): Yin(i,n)) = 1) ;
!Kapasitas TPS;
@FOR(SET_k(k):@SUM(SET_i(i):Vi * Yik(i,k))<= Ck(k) * Xk(k));
@FOR(SET_l(l):@SUM(SET_i(i):Vi * Yil(i,l))<= Cl(l) * Xl(l));
@FOR(SET_m(m):@SUM(SET_i(i):Vi * Yim(i,m))<= Cm(m) * Xm(m));

```

```

@FOR (SET_n(n):@SUM (SET_i(i):Vi * Yin (i,n))<= Cn(n) * Xk(n));
!Jarak maksimal pembuangan;
@FOR (LINK_ik(i,k):
      Dik (i,k)* Yik (i,k) <= Si * Xk(k));
@FOR (LINK_il(i,l):
      Dil (i,l)* Yil (i,l) <= Si * Xl(l));
@FOR (LINK_im(i,m):
      Dim (i,m)* Yim (i,m) <= Si * Xm(m));
@FOR (LINK_in(i,n):
      Din (i,n)* Yin (i,n) <= Si * Xn(n));

!Fungsi Keputusan;
@FOR (SET_k(k):@BIN (Xk));
@FOR (SET_l(l):@BIN (Xl));
@FOR (SET_m(m):@BIN (Xm));
@FOR (SET_n(n):@BIN (Xn));

@FOR (LINK_ik(i,k):@BIN (Yik));
@FOR (LINK_il(i,l):@BIN (Yil));
@FOR (LINK_im(i,m):@BIN (Yim));
@FOR (LINK_in(i,n):@BIN (Yin));

```

LAMPIRAN VI

Hasil Pengolahan Data Hipotetik dengan *software LINGO 11.0*

LINGO 11.0 Solver Status [Koding P Median (3)]

Solver Status Model Class: PILP State: Global Opt Objective: 206 Infeasibility: 0 Iterations: 0		Variables Total: 20 Nonlinear: 0 Integers: 20	
Extended Solver Status Solver Type B-and-B Best Obj: 206 Obj Bound: 206 Steps: 0 Active: 0		Constraints Total: 26 Nonlinear: 0	
		Nonzeros Total: 88 Nonlinear: 0	
		Generator Memory Used (K) 34	
		Elapsed Runtime (hh:mm:ss) 00 : 00 : 01	

Update Interval:

Global optimal solution found.

Objective value:	206.0000
Objective bound:	206.0000
Infeasibilities:	0.000000
Extended solver steps:	0
Total solver iterations:	0

Cost	Variable	Value	Reduced
0.000000	SI	5.000000	
0.000000	VI (1)	16.00000	
0.000000	VI (2)	6.000000	
0.000000	VI (3)	18.00000	
0.000000	VI (4)	18.00000	
0.000000	XK (1)	1.000000	
0.000000	CK (1)	20.00000	
0.000000	XL (1)	1.000000	
0.000000	CL (1)	24.00000	

0.000000	XM(1)	1.000000
0.000000	CM(1)	12.000000
0.000000	XN(1)	1.000000
0.000000	CN(1)	18.000000
0.000000	DIK(1, 1)	6.000000
0.000000	DIK(2, 1)	2.000000
0.000000	DIK(3, 1)	3.000000
0.000000	DIK(4, 1)	5.000000
96.000000	YIK(1, 1)	0.000000
12.000000	YIK(2, 1)	0.000000
54.000000	YIK(3, 1)	1.000000
90.000000	YIK(4, 1)	0.000000
0.000000	DIL(1, 1)	10.000000
0.000000	DIL(2, 1)	4.000000
0.000000	DIL(3, 1)	5.000000
0.000000	DIL(4, 1)	3.000000
160.000000	YIL(1, 1)	0.000000
24.000000	YIL(2, 1)	0.000000
90.000000	YIL(3, 1)	0.000000
54.000000	YIL(4, 1)	1.000000
0.000000	DIM(1, 1)	3.000000
0.000000	DIM(2, 1)	3.000000
0.000000	DIM(3, 1)	4.000000
0.000000	DIM(4, 1)	6.000000
48.000000	YIM(1, 1)	0.000000
18.000000	YIM(2, 1)	1.000000
72.000000	YIM(3, 1)	0.000000
108.000000	YIM(4, 1)	0.000000

0.000000	DIN(1, 1)	5.000000
0.000000	DIN(2, 1)	5.000000
0.000000	DIN(3, 1)	1.000000
0.000000	DIN(4, 1)	8.000000
80.00000	YIN(1, 1)	1.000000
30.00000	YIN(2, 1)	0.000000
18.00000	YIN(3, 1)	0.000000
144.0000	YIN(4, 1)	0.000000

Price	Row	Slack or Surplus	Dual
1.000000	1	206.0000	-
0.000000	2	0.000000	
0.000000	3	0.000000	
0.000000	4	0.000000	
0.000000	5	0.000000	
0.000000	6	0.000000	
0.000000	7	2.000000	
0.000000	8	6.000000	
0.000000	9	6.000000	
0.000000	10	2.000000	
0.000000	11	5.000000	
0.000000	12	5.000000	
0.000000	13	2.000000	
0.000000	14	5.000000	
0.000000	15	5.000000	
0.000000	16	5.000000	
0.000000	17	5.000000	
0.000000	18	2.000000	

0.000000	19	5.000000
0.000000	20	2.000000
0.000000	21	5.000000
0.000000	22	5.000000
0.000000	23	0.000000
0.000000	24	5.000000
0.000000	25	5.000000
0.000000	26	5.000000

LAMPIRAN VII

Pengolahan Data Riil menggunakan LINGO 11.0

```

MODEL:
!P median;
SETS:
! Jumlah sumber sampah 4, dan pembuangan sampah sementara 17;
  SET_i/1..4/:Vi;
  SET_K/1..11/: Xk, Ck;
  SET_L/1..2/: Xl, Cl;
  SET_M/1..3/: Xm, Cm;
  SET_N/1..1/: Xn, Cn;

  LINK_ik (SET_i, SET_k): Dik, Yik;
  LINK_il (SET_i, SET_l): Dil, Yil;
  LINK_im (SET_i, SET_m): Dim, Yim;
  LINK_in (SET_i, SET_n): Din, Yin;

ENDSETS
DATA:
! Data volume sampah setiap sumber sampah;
  Vi = @ole ('C:\Matrix.xlsx', '_Vi');
! Data jarak dari sumber sampah menuju tempat pembuangan sampah
sementara;
  Dik = @ole ('C:\Matrix.xlsx', '_Dik');
  Dil = @ole ('C:\Matrix.xlsx', '_Dil');
  Dim = @ole ('C:\Matrix.xlsx', '_Dim');
  Din = @ole ('C:\Matrix.xlsx', '_Din');
! Data kapasitas pembuangan sampah sementara;
  Ck = @ole ('C:\Matrix.xlsx', '_Ck');
  Cl = @ole ('C:\Matrix.xlsx', '_Cl');
  Cm = @ole ('C:\Matrix.xlsx', '_Cm');
  Cn = @ole ('C:\Matrix.xlsx', '_Cn');
! Data waktu tempuh maksimal pembuangan;
  Si= 5;

! P;
  P= 6;

ENDDATA
!Fungsi Tujuan;
MIN = @SUM(SET_i(i):@SUM(SET_k(k): Vi(i) * Dik(i,k) *
Yik(i,k))) + @SUM(SET_i(i):@SUM(SET_l(l): Vi(i) * Dil(i,l) *
Yil(i,l))) + @SUM(SET_i(i):@SUM(SET_m(m): Vi(i) * Dim(i,m) *
Yim(i,m))) + @SUM(SET_i(i):@SUM(SET_n(n): Vi(i) * Din(i,n) *
Yin(i,n))) ;
!Fasilitas yang diharapkan;
@SUM(SET_k(k): Xk(k)) + @SUM(SET_l(l): Xl(l)) + @SUM(SET_m(m):
Xm(m)) +
@SUM(SET_n(n): Xn(n)) = P;
!Jumlah sampah yang dapat terlayani;
@FOR(SET_i(i):
@SUM(SET_k(k): Yik(i,k)) + @SUM(SET_l(l): Yil(i,l)) +
@SUM(SET_m(m): Yim(i,m)) + @SUM(SET_n(n): Yin(i,n)) = 1) ;
!Alternatif TPS yang dapat memenuhi kebutuhan;
@FOR (LINK_ik(i,k):Yik(i,k) - Xk(k) <= 0);
@FOR (LINK_il(i,l):Yil(i,l) - Xl(l) <= 0);
@FOR (LINK_im(i,m):Yim(i,m) - Xm(m) <= 0);

```

```

@FOR (LINK_in(i,n):Yin(i,n) - Xn(n) <= 0);
!Kapasitas TPS;
@FOR (SET_k(k):@SUM (SET_i(i):Vi * Yik (i,k))<= Ck(k) * Xk(k));
@FOR (SET_l(l):@SUM (SET_i(i):Vi * Yil (i,l))<= Cl(l) * Xk(l));
@FOR (SET_m(m):@SUM (SET_i(i):Vi * Yim (i,m))<= Cm(m) * Xk(m));
@FOR (SET_n(n):@SUM (SET_i(i):Vi * Yin (i,n))<= Cn(n) * Xk(n));
!Waktu Tempuh maksimal pembuangan;
@FOR (LINK_ik(i,k):Dik (i,k) * Yik (i,k) <= Si * Xk(k));
@FOR (LINK_il(i,l):Dil (i,l) * Yil (i,l) <= Si * Xl(l));
@FOR (LINK_im(i,m):Dim (i,m) * Yim (i,m) <= Si * Xm(m));
@FOR (LINK_in(i,n):Din (i,n) * Yin (i,n) <= Si * Xn(n));

!Fungsi Keputusan;
@FOR (SET_k(k):@BIN (Xk));
@FOR (SET_l(l):@BIN (Xl));
@FOR (SET_m(m):@BIN (Xm));
@FOR (SET_n(n):@BIN (Xn));

@FOR (LINK_ik(i,k):@BIN (Yik));
@FOR (LINK_il(i,l):@BIN (Yil));
@FOR (LINK_im(i,m):@BIN (Yim));
@FOR (LINK_in(i,n):@BIN (Yin));

```

LAMPIRAN VIII

Hasil Pengolahan Data Riil

LINGO 11.0 Solver Status [Koding P Median oke marko] ✕

Solver Status Model Class: PILP State: Global Opt Objective: 151.684 Infeasibility: 0 Iterations: 0		Variables Total: 85 Nonlinear: 0 Integers: 85	
Extended Solver Status Solver Type B-and-B Best Obj: 151.684 Obj Bound: 151.684 Steps: 0 Active: 0		Constraints Total: 159 Nonlinear: 0	
Nonzeros Total: 510 Nonlinear: 0		Generator Memory Used (K) <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">54</div>	
Elapsed Runtime (hh:mm:ss) <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">00:00:00</div>		Update Interval: <input style="width: 30px;" type="text" value="2"/>	
<input type="button" value="Interrupt Solver"/>		<input type="button" value="Close"/>	

Global optimal solution found.

Objective value:	151.6840
Objective bound:	151.6840
Infeasibilities:	0.000000
Extended solver steps:	0
Total solver iterations:	0

	Variable	Value	Reduced
Cost			
0.000000	SI	5.000000	
0.000000	P	6.000000	
0.000000	VI (1)	16.28644	
0.000000	VI (2)	5.764080	
0.000000	VI (3)	18.28864	
0.000000	VI (4)	17.57236	
0.000000	XK (1)	1.000000	

0.000000	XK (2)	1.000000
0.000000	XK (3)	0.000000
0.000000	XK (4)	1.000000
0.000000	XK (5)	0.000000
0.000000	XK (6)	1.000000
0.000000	XK (7)	0.000000
0.000000	XK (8)	0.000000
0.000000	XK (9)	0.000000
0.000000	XK (10)	0.000000
0.000000	XK (11)	0.000000
0.000000	CK (1)	4.000000
0.000000	CK (2)	3.000000
0.000000	CK (3)	2.000000
0.000000	CK (4)	20.000000
0.000000	CK (5)	4.000000
0.000000	CK (6)	10.000000
0.000000	CK (7)	2.000000
0.000000	CK (8)	2.000000
0.000000	CK (9)	4.000000
0.000000	CK (10)	6.000000
0.000000	CK (11)	4.000000
0.000000	XL (1)	1.000000
0.000000	XL (2)	1.000000
0.000000	CL (1)	24.000000
0.000000	CL (2)	24.000000
0.000000	XM (1)	0.000000
0.000000	XM (2)	0.000000
0.000000	XM (3)	0.000000

0.000000	CM(1)	12.000000
0.000000	CM(2)	12.000000
0.000000	CM(3)	8.000000
0.000000	XN(1)	0.000000
0.000000	CN(1)	2.000000
0.000000	DIK(1, 1)	8.000000
0.000000	DIK(1, 2)	3.000000
0.000000	DIK(1, 3)	3.000000
0.000000	DIK(1, 4)	6.000000
0.000000	DIK(1, 5)	4.000000
0.000000	DIK(1, 6)	8.000000
0.000000	DIK(1, 7)	9.000000
0.000000	DIK(1, 8)	9.000000
0.000000	DIK(1, 9)	9.000000
0.000000	DIK(1, 10)	3.000000
0.000000	DIK(1, 11)	9.000000
0.000000	DIK(2, 1)	4.000000
0.000000	DIK(2, 2)	3.000000
0.000000	DIK(2, 3)	4.000000
0.000000	DIK(2, 4)	2.000000
0.000000	DIK(2, 5)	4.000000
0.000000	DIK(2, 6)	2.000000
0.000000	DIK(2, 7)	3.000000
0.000000	DIK(2, 8)	3.000000
0.000000	DIK(2, 9)	3.000000
0.000000	DIK(2, 10)	4.000000
0.000000	DIK(2, 11)	1.000000
0.000000	DIK(3, 1)	3.000000

0.000000	DIK(3, 2)	4.000000
0.000000	DIK(3, 3)	4.000000
0.000000	DIK(3, 4)	3.000000
0.000000	DIK(3, 5)	4.000000
0.000000	DIK(3, 6)	5.000000
0.000000	DIK(3, 7)	5.000000
0.000000	DIK(3, 8)	5.000000
0.000000	DIK(3, 9)	4.000000
0.000000	DIK(3, 10)	4.000000
0.000000	DIK(3, 11)	5.000000
0.000000	DIK(4, 1)	3.000000
0.000000	DIK(4, 2)	6.000000
0.000000	DIK(4, 3)	7.000000
0.000000	DIK(4, 4)	5.000000
0.000000	DIK(4, 5)	8.000000
0.000000	DIK(4, 6)	6.000000
0.000000	DIK(4, 7)	3.000000
0.000000	DIK(4, 8)	3.000000
0.000000	DIK(4, 9)	2.000000
0.000000	DIK(4, 10)	7.000000
0.000000	DIK(4, 11)	4.000000
130.2915	YIK(1, 1)	0.000000
48.85932	YIK(1, 2)	0.000000
48.85932	YIK(1, 3)	0.000000
97.71864	YIK(1, 4)	0.000000
65.14576	YIK(1, 5)	0.000000
130.2915	YIK(1, 6)	0.000000
146.5780	YIK(1, 7)	0.000000

146.5780	YIK(1, 8)	0.000000
146.5780	YIK(1, 9)	0.000000
48.85932	YIK(1, 10)	0.000000
146.5780	YIK(1, 11)	0.000000
23.05632	YIK(2, 1)	0.000000
17.29224	YIK(2, 2)	0.000000
23.05632	YIK(2, 3)	0.000000
11.52816	YIK(2, 4)	0.000000
23.05632	YIK(2, 5)	0.000000
11.52816	YIK(2, 6)	1.000000
17.29224	YIK(2, 7)	0.000000
17.29224	YIK(2, 8)	0.000000
17.29224	YIK(2, 9)	0.000000
23.05632	YIK(2, 10)	0.000000
5.764080	YIK(2, 11)	0.000000
54.86592	YIK(3, 1)	0.000000
73.15456	YIK(3, 2)	0.000000
73.15456	YIK(3, 3)	0.000000
54.86592	YIK(3, 4)	1.000000
73.15456	YIK(3, 5)	0.000000
91.44320	YIK(3, 6)	0.000000
91.44320	YIK(3, 7)	0.000000
91.44320	YIK(3, 8)	0.000000
73.15456	YIK(3, 9)	0.000000
73.15456	YIK(3, 10)	0.000000
91.44320	YIK(3, 11)	0.000000
52.71708	YIK(4, 1)	0.000000
105.4342	YIK(4, 2)	0.000000

123.0065	YIK(4, 3)	0.000000
87.86180	YIK(4, 4)	0.000000
140.5789	YIK(4, 5)	0.000000
105.4342	YIK(4, 6)	0.000000
52.71708	YIK(4, 7)	0.000000
52.71708	YIK(4, 8)	0.000000
35.14472	YIK(4, 9)	0.000000
123.0065	YIK(4, 10)	0.000000
70.28944	YIK(4, 11)	0.000000
0.000000	DIL(1, 1)	2.000000
0.000000	DIL(1, 2)	10.000000
0.000000	DIL(2, 1)	4.000000
0.000000	DIL(2, 2)	4.000000
0.000000	DIL(3, 1)	4.000000
0.000000	DIL(3, 2)	5.000000
0.000000	DIL(4, 1)	7.000000
0.000000	DIL(4, 2)	3.000000
32.57288	YIL(1, 1)	1.000000
162.8644	YIL(1, 2)	0.000000
23.05632	YIL(2, 1)	0.000000
23.05632	YIL(2, 2)	0.000000
73.15456	YIL(3, 1)	0.000000
91.44320	YIL(3, 2)	0.000000
123.0065	YIL(4, 1)	0.000000
52.71708	YIL(4, 2)	1.000000
0.000000	DIM(1, 1)	3.000000
0.000000	DIM(1, 2)	8.000000
0.000000	DIM(1, 3)	9.000000

0.000000	DIM(2, 1)	3.000000
0.000000	DIM(2, 2)	4.000000
0.000000	DIM(2, 3)	6.000000
0.000000	DIM(3, 1)	4.000000
0.000000	DIM(3, 2)	4.000000
0.000000	DIM(3, 3)	5.000000
0.000000	DIM(4, 1)	6.000000
0.000000	DIM(4, 2)	4.000000
0.000000	DIM(4, 3)	4.000000
48.85932	YIM(1, 1)	0.000000
130.2915	YIM(1, 2)	0.000000
146.5780	YIM(1, 3)	0.000000
17.29224	YIM(2, 1)	0.000000
23.05632	YIM(2, 2)	0.000000
34.58448	YIM(2, 3)	0.000000
73.15456	YIM(3, 1)	0.000000
73.15456	YIM(3, 2)	0.000000
91.44320	YIM(3, 3)	0.000000
105.4342	YIM(4, 1)	0.000000
70.28944	YIM(4, 2)	0.000000
70.28944	YIM(4, 3)	0.000000
0.000000	DIN(1, 1)	5.000000
0.000000	DIN(2, 1)	5.000000
0.000000	DIN(3, 1)	1.000000
0.000000	DIN(4, 1)	8.000000
81.43220	YIN(1, 1)	0.000000
28.82040	YIN(2, 1)	0.000000
18.28864	YIN(3, 1)	0.000000

140.5789	YIN(4, 1)	0.000000	
Price	Row	Slack or Surplus	Dual
1.000000	1	151.6840	-
0.000000	2	0.000000	
0.000000	3	0.000000	
0.000000	4	0.000000	
0.000000	5	0.000000	
0.000000	6	0.000000	
0.000000	7	1.000000	
0.000000	8	1.000000	
0.000000	9	0.000000	
0.000000	10	1.000000	
0.000000	11	0.000000	
0.000000	12	1.000000	
0.000000	13	0.000000	
0.000000	14	0.000000	
0.000000	15	0.000000	
0.000000	16	0.000000	
0.000000	17	0.000000	
0.000000	18	1.000000	
0.000000	19	1.000000	
0.000000	20	0.000000	
0.000000	21	1.000000	
0.000000	22	0.000000	
0.000000	23	0.000000	
0.000000	24	0.000000	
0.000000	25	0.000000	

0.000000	26	0.000000
0.000000	27	0.000000
0.000000	28	0.000000
0.000000	29	1.000000
0.000000	30	1.000000
0.000000	31	0.000000
0.000000	32	0.000000
0.000000	33	0.000000
0.000000	34	1.000000
0.000000	35	0.000000
0.000000	36	0.000000
0.000000	37	0.000000
0.000000	38	0.000000
0.000000	39	0.000000
0.000000	40	1.000000
0.000000	41	1.000000
0.000000	42	0.000000
0.000000	43	1.000000
0.000000	44	0.000000
0.000000	45	1.000000
0.000000	46	0.000000
0.000000	47	0.000000
0.000000	48	0.000000
0.000000	49	0.000000
0.000000	50	0.000000
0.000000	51	0.000000
0.000000	52	1.000000
0.000000	53	1.000000

0.000000	54	1.000000
0.000000	55	1.000000
0.000000	56	1.000000
0.000000	57	1.000000
0.000000	58	0.000000
0.000000	59	0.000000
0.000000	60	0.000000
0.000000	61	0.000000
0.000000	62	0.000000
0.000000	63	0.000000
0.000000	64	0.000000
0.000000	65	0.000000
0.000000	66	0.000000
0.000000	67	0.000000
0.000000	68	0.000000
0.000000	69	0.000000
0.000000	70	0.000000
0.000000	71	0.000000
0.000000	72	0.000000
0.000000	73	0.000000
0.000000	74	0.000000
0.000000	75	4.000000
0.000000	76	3.000000
0.000000	77	0.000000
0.000000	78	1.711360
0.000000	79	0.000000
0.000000	80	4.235920
0.000000	81	0.000000

0.000000	82	0.000000
0.000000	83	0.000000
0.000000	84	0.000000
0.000000	85	0.000000
0.000000	86	7.713560
0.000000	87	6.427640
0.000000	88	12.000000
0.000000	89	12.000000
0.000000	90	0.000000
0.000000	91	2.000000
0.000000	92	5.000000
0.000000	93	5.000000
0.000000	94	0.000000
0.000000	95	5.000000
0.000000	96	0.000000
0.000000	97	5.000000
0.000000	98	0.000000
0.000000	99	0.000000
0.000000	100	0.000000
0.000000	101	0.000000
0.000000	102	0.000000
0.000000	103	5.000000
0.000000	104	5.000000
0.000000	105	0.000000
0.000000	106	5.000000
0.000000	107	0.000000
0.000000	108	3.000000
0.000000	109	0.000000

0.000000	110	0.000000
0.000000	111	0.000000
0.000000	112	0.000000
0.000000	113	0.000000
0.000000	114	5.000000
0.000000	115	5.000000
0.000000	116	0.000000
0.000000	117	2.000000
0.000000	118	0.000000
0.000000	119	5.000000
0.000000	120	0.000000
0.000000	121	0.000000
0.000000	122	0.000000
0.000000	123	0.000000
0.000000	124	0.000000
0.000000	125	5.000000
0.000000	126	5.000000
0.000000	127	0.000000
0.000000	128	5.000000
0.000000	129	0.000000
0.000000	130	5.000000
0.000000	131	0.000000
0.000000	132	0.000000
0.000000	133	0.000000
0.000000	134	0.000000
0.000000	135	0.000000
0.000000	136	3.000000
0.000000	137	5.000000

0.000000	138	5.000000
0.000000	139	5.000000
0.000000	140	5.000000
0.000000	141	5.000000
0.000000	142	5.000000
0.000000	143	2.000000
0.000000	144	0.000000
0.000000	145	0.000000
0.000000	146	0.000000
0.000000	147	0.000000
0.000000	148	0.000000
0.000000	149	0.000000
0.000000	150	0.000000
0.000000	151	0.000000
0.000000	152	0.000000
0.000000	153	0.000000
0.000000	154	0.000000
0.000000	155	0.000000
0.000000	156	0.000000
0.000000	157	0.000000
0.000000	158	0.000000
0.000000	159	0.000000

LAMPIRAN IX



Depo Pengok



TPSS SMP 8



TPSS Jl Kusbini



Wawancara Mas Fahrul