

**PENENTUAN LOKASI UPT DINAS PUPR KABUPATEN PACITAN  
DENGAN METODE *P-CENTER* DAN ALGORITMA EVOLUSI**

**SKRIPSI**

**TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**AHMAD HUZAINI  
NIM. 145060700111018**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2018**



**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENENTUAN LOKASI UPT DINAS PUPR KABUPATEN PACITAN  
DENGAN METODE *P-CENTER* DAN ALGORITMA EVOLUSI**

**SKRIPSI**

**TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik

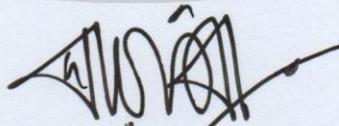


**AHMAD HUZAINI**

**NIM. 145060700111018**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing pada  
Tanggal 8 Oktober 2018

**Dosen Pembimbing**



**Ceria Farela Mada Taptrika, ST., MT.**

**NIP. 19840426 200812 2 002**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Industri**



**Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D.**

**NIP. 19741115 200604 1 002**



## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 9 Oktober 2018

Mahasiswa



Ahmad Huzaini

NIM. 145060700111018

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Penentuan Lokasi UPT Dinas PUPR Kabupaten Pacitan dengan Metode P-Center dan Algoritma Evolusi”** dengan baik.

Skripsi ini disusun sebagai bagian dari proses memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Setelah melewati berbagai tahapan, skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan, semangat, motivasi, dan dorongan dari berbagai pihak. Penulis sepatutnya menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
2. Orang tua terkasih, Bapak Muhammad Sail Abdullah dan Ibu Siti Nur Jannah yang telah memberikan doa serta dukungannya tanpa henti sehingga penulis termotivasi untuk menyelesaikan skripsi.
3. Kakak penulis, Selamat Agus Pinuji atas doa, kasih sayang, serta motivasi untuk menyelesaikan skripsi.
4. Bapak Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya.
5. Ibu Ceria Farela Mada Tantrika, ST., MT., sebagai Dosen Pembimbing skripsi atas kesediaannya dalam meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan masukan dan saran, serta arahan yang sangat berharga bagi penulis selama masa pengerjaan skripsi.
6. Bapak Wisnu Wijayanto Putro, ST., M.Eng., sebagai Dosen Pembimbing Akademik atas masukan, bimbingan, serta arahan selama masa studi penulis di Jurusan Teknik Industri.
7. Ibu Agustina Eunike, ST., MT., M.BA. dan Ibu Wifqi Azlia, ST., MT., selaku dosen pengamat Seminar Proposal serta Bapak Sugiono, ST., MT., Ph.D. dan Bapak Remba Yanuar Efranto, ST., MT., selaku dosen pengamat Seminar Hasil atas saran, bimbingan dan ilmu yang diberikan.
8. Bapak dan Ibu Dosen, serta karyawan Jurusan Teknik Industri yang telah membagi ilmu akademik maupun non-akademik dan berbagai pengalaman hidup selama dalam dunia perkuliahan.

9. Bapak Ali Basit, ST., selaku pembimbing lapangan dan narasumber wawancara yang telah memberikan masukan, arahan, serta informasi terkait dengan kebutuhan data selama proses pengerjaan skripsi.
10. Keluarga Studio Manajemen Industri yang selalu memberikan semangat, motivasi, bantuan, teguran dan menemani dalam suka maupun duka.
11. Rekan seperjuangan penelitian di Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Pacitan, Mohammad Setya Adi yang telah memberikan bantuan, dan saran dalam pengerjaan skripsi.
12. Teman-teman seperjuangan selama menjalani perkuliahan, Victor, Ulva, Deka dan Khairina yang telah memberikan dorongan untuk penulis agar semangat dalam proses pengerjaan skripsi.
13. Seluruh angkatan 2014 Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya atas kebersamaan, semangat, doa, dan kerja sama selama ini, serta seluruh pihak untuk bantuannya yang tidak dapat disebut satu-persatu dan yang sangat berperan dalam penyusunan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna karena keterbatasan ilmu dari penulis dan kendala-kendala yang terjadi selama pengerjaan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk penyempurnaan tulisan di waktu yang akan datang. Harapannya tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan untuk penelitian dan pengembangan yang lebih lanjut.

Malang, Oktober 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ix
<b>RINGKASAN</b> .....	xi
<b>SUMMARY</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	5
1.3 Rumusan Masalah .....	5
1.4 Batasan Masalah .....	5
1.5 Asumsi .....	6
1.6 Tujuan Penelitian .....	6
1.7 Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Penelitian Terdahulu .....	7
2.2 Logistik .....	9
2.2.1 Manajemen Logistik .....	9
2.2.2 Keputusan Logistik .....	10
2.3 Pemilihan Lokasi .....	11
2.4 <i>P-Center</i> .....	12
2.4.1 Asumsi Model .....	12
2.4.2 Masukan Model .....	13
2.4.3 Keluaran Model ( <i>Decision Variable</i> ) .....	13
2.4.4 Fungsi Tujuan dan Kendala .....	13
2.5 <i>NP-Problems</i> .....	14
2.6 Heuristik dan Metaheuristik .....	14
2.7 <i>Evolutionary Algorithm</i> .....	15
2.7.1 Komponen <i>Evolutionary Algorithm</i> .....	16
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	19
3.1 Jenis Penelitian .....	19
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	19



3.3 Pengumpulan Data.....	19
3.4 Langkah-Langkah Penelitian.....	19
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	22
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>23</b>
4.1 Gambaran Umum Dinas PUPR.....	23
4.1.1 Gambaran Umum Perangkat Daerah.....	23
4.1.2 Visi dan Misi Dinas PUPR.....	23
4.1.3 Tugas dan Fungsi Dinas PUPR.....	24
4.1.4 Struktur Organisasi Dinas PUPR.....	24
4.2 Pengumpulan Data.....	26
4.2.1 Pengumpulan Data Primer.....	26
4.2.2 Pengumpulan Data Sekunder.....	27
4.3 Pengolahan Data.....	30
4.3.1 Koordinat Lokasi.....	30
4.3.2 Formulasi Model <i>P-Center</i> .....	34
4.3.3 Penyelesaian Model <i>P-Center</i> dengan <i>Evolutionary Algorithm</i> .....	36
4.3.4 Aplikasi Algoritma Evolusi.....	39
4.3.5 Hasil Algoritma Evolusi.....	44
4.4 Analisis dan Pembahasan.....	45
4.4.1 Hasil Algoritma Evolusi.....	46
4.4.2 Penerapan Algoritma Evolusi.....	51
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>53</b>
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>55</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>57</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Saat Ini.....	8
Tabel 4.1	Rangkuman Hasil Wawancara Peneliti dengan Narasumber .....	26
Tabel 4.2	Data Desa di Kabupaten Pacitan .....	27
Tabel 4.3	Koordinat Dinas PUPR .....	31
Tabel 4.4	Koordinat Desa Kabupaten Pacitan.....	31
Tabel 4.5	Fungsi <i>Fitness</i> Setelah Satu Generasi .....	39
Tabel 4.6	Parameter Solver .....	43
Tabel 4.7	Inisialisasi Solusi Awal .....	44
Tabel 4.8	Hasil Algoritma Evolusi ( <i>Mutation Rate</i> 0,075) .....	44
Tabel 4.9	Hasil Algoritma Evolusi ( <i>Mutation Rate</i> 0,25) .....	44
Tabel 4.10	Hasil Algoritma Evolusi ( <i>Mutation Rate</i> 0,5) .....	45
Tabel 4.11	Hasil Algoritma Evolusi ( <i>Mutation Rate</i> 0,75) .....	45
Tabel 4.12	Jarak Maksimal dengan Penambahan 1 UPT .....	47
Tabel 4.13	Jarak Maksimal dengan Penambahan 2 UPT .....	48
Tabel 4.14	Jarak Maksimal dengan Penambahan 4 UPT .....	48
Tabel 4.15	Jarak Maksimal dengan Penambahan 5 UPT .....	48
Tabel 4.16	Alokasi Lokasi dan Total jarak dari Alternatif Lokasi.....	49
Tabel 4.17	Perbedaan Waktu Terminasi .....	51



Halaman ini sengaja dikosongkan

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta lokasi longsor terbesar Kabupaten Pacitan .....	3
Gambar 1.2	Kejadian longsor di Kabupaten Pacitan sepanjang Tahun 2017 .....	3
Gambar 2.1	Skema umum pada algoritma evolusi dalam <i>psudocode</i> .....	16
Gambar 2.2	Skema umum algoritma evolusi dalam <i>flowchart</i> .....	16
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian.....	22
Gambar 4.1	Struktur organisasi Dinas PUPR .....	25
Gambar 4.2	Pencarian koordinat <i>latitude</i> dan <i>longitude</i> melalui Google Maps.....	31
Gambar 4.3	Tabel <i>from to chart</i> .....	40
Gambar 4.4	Tabel matriks jarak dari masing-masing desa ke lokasi terpilih .....	40
Gambar 4.5	Penugasan desa ke fasilitas terpilih.....	41
Gambar 4.6	Fungsi objektif, variabel keputusan dan fungsi kendala .....	41
Gambar 4.7	Parameter Solver .....	42
Gambar 4.8	Parameter algoritma evolusi pada Solver .....	43
Gambar 4.9	Hubungan jarak maksimal dengan penambahan fasilitas .....	49
Gambar 4.10	Alokasi Dinas PUPR dan UPT PUPR baru.....	50



Halaman ini sengaja dikosongkan

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Alat Berat Dinas PUPR Kabupaten Pacitan Tahun 2017 .....	57
Lampiran 2	Kejadian Longsor di Kabupaten Pacitan Sepanjang Tahun 2017 Menurut BPBD Jawa Timur .....	58
Lampiran 3	From to Chart Actual Distance .....	59
Lampiran 4	Alokasi Fasilitas untuk Masing-Masing Desa .....	98





Halaman ini sengaja dikosongkan

## RINGKASAN

**Ahmad Huzaini**, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Oktober 2018, *Penentuan Lokasi UPT Dinas PUPR Kabupaten Pacitan dengan Metode P-Center dan Algoritma Evolusi*, Dosen Pembimbing: Ceria Farela Mada Tantrika.

Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Pacitan merupakan salah satu dinas yang bertugas untuk membangun, mengawasi, dan meningkatkan infrastruktur di Kabupaten Pacitan, seperti jalan, jembatan, bendungan, dan lain-lain. Menurut hasil wawancara bersama Pejabat Pengelola Informasi dan Dokumentasi (PPID), Dinas PUPR berencana akan membangun 3 Unit Pelaksana Teknis (UPT). UPT berfungsi untuk meningkatkan kesiapsiagaan terhadap bencana, kemudahan akses informasi publik, dan pengawasan terhadap tugas-tugas Dinas PUPR. Fokus utama dari penentuan lokasi UPT adalah dekat dengan semua penjuror arah Kabupaten Pacitan. Dinas PUPR belum memiliki alternatif lokasi spesifik untuk pembangunan fasilitas. Alternatif lokasi yang dimiliki hanya berupa 5 dari total 12 kecamatan yang dinilai bisa dibangun fasilitas, yaitu Pacitan, Punung, Ngadirojo, Nawangan dan Bandar. Oleh karena itu, penelitian ini membahas mengenai penentuan 3 lokasi UPT Dinas PUPR dengan tujuan untuk meminimalkan jarak maksimal dari semua permintaan spesifik berupa desa. Lokasi kandidat merupakan 73 desa yang berada pada 5 kecamatan yang dinilai bisa dibangun fasilitas, sedangkan permintaan berjumlah 171 titik yang merupakan total desa di Kabupaten Pacitan.

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode *P-Center* yang kemudian diselesaikan dengan algoritma evolusi. *P-Center* merupakan salah satu metode penyelesaian dalam penentuan lokasi fasilitas yang bertujuan untuk meminimalkan jarak maksimal dari semua permintaan dengan sejumlah fasilitas tertentu. Algoritma evolusi digunakan untuk penyelesaian karena metode *P-Center* merupakan permasalahan *NP-Hard*. Penentuan lokasi UPT terbagi menjadi beberapa 4 tahap. Tahap pertama, penentuan koordinat lokasi desa, untuk membuat *form to chart* jarak aktual dengan bantuan Google Maps. Tahap kedua, formulasi model *P-Center*. Tahap ketiga, penyesuaian model *P-Center* ke algoritma evolusi, di dalamnya terdapat penentuan *input* sistem, representasi solusi, parameter algoritma evolusi dan fungsi *fitness*. Tahap keempat, penentuan lokasi dengan menjalankan algoritma evolusi di Solver pada *Software* Microsoft Excel 2016.

Berdasarkan *output* algoritma evolusi terdapat beberapa alternatif. Alternatif yang dihasilkan dipengaruhi oleh peluang mutasi dan waktu terminasi. Masing-masing peluang mutasi menghasilkan fungsi objektif yang sama, tetapi alternatif lokasi yang dihasilkan berbeda. Semakin besar peluang mutasi maka akan menghasilkan pencarian yang acak. Kondisi terminasi juga mempengaruhi waktu pencarian solusi optimal. Semakin acak pencarian, waktu terminasi yang digunakan semakin besar agar menghasilkan solusi optimal dalam 1 iterasi. Terdapat 4 alternatif dengan jarak maksimal yang sama, yaitu 28,265 km. Pemilihan alternatif didasarkan pada jumlah alokasi dan total jarak dikarenakan fungsi objektif telah terpenuhi. Untuk alokasi pada keempat alternatif tidak berbeda signifikan, dengan perbedaan paling besar adalah 4 alokasi. Sedangkan total jarak terdapat perbedaan yang cukup besar yaitu 74,15 km. Oleh karena itu dari keempat alternatif, terpilih 1 alternatif yang menghasilkan jarak paling kecil, yaitu Desa Bangunsari, Pacitan yang merupakan lokasi Dinas PUPR, serta Sempu, Nawangan; Ngadirojo, Ngadirojo; dan Punung, Punung merupakan UPT 1, 2, dan 3. Total jarak dari alternatif terpilih adalah 2.235,583 km.

**Kata Kunci:** Algoritma Evolusi, Meminimalkan Jarak Maksimum, Permasalahan Lokasi, *P-Center*





Halaman ini sengaja dikosongkan

## SUMMARY

**Ahmad Huzaini**, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, October 2018, Determining the Location of UPT Dinas PUPR in Pacitan Regency with P-Center Method and Evolutionary Algorithm, Advisor: Ceria Farela Mada Tantrika.

Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) of Pacitan Regency is one of the offices that served to build, monitor, and improve the existing infrastructures in Pacitan Regency, such as roads, bridges, dams, and others. According to the results of an interview with the Pejabat Pengelola Informasi dan Dokumentasi (PPID), the PUPR Office will build 3 Unit Pelaksana Teknis (UPT). The UPT will be used to improve disaster preparedness, ease of access to public information, and control of the tasks of the PUPR Office. The main focus of UPT location determination is close to all directions of Pacitan Regency. PUPR Office has no specific alternative location for facility construction. Alternative locations are owned only 5 of the total 12 sub-districts were judged to be built facilities, namely Pacitan, Punung, Ngadirojo, Nawangan, and Bandar. Therefore, this study discusses the determining of 3 locations of UPT PUPR with the aim to minimize the maximum distance from all specific demands in the form of villages. The candidate locations are 73 villages located in 5 sub-districts that are considered to be built facilities, while the demands are 171 points which are the total villages in Pacitan Regency.

This research has been done by using the P-Center method which was solved by the evolutionary algorithm. P-Center is one of the methods of completion in determining the location of a facility which aims to minimize the maximum distance from all demands with a certain number of facilities. The evolutionary algorithm is used for completion because the P-Center method is an NP-Hard problem. Determining the location of UPT is divided into 4 stages. The first stage, determining the coordinates of the village location, to create the form to chart of actual distance by using Google Maps. The second stage, the P-Center model formulation. The third stage, the adjustment of the P-Center model to the evolutionary algorithm, in which there are determinations of system input, solution representation, evolutionary algorithm parameters, and fitness function. The fourth stage, determining locations by running the evolutionary algorithm in Solver on Microsoft Excel 2016 Software.

Based on the evolutionary algorithm output there are several alternatives. The resulting alternative is influenced by mutation rate and termination times. Each mutation rate produces the same objective function, but the resulting alternative location is different. The greater mutation rate will produce a random search. The termination conditions also affect the search time for optimal solutions. The more random the search, the greater the termination time used to produce an optimal solution in 1 iteration. There are 4 alternatives with the same maximum distance, which is 28,265 km. Alternative selection is based on the number of allocations and total distance because the objective function has been fulfilled. The allocation for the four alternatives is not significantly different, with the biggest difference being 4 allocations. While the total distance there is a fairly large difference of 74.15 km. Therefore, from the four alternatives, one alternative was chosen which produced the smallest distance, namely Bangunsari Village, Pacitan which was the location of the PUPR Office, and Sempu, Nawangan; Ngadirojo, Ngadirojo; and Punung, Punung is UPT 1, 2, and 3. The total distance from the selected alternative is 2,235,583 km.

**Keywords:** Evolution Algorithm, Location Problems, Minimizing Maximum Distance, P-Center





Halaman ini sengaja dikosongkan



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

Bab ini memberikan uraian mengenai latar belakang, identifikasi, rumusan, batasan, dan asumsi dari masalah yang ada serta tujuan dan manfaat penelitian. Uraian tersebut dimaksudkan untuk mempermudah pembaca dalam mengetahui pembahasan penelitian secara makro.

#### **1.1 Latar Belakang**

Proses perencanaan fasilitas seperti sekolah, rumah sakit, dinas pemerintah, atau fasilitas umum lainnya menjadi semakin kompleks, hal ini dikarenakan para pemangku kepentingan memiliki sudut pandang berbeda. Solusi perencanaan hanya dapat disepakati secara luas jika hasil dari proses perencanaan yang transparan dan rasional. Untuk mencapai solusi perencanaan yang kompleks, model optimasi adalah salah satu alat bantu pengambilan keputusan yang sangat diperlukan dalam model lokasi. Model lokasi merupakan salah satu model pengoptimalan utama yang akan digunakan dalam proses perencanaan fasilitas publik. Model ini pada dasarnya bertujuan untuk menentukan lokasi yang paling efisien, dengan penempatan fasilitas sesuai dengan fungsi tujuan atau sasaran (meminimalkan biaya, jarak, dan lain-lain) (Teixeira & Antunes, 2008).

Proses perencanaan fasilitas termasuk keputusan strategis. Menurut Ghiani, *et al.* (2004), berdasarkan horizon waktu, keputusan terbagi menjadi tiga yaitu strategis, taktis, dan operasional. Untuk penentuan lokasi fasilitas ini termasuk dalam keputusan strategis karena merupakan keputusan jangka panjang yang dibuat selama satu tahun atau lebih. Keputusan ini dibuat oleh manajer puncak dan pemegang saham.

Penentuan lokasi diperlukan untuk salah satu dinas yang berada di Kabupaten Pacitan yaitu Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR). Hal ini dikarenakan informasi akses publik dan pengawasan terhadap tugas-tugas dari dinas ini, seperti pembangunan dan pemeliharaan serta pengawasan pada jalan, jembatan, saluran air, bangunan dan jasa konstruksi, serta tugas lainnya yang tersebar di wilayah Kabupaten Pacitan. Dinas PUPR berencana membangun Unit Pelaksana Teknis (UPT) untuk mempermudah dan mempercepat informasi serta pengawasan terhadap tugasnya.

Menurut hasil wawancara dengan salah satu staf Pejabat Pengelola Informasi dan Dokumentasi (PPID), PUPR memang memerlukan perluasan jangkauan dengan cara

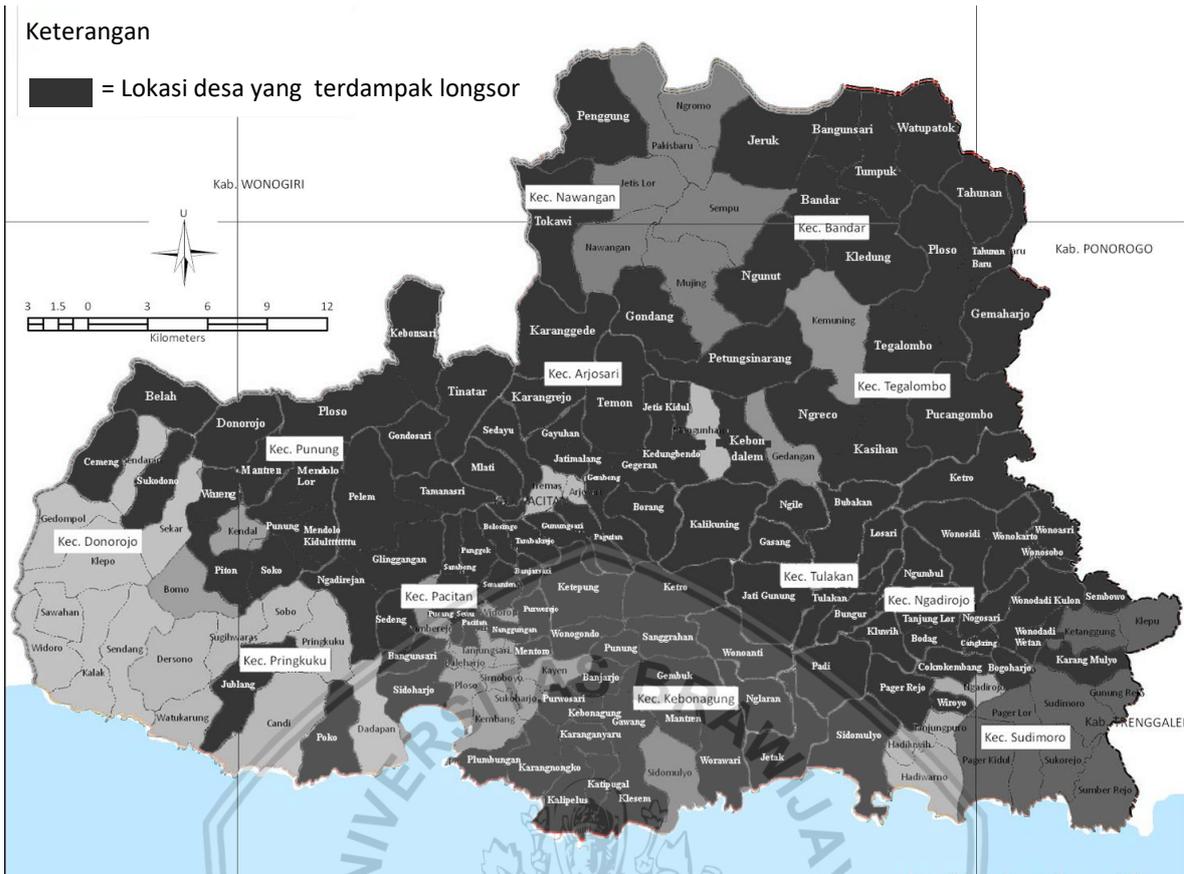
membangun cabang atau biasa disebut UPT. Cabang ini digunakan untuk akses informasi publik dan pengawasan terhadap tugas dinas. Beliau mengatakan bahwa akan membangun 3 UPT baru yang masih belum diketahui lokasinya. Beliau juga menambahkan bahwa penentuan lokasi ini hanya berfokus pada kedekatan dengan semua penjurusan di Kabupaten Pacitan.

Fungsi dari UPT ini sama seperti Dinas PUPR yaitu membangun, mengawasi dan meningkatkan infrastruktur di Kabupaten Pacitan serta melayani administrasi terkait beberapa bidang. Bidang tersebut terdiri dari sumber daya air, cipta karya, bina marga dan penataan ruang. Selain itu juga terdapat bidang peralatan yang di dalamnya memiliki alat berat seperti *wheel loader*, mesin gilas dan beberapa alat lain yang dapat dilihat pada Lampiran 1. Alat berat ini digunakan sebagai penunjang untuk kegiatan perbaikan atau peningkatan infrastruktur dan dapat disewakan.

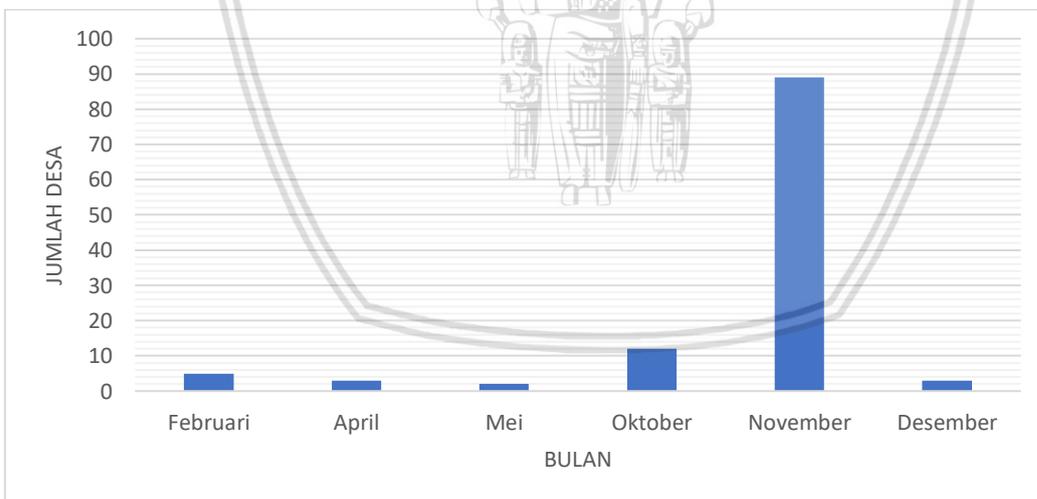
Pacitan merupakan salah satu kabupaten yang berada di ujung barat daya Provinsi Jawa Timur yang sering mengalami longsor karena kondisi geografisnya. Kondisi geografis Pacitan sebagian besar merupakan perbukitan dengan luas lebih dari 85% dari total luas wilayah 138.978,16 Ha, 300 gunung-gunung kecil yang menyebar di wilayah Pacitan, serta jurang terjal yang termasuk ke dalam deretan pegunungan seribu, sedangkan selebihnya merupakan dataran rendah (Pemerintah Kabupaten Pacitan, 2004). Kemudian hingga pada akhirnya, Bulan November 2017 Pacitan tercatat sebagai salah satu kabupaten dengan bencana terparah tahun 2017 di Jawa Timur (Andriansyah, 2017).

Salah satu tugas Dinas PUPR Kabupaten Pacitan adalah pengawasan dan pemeliharaan jalan ketika terdapat tanah longsor yang terjadi di Jalan Kabupaten. Dinas ini bertanggung jawab untuk membersihkan tanah longsor yang menutup jalan. Ketika bencana longsor yang terjadi di Kabupaten Pacitan, selain Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Pacitan, Dinas PUPR juga memiliki andil yang besar, mengingat wilayah longsor yang terjadi di Kabupaten Pacitan sebagian besar termasuk ke dalam Jalan Kabupaten yang merupakan tanggung jawabnya. Peta lokasi longsor terbesar yang terjadi di Kabupaten Pacitan ditunjukkan pada Gambar 1.1.

Dari data rekaman Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Jawa Timur, juga menunjukkan bahwa di Pacitan sering terjadi tanah longsor pada musim hujan. Jumlah kejadian longsor yang terjadi di Kabupaten Pacitan sepanjang tahun 2017 ditunjukkan pada Gambar 1.2 dengan detail kejadian dapat dilihat pada Lampiran 2.



Gambar 1.1 Peta lokasi longsor terbesar Kabupaten Pacitan  
 Sumber: BPBD Kabupaten Pacitan (2017)



Gambar 1.2 Kejadian longsor di Kabupaten Pacitan sepanjang Tahun 2017  
 Sumber: BPBD Jawa Timur (2017)

Berdasar wawancara bersama PPID Dinas PUPR juga memiliki prosedur untuk menangani tanah longsor yang terjadi di wilayah Kabupaten Pacitan. Pertama yang dilakukan adalah masyarakat sekitar yang mengetahui tempat longsor atau pegawai PUPR yang sedang melakukan pengawasan melakukan pelaporan ke Dinas PUPR tentang lokasi mana yang terkena dampak. Kemudian pihak dinas meninjau lokasi yang terkena dampak untuk mengetahui jenis dan tingkat kerusakan. Jika dinilai memerlukan alat berat, maka



pihak dinas mengirimkan alat berat untuk menangani lokasi yang terkena dampak. Kendala yang terjadi adalah jika lokasi longsor berada jauh dari Dinas PUPR, maka penanganan akan memakan waktu yang lebih lama.

Fokus Dinas PUPR tidak hanya pada siap siaga bencana yang terjadi pada jalan, jembatan, dan saluran air, tetapi juga pembuatan sarana untuk peningkatan infrastruktur bagi masyarakat. Fokus saat ini yang dilakukan untuk memelihara dan meningkatkan infrastruktur adalah pada jalan, jembatan dan sumber daya air yang tersebar di wilayah Kabupaten Pacitan. Selain itu dinas ini juga memanfaatkan alat berat yang dimiliki untuk pendapatan dengan cara menyewakan alat-alat yang mereka miliki untuk pemborong atau masyarakat yang membutuhkan.

Berdasarkan uraian yang telah dibahas sebelumnya, penelitian ini berfokus pada keputusan strategis, yaitu penentuan tiga lokasi fasilitas UPT PUPR baru. Tujuan yang ingin dicapai adalah jarak tempuh maksimal dari permintaan ke lokasi PUPR atau UPT dan sebaliknya menjadi minimal. Sehingga jika sewaktu-waktu masyarakat memerlukan informasi ke PUPR atau UPT, membutuhkan jarak tempuh yang minimal. Selain itu jika pengawasan dilakukan oleh PUPR atau UPT untuk tugas-tugasnya dapat lebih cepat, karena jarak ke semua arah lebih dekat.

Metode yang digunakan dalam menentukan tiga lokasi fasilitas UPT PUPR baru yaitu *P-Center* atau yang biasa dikenal dengan *Minimax Facility Location Problem*. *P-Center* berfokus pada titik permintaan yang akan dilayani oleh fasilitas terdekat dan semua permintaan harus tercover. Metode ini dapat diaplikasikan dalam perencanaan lokasi untuk rumah sakit, pemadam kebakaran atau fasilitas publik lainnya (Hakimi, 1964). *P-Center* termasuk dalam permasalahan *NP-hard* dari lokasi diskrit (Kariv & Hakimi, 1979). Kebanyakan ilmuwan komputer percaya bahwa tidak ada algoritma polinomial untuk masalah seperti itu, agar dapat menciptakan solusi yang dapat diterima kita harus beralih ke penggunaan pendekatan metaheuristik serta meninggalkan gagasan pasti untuk menemukan solusi yang terbaik (Eiben & Smith, 2015).

Algoritma yang digunakan dalam penelitian ini adalah *evolutionary algorithm*. *Evolutionary algorithm* merupakan metode simulasi evolusi, yaitu pendekatan berbasis populasi yang bergantung pada variasi acak dan seleksi (Eiben & Smith, 2015). Jika membandingkan waktu komputasi dengan *Linear Programming* untuk menyelesaikan permasalahan *NP-Hard*, maka algoritma evolusi akan lebih baik, yaitu dengan waktu yang lebih cepat. Sedangkan metaheuristik lain seperti *Ant Colony*, akan lebih baik digunakan

untuk mencari jarak terpendek atau pencarian rute terpendek, seperti pada tesis yang ditulis oleh Fallo (2015) dan jurnal yang ditulis oleh Arismoyo, *et al.* (2013).

Jadi, untuk menentukan 3 lokasi fasilitas UPT Dinas PUPR Kabupaten Pacitan menggunakan metode P-Center, karena tujuan yang ingin dicapai adalah meminimalkan jarak tempuh maksimum dari seluruh permintaan ke fasilitas. Sedangkan metode penyelesaian yang digunakan adalah algoritma evolusi karena waktu komputasi yang lebih baik daripada *Linear Programming* serta algoritma metaheuristik lainnya seperti *Ant Colony* lebih cocok digunakan untuk pencarian jarak terpendek.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah yang ada berdasarkan latar belakang adalah:

1. Infrastruktur di Kabupaten Pacitan merupakan tanggung jawab Dinas PUPR. Respons atau penanganan akan membutuhkan jarak tempuh yang lebih panjang jika lokasi jauh dari dinas. Oleh karena itu Dinas PUPR membutuhkan fasilitas pendukung berupa UPT untuk siap siaga bencana, kemudahan akses informasi publik serta peningkatan dan pemeliharaan terhadap infrastruktur di Kabupaten Pacitan.
2. Dinas PUPR belum memiliki alternatif lokasi spesifik untuk pembangunan fasilitas UPT agar meminimalkan jarak tempuh dari semua penjuru arah Kabupaten Pacitan

## 1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan diangkat adalah:

1. Bagaimana alternatif penempatan tiga lokasi UPT PUPR Kabupaten Pacitan untuk kecepatan siaga bencana dan akses informasi serta pengawasan terhadap tugas dinas sedekat mungkin dari semua penjuru arah Kabupaten Pacitan?
2. Bagaimana pembagian alokasi untuk fasilitas PUPR dan tiga UPT PUPR baru setelah dilakukan optimasi?

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan pada permasalahan ini sebagai berikut.

1. Unit Pelaksana Teknis PUPR baru terdiri dari 3 lokasi.
2. Tidak membahas mengenai biaya pembangunan UPT.
3. Pengambilan data dari Google Maps dilakukan pada Bulan Mei 2018.

### 1.5 Asumsi

Adapun asumsi dalam permasalahan ini adalah:

1. Jarak pada Google Maps sesuai dengan *actual distance*.
2. Jarak antar titik yang ditunjukkan Google Maps merupakan jarak antar titik pusat lokasi.
3. Pada lokasi terpilih terdapat lahan untuk membangun UPT PUPR.
4. Prosedur Dinas PUPR dalam menangani longsor tidak berubah.

### 1.6 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Menentukan usulan tiga lokasi UPT PUPR baru Kabupaten Pacitan untuk kecepatan siaga bencana dan akses informasi serta pengawasan terhadap tugas dinas sedekat mungkin dari semua penjuru arah Kabupaten Pacitan.
2. Menentukan dan mengalokasikan fasilitas PUPR dan UPT PUPR ke masing-masing desa setelah dilakukan optimasi.

### 1.7 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengetahui lokasi optimal dari tiga UPT PUPR baru di Kabupaten Pacitan sebagai keputusan strategis dinas dengan tujuan untuk meminimalkan jarak maksimal dari semua wilayah di Kabupaten Pacitan. Sehingga kecepatan siaga bencana, akses informasi, serta pengawasan, peningkatan dan pemeliharaan infrastruktur di wilayah Kabupaten Pacitan lebih dekat dari semua desa ke Dinas PUPR.
2. Mengetahui alokasi lokasi untuk masing-masing fasilitas, sehingga dapat dijadikan sebagai dasar penentuan sumber daya dan pembagian alat berat pada masing-masing fasilitas PUPR dan UPT PUPR.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka ini merupakan studi pustaka terhadap buku, jurnal ilmiah dan penelitian sebelumnya yang dijadikan acuan dalam penelitian. Tinjauan pustaka yang digunakan pada penelitian ini meliputi tinjauan penelitian terdahulu tentang *P-Center*, logistik, lokasi, *P-Center*, serta algoritma evolusi.

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan terkait dengan objek amatan, metode, dan hasil penelitian. Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian saat ini dapat dilihat pada Tabel 2.1. Berikut merupakan penjelasan mengenai pembahasan penelitian terdahulu.

1. Ye, *et al.*, (2015) melakukan penelitian tentang penentuan lokasi gudang darurat di China. China dipilih karena merupakan salah satu negara yang sering terjadi bencana. Pertimbangan yang ada adalah ekonomi dan efisiensi dalam perencanaan gudang darurat nasional. Saat ini China sudah memiliki 10 gudang darurat bencana, dan pemerintah berencana untuk membangun 24 gudang lainnya. Pendekatan untuk memecahkan permasalahan ini adalah dengan menggunakan model *P-Center* yang kemudian diselesaikan menggunakan algoritma *Variable Neighborhood Search* (VNS). Setelah dilakukan optimasi, hanya 11 gudang yang diperlukan. Hasil yang diperoleh berada di 11 lokasi kota yang digunakan untuk mendirikan gudang darurat bencana nasional, yaitu: Shenyang, Jinzhou, Beijing, Fuyang, Nanchang, Wenzhou, Baoji, Chongqing, Guiyang, Nanning and Zhanjiang.
2. Dantrakul, *et al.*, (2014) melakukan penelitian mengenai penentuan tempat potensial untuk menyiapkan fasilitas yang dibuka pada pembangkit listrik biomassa dan penyimpanan dalam sistem manajemen limbah kota dan pertanian yang akan dibangun di kota Chiang Mai dan 5 provinsi Thailand Utara. Fungsi tujuannya adalah untuk meminimalkan biaya total dari biaya transportasi dan biaya *setup* untuk membangun fasilitas. Tiga metode akan digunakan yang terdiri dari *greedy algorithm*, *p-median* dan *P-Center*. Tiga metode diujikan pada 345 titik jaringan transportasi di Kota Chiang Mai dan 3211 titik yang mencakup 5 provinsi. Hasil menunjukkan bahwa *greedy algorithm* sangat baik digunakan untuk memecahkan masalah biaya *setup* lebih tinggi daripada

transportasi, metode *p-median* untuk menyelesaikan kasus yang berlawanan, yaitu biaya transportasi yang lebih tinggi dibandingkan biaya setup dan *P-Center* yang dibuat untuk permasalahan titik yang tidak terdistribusi dengan baik. Simulasi menunjukkan bahwa *greedy algorithm* 4,38% lebih baik daripada metode lainnya ketika biaya *setup* tinggi, dan metode *p-median* 124,76% lebih baik daripada metode lainnya jika biaya transportasi yang tinggi. Selain itu juga dijelaskan bahwa metode *p-median* menunjukkan hasil yang sama dengan solusi optimal pada pengujian *dependent sample t test* ( $\alpha=0,01$ ).

3. Penelitian saat ini memiliki objek amatan berupa penentuan lokasi UPT dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Pacitan. Fasilitas baru yang akan dibangun sejumlah 3 UPT yang akan ditempatkan pada 73 lokasi kandidat dari keseluruhan desa yang berjumlah 171. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meminimalkan jarak maksimum. Pendekatan yang digunakan adalah *P-Center* yang kemudian diselesaikan menggunakan algoritma evolusi. Hasil menunjukkan terdapat 4 alternatif penempatan fasilitas dengan fungsi objektif yang sama, yaitu jarak maksimal sebesar 28,265 km. Kemudian dari 4 alternatif tersebut dipilih berdasarkan total jarak yang paling kecil sehingga terpilih 1 alternatif. 3 lokasi UPT baru dari alternatif tersebut adalah Sempu, Nawangan; Ngadirojo, Ngadirojo; dan Punung, Punung.

Tabel 2.1  
Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Saat Ini

No.	Penulis	Objek Amatan	Metode	Hasil
1	Ye, <i>et al.</i> , (2015)	Penentuan lokasi untuk gudang darurat bencana nasional di China	<i>P-Center</i> , <i>Variable Neighborhood Search</i> (VNS)	Hasil yang diperoleh adalah 11 lokasi kota yang digunakan untuk mendirikan gudang darurat bencana yang sebelumnya akan membangun 24 gudang.
2	Dantrakul, <i>et al.</i> , (2014)	Penentuan lokasi potensial pembangkit listrik biomassa dan penyimpanan dalam sistem manajemen limbah kota dan pertanian di kota Chiang Mai dan 5 provinsi di Thailand Utara	<i>Greedy Algorithm</i> (A), <i>P-Median</i> (B), <i>P-Center</i> (C)	Metode A, digunakan untuk permasalahan <i>setup cost</i> yang tinggi. Metode B, digunakan untuk permasalahan biaya transportasi yang tinggi. Metode C digunakan untuk pendistribusian titik. Metode A 4,38 % lebih baik dari 2 metode lain dengan <i>setup cost</i> lebih tinggi. Metode B 124,76% lebih baik dari metode lain dengan biaya transportasi lebih tinggi. Metode B menunjukkan hasil yang sama dengan solusi optimal.
3	Peneliti saat ini, (2018)	Penentuan Lokasi UPT Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan	<i>P-Center</i> , <i>Evolutionary Algorithm</i>	Hasil yang diperoleh adalah 4 alternatif lokasi dengan jarak

No.	Penulis	Objek Amatan	Metode	Hasil
		Ruang Kabupaten Pacitan untuk Meminimalkan Jarak Maksimum dengan Metode P-Center dan Algoritma Evolusi		maksimal yang sama, yaitu sebesar 28,265 km. Terpilih 1 alternatif yang menghasilkan total jarak terkecil. Alternatif tersebut adalah Sempu, Nawangan; Ngadirojo, Ngadirojo; dan Punung, Punung.

## 2.2 Logistik

Logistik berkaitan dengan perencanaan dan pengendalian aliran material dan informasi dalam organisasi, baik pada sektor publik maupun swasta. Secara garis besar, tujuannya adalah untuk mendapatkan bahan yang tepat di tempat yang tepat pada saat yang tepat, dengan mengoptimalkan ukuran kinerja yang diberikan (misalnya meminimalkan total biaya operasi) dan kumpulan kendala tertentu (misalnya kendala anggaran). Dalam konteks militer, logistik berkaitan dengan pasokan pasukan dengan makanan, persenjataan, amunisi dan suku cadang, serta pengangkutan pasukan itu sendiri. Dalam organisasi sipil, masalah logistik ditemukan di perusahaan yang memproduksi dan mendistribusikan barang fisik. Masalah utamanya adalah memutuskan bagaimana dan kapan bahan mentah, barang setengah jadi dan barang jadi harus diperoleh, dipindahkan, dan disimpan. Masalah logistik juga muncul di perusahaan dan organisasi publik yang memproduksi jasa. Contoh dalam kasus ini adalah pengumpulan sampah, pengiriman surat, utilitas publik dan layanan setelah jual (Ghiani, et al., 2004).

Logistik bertujuan untuk melaksanakan proses perpindahan material/jasa dengan jumlah dan kualitas yang tepat, ke tempat yang benar, dengan tepat waktu, kepada pelanggan yang tepat, serta dengan harga yang tepat pula. Logistik pun timbul karena adanya kebutuhan untuk dapat merencanakan dan mengkoordinasikan aliran material dari sumber kepada titik pemakaian sehingga tidak lagi diperlakukan sebagai runtutan aktivitas yang independen (Sadjay, 2011).

### 2.2.1 Manajemen Logistik

Manajemen logistik merupakan kegiatan perencanaan, implementasi, dan kontrol atas aliran barang, jasa, serta informasi terkait, ke arah maju atau mundur yang efektif dan efisien antara titik asal kepada titik tujuan demi memenuhi kebutuhan pelanggan (Council of Supply Chain Management Professionals, 2016).

Permasalahan Manajemen Logistik dapat di klasifikasikan menjadi Lokasi, alokasi, dan alokasi-lokasi (Heragu, 2016).

### 1. Permasalahan Lokasi

Permasalahan lokasi melibatkan penentuan lokasi satu atau lebih fasilitas baru di satu atau lebih dari beberapa tempat potensial. Tentunya, jumlah tempat setidaknya harus sama dengan jumlah fasilitas baru yang akan ditempatkan. Biaya penempatan setiap fasilitas baru ke masing-masing tempat potensial diasumsikan diketahui. Ini terdiri dari biaya tetap untuk menemukan fasilitas baru di tempat tertentu ditambah biaya operasi dan transportasi melayani pelanggan dari kombinasi fasilitas - tempat.

### 2. Permasalahan Alokasi

Masalah alokasi berasumsi bahwa jumlah dan lokasi fasilitas diketahui prioritasnya dan berusaha untuk menentukan bagaimana setiap pelanggan harus dilayani. Dengan kata lain, mengingat permintaan barang di setiap pusat pelanggan, kapasitas produksi atau pasokan di setiap fasilitas, dan biaya melayani setiap pelanggan dari setiap fasilitas, masalah alokasi menentukan berapa banyak setiap fasilitas untuk memasok setiap pusat pelanggan.

### 3. Permasalahan Alokasi Lokasi

Masalah alokasi lokasi melibatkan penentuan tidak hanya berapa banyak setiap pelanggan untuk menerima dari setiap fasilitas, tetapi juga jumlah fasilitas, lokasi mereka, dan kapasitas.

## 2.2.2 Keputusan Logistik

Strategi keputusan logistik diklasifikasikan menjadi strategis, taktis, dan operasional menurut horizon perencanaan (Ghiani, et al., 2004).

### 1. Keputusan Operasional

Keputusan operasional dibuat secara *real time* setiap hari atau setiap minggu, sehingga cakupannya sempit. Keputusan seperti pemuatan kendaraan atau pengiriman, pengiriman, dan rutinitas gudang adalah salah satu dari banyak jenis keputusan operasional. Keputusan semacam ini didasarkan pada banyak data rinci dan biasanya dibuat oleh pengawas.

### 2. Keputusan Taktis

Keputusan taktis dibuat dengan dasar jangka panjang, baik bulanan, kuartalan, atau bahkan setiap tahun. Perencanaan produksi, perencanaan transportasi, dan perencanaan sumber daya adalah jenis keputusan taktis logistik yang paling dikenal. Keputusan ini sering dibuat oleh manajer menengah atau insinyur logistik dan sering kali dengan data terpilah.

### 3. Keputusan Strategis

Seperti disebutkan sebelumnya dalam bab ini, keputusan strategis adalah tujuan bisnis dan pernyataan misi, serta strategi pemasaran dan layanan pelanggan. Oleh karena itu, mereka adalah jenis keputusan jangka panjang yang dibuat selama satu tahun atau lebih. Keputusan ini dibuat oleh administrator eksekutif, manajer puncak, dan pemegang saham.

Secara umum, ada tiga tingkat keputusan yang harus dibuat oleh manajer dalam merancang rantai pasokan (Heragu, 2016).

1. Jangka panjang atau strategis, keputusan termasuk lokasi fasilitas, memilih saluran distribusi, memutuskan apakah akan melakukan sub kontrak layanan logistik kepada penyedia TPL dan sebagainya. Keputusan-keputusan ini biasanya mencakup bertahun-tahun, memiliki efek jangka panjang, dan sekali dibuat, tidak dapat diubah dengan mudah.
2. Pada tingkat jangka menengah atau taktis, keputusan memengaruhi operasi untuk jangka waktu yang lebih pendek. biasanya berbulan-bulan atau kuartal. Keputusan-keputusan ini termasuk menentukan tingkat staf untuk kuartal berikutnya, menentukan apakah akan memiliki pengiriman LTL atau TL, apakah akan masuk ke sewa jangka pendek untuk ruang gudang dan lain-lain.
3. Pada tingkat jangka pendek atau operasional, keputusan mencakup waktu untuk menjadwalkan pengambilan dan pengiriman, penugasan staf untuk tugas-tugas tertentu, dan keputusan operasional sehari-hari lainnya.

### 2.3 Pemilihan Lokasi

Klasifikasi dari masalah lokasi tergantung pada apakah sekumpulan lokasi yang mungkin untuk suatu fasilitas terbatas atau tidak terbatas (diskrit atau kontinu) (Heragu, 2016).

1. Permasalahan lokasi kontinu, yaitu jika suatu fasilitas dapat ditempatkan di mana saja dalam batas-batas suatu wilayah geografis, maka jumlah lokasi yang mungkin adalah tidak terbatas. Masalah kontinu mengasumsikan bahwa biaya transportasi sebanding dengan jarak. Karena fasilitas dapat ditempatkan di mana saja dalam ruang 2D, terkadang lokasi optimal yang disediakan oleh model kontinu mungkin tidak layak. Sebagai contoh menentukan fasilitas manufaktur di tengah danau.
2. Permasalahan lokasi diskrit, yaitu fasilitas hanya dapat ditempatkan pada jumlah tempat yang terbatas.

Menurut Heragu (2016) Lokasi fasilitas yang tepat akan membantu dalam meningkatkan efektivitasnya secara keseluruhan. Secara umum faktor pemilihan lokasi didasarkan pada:

1. Sedekat mungkin dengan bahan baku dan pelanggan
2. Tenaga kerja tersedia di sekitar lokasi fasilitas
3. Utilitas tersedia dengan harga yang wajar
4. Sesuai dengan peraturan pemerintah
5. Dekat dengan layanan pendukung seperti rumah sakit yang disesuaikan dengan kebutuhan karyawannya

## 2.4 P-Center

*P-Center* atau yang biasa dikenal dengan *minimax problem* adalah salah satu model penentuan lokasi yang bertujuan untuk menemukan posisi dari p-fasilitas yang akan ditempatkan hingga semua permintaan dapat tercakup dan maksimum jarak antara titik permintaan dan penempatan fasilitas menjadi minimal (Daskin, 1995).

Model *P-Center* bertujuan untuk menempatkan p fasilitas agar waktu tempuh maksimum dari seseorang ke fasilitas terdekat menjadi minimal. Dalam aplikasinya, model *P-Center* diperlukan untuk memastikan ekuitas (keadilan) dalam melayani seseorang yang tersebar di wilayah geografi yang luas (Ghiani, et al., 2004).

Berikut beberapa aplikasi yang mungkin dapat dilakukan oleh *P-Center* adalah sebagai berikut (Biazaran & Nezhad, 2009).

1. Kecepatan dalam pelayanan (rumah sakit, pemadam kebakaran, kantor polisi, dan lain-lain)
2. Layanan jaringan komputer (lokasi dari data file)
3. Pusat distribusi (gudang, garasi, dan lain-lain)
4. Tujuan militer
5. Tempat pemerintahan dan umum (taman, hotel, dan lain-lain)
6. Alokasi lokasi untuk kotak pos dan pemberhentian bus

### 2.4.1 Asumsi Model

Berikut ini merupakan asumsi untuk model *P-Center problem* (Biazaran & Nezhad, 2009).

1. Fasilitas hanya bisa ditempatkan pada simpul-simpul jaringan
2. Kapasitas yang ditempatkan tidak terbatas

3. Terdapat  $p$  fasilitas yang akan ditempatkan
4. Titik permintaan terdapat pada simpul jaringan
5. Bobot pada permintaan tidak dipertimbangkan

#### 2.4.2 Masukan Model

Berikut merupakan *input* untuk model *P-Center problem* (Biazaran & Nezhad, 2009).

$d_{ij}$  = Panjang jalur terpendek antara titik permintaan  $i$  ke kandidat fasilitas  $j$

$p$  = Jumlah fasilitas yang akan ditempatkan

#### 2.4.3 Keluaran Model (*Decision Variable*)

Berikut merupakan *output* untuk model *P-Center problem* (Biazaran & Nezhad, 2009).

$X_j$  = 1 jika fasilitas ditempatkan pada kandidat fasilitas  $j$  dan 0 jika tidak

$Y_{ij}$  = 1 jika titik permintaan  $i$  harus ditugaskan ke kandidat fasilitas  $j$  dan 0 jika tidak

$z$  = Jarak maksimum titik permintaan dan fasilitas terdekat

#### 2.4.4 Fungsi Tujuan dan Kendala

Berikut merupakan fungsi tujuan serta kendala untuk *P-Center problem*, serta penjelasan dari masing-masing persamaan (Biazaran & Nezhad, 2009).

$$\text{Min } z \quad (2-1)$$

*Subject to*

$$\sum Y_{ij} = 1 \quad \forall i \quad (2-2)$$

$$\sum X_j = p \quad (2-3)$$

$$Y_{ij} \leq X_j \quad \forall i, j \quad (2-4)$$

$$z \geq \sum_j d_{ij} Y_{ij} \quad \forall i \quad (2-5)$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad \forall j \quad (2-6)$$

$$Y \in \{0,1\} \quad \forall i, j \quad (2-7)$$

Persamaan (2-1) serta (2-5) meminimalkan jarak maksimal antara sebuah titik permintaan dan kandidat fasilitas terdekatnya. Persamaan (2-2) menyatakan bahwa semua permintaan di titik  $i$  harus ditugaskan ke fasilitas di beberapa titik  $j$  untuk semua titik  $i$ . Persamaan (2-3) menunjukkan bahwa terdapat  $p$  fasilitas yang ditempatkan. Persamaan (2-4) memastikan bahwa penugasan hanya dapat dilakukan untuk membuka fasilitas. Persamaan (2-6) dan (2-7) merupakan *integrality constraints*.

## 2.5 NP-Problems

Pembagian *NP-problems* dibedakan menjadi kelas *P*, *NP*, *NP-Complete*, dan *NP-Hard* (Eiben & Smith, 2015).

1. Permasalahan kelas *P*, jika ada suatu algoritma yang dapat menyelesaikannya dalam waktu polinomial. Artinya, jika ada algoritma untuk permasalahan tersebut dengan waktu penyelesaian kasus terburuk dari  $n$  masalah adalah kurang dari  $F(n)$  untuk beberapa rumus polinomial  $F$ . Dalam bahasa umum, himpunan  $P$  berisi masalah yang dapat dengan mudah dipecahkan, misalnya, masalah *Minimum Spanning Tree*.
2. Permasalahan kelas *NP*, jika dapat diselesaikan oleh beberapa algoritma (tanpa klaim tentang waktu penyelesaian) dan solusi apa pun dapat diverifikasi dalam waktu polinomial oleh beberapa algoritma lainnya. Perhatikan bahwa  $P$  merupakan bagian dari  $NP$ , karena pemecah polinomial juga dapat digunakan untuk memverifikasi solusi dalam waktu polinomial.
3. Permasalahan kelas *NP-complete*, jika termasuk kelas  $NP$  dan masalah lain dalam  $NP$  dapat direduksi menjadi masalah ini oleh suatu algoritma yang berjalan dalam waktu polinomial. Dalam praktiknya ini merepresentasikan permasalahan sulit yang muncul sepanjang waktu.
4. Permasalahan kelas *NP-hard*, jika itu masalah dalam *NP-complete* yang sulit (jadi semua masalah dalam *NP-complete* dapat dikurangi menjadi satu dalam *NP-hard*), tetapi solusinya tidak dapat selalu diverifikasi dalam waktu polinomial. Salah satu contohnya adalah *halting problem*.

## 2.6 Heuristik dan Metaheuristik

Heuristik adalah strategi *trial and error* untuk menghasilkan solusi yang dapat diterima dari permasalahan kompleks dalam waktu yang cukup singkat. Permasalahan yang kompleks membuat tidak mungkin untuk mencari setiap kemungkinan solusi atau kombinasi, tujuannya adalah untuk menemukan solusi yang baik dan layak dalam skala waktu yang dapat diterima. (Yang, 2010). Sebagai contoh *nearest neighbour* merupakan metode heuristik untuk permasalahan yang berkaitan dengan jarak

Menjawab keterbatasan yang ada pada algoritma heuristik, muncul suatu pendekatan berbeda yang dinamakan algoritma metaheuristik. Metaheuristik sendiri merupakan sebuah algoritma yang sebagian besar terinspirasi oleh kejadian yang ada di alam, atau lebih dikenal dengan *nature inspired algorithm*. Algoritma ini lebih sederhana dan lebih mudah diaplikasikan ke dalam bahasa pemrograman komputer sehingga mampu memberikan solusi

yang lebih cepat dari algoritma heuristik (Yang, 2012). Contoh dari metode ini adalah Genetik Algoritma, *Ant Colony Optimization*, *Tabu Search*, dan lain-lain.

## 2.7 Evolutionary Algorithm

*Evolutionary algorithm* merupakan metode simulasi evolusi. Metode yang terdiri dari pendekatan berbasis populasi yang bergantung pada variasi acak dan seleksi. Algoritma yang mengandalkan prinsip-prinsip evolusi disebut algoritma evolusi. *Evolution strategies*, *evolutionary programming*, dan algoritma genetika termasuk bagian dari algoritma evolusi (Bäck, et al., 2000).

Sejarah menunjukkan bahwa ada banyak varian algoritma evolusi yang berbeda. Ide umum yang mendasari di balik teknik ini semua adalah sama: ditentukan populasi individu dalam beberapa lingkungan yang memiliki sumber daya terbatas, persaingan untuk sumber daya tersebut menyebabkan seleksi alam (*survival of the fittest*), pada giliran ini menyebabkan peningkatan *fitness* populasi (Eiben & Smith, 2015).

Contoh langkah berpikir dari algoritma evolusi. Diberikan model dengan fungsi tujuan untuk memaksimalkan kualitas, kita dapat secara acak membuat sekumpulan solusi kandidat, yaitu elemen dari fungsi. Kemudian kita menerapkan fungsi kualitas ini sebagai ukuran *fitness* - semakin tinggi semakin baik. Atas dasar nilai-nilai dari *fitness* sebelumnya, beberapa kandidat yang baik dipilih untuk melanjutkan ke generasi berikutnya. Ini dilakukan dengan menerapkan rekombinasi dan/atau mutasi kepada mereka. Rekombinasi adalah operator yang diterapkan pada dua atau lebih kandidat terpilih (yang disebut *parents*), yang menghasilkan satu atau lebih kandidat baru (disebut *children*). Mutasi diterapkan pada satu kandidat dan menghasilkan satu kandidat baru. Oleh karena itu mengeksekusi operasi rekombinasi dan mutasi pada *parents* mengarah pada penciptaan satu set kandidat baru (*offspring*). Setelah itu dievaluasi *fitness* mereka dan kemudian disaingkan - berdasarkan *fitness* mereka (contoh usia) - dengan yang lebih tua untuk penempatan pada generasi berikutnya. Proses ini dapat diulang sampai kandidat dengan kualitas yang cukup (*solution*) ditemukan atau batas komputasi yang ditetapkan sebelumnya tercapai.

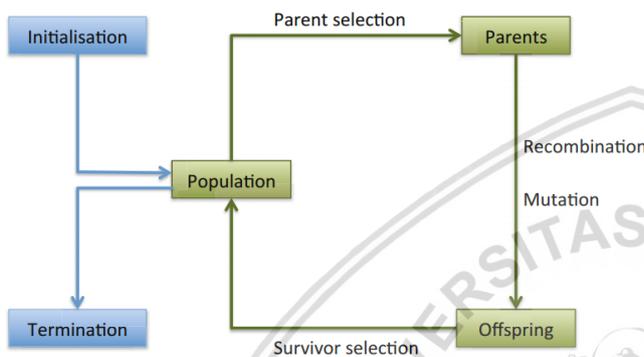
Gambaran umum dari algoritma evolusi yang akan ditampilkan dalam *pseudocode* dan *flowchart* dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2.

```

BEGIN
  INITIALISE population with random candidate solutions;
  EVALUATE each candidate;
  REPEAT UNTIL ( TERMINATION CONDITION is satisfied ) DO
    1 SELECT parents;
    2 RECOMBINE pairs of parents;
    3 MUTATE the resulting offspring;
    4 EVALUATE new candidates;
    5 SELECT individuals for the next generation;
  OD
END

```

Gambar 2.1 Skema umum pada algoritma evolusi dalam *pseudocode*  
 Sumber: Eiben & Smith (2015)



Gambar 2.2 Skema umum algoritma evolusi dalam *flowchart*  
 Sumber: Eiben & Smith (2015)

### 2.7.1 Komponen *Evolutionary Algorithm*

Ada sejumlah komponen, prosedur, atau operator yang harus ditentukan untuk menentukan EA, yang terdiri dari *representation*, evaluasi *function*, populasi, mekanisme *parent selection*, *variation operator*, seleksi *survivor*, inialisasi dan kondisi *termination* (Eiben & Smith, 2015).

1. *Representation* (Definisi dari Individu), Langkah pertama dalam mendefinisikan EA adalah untuk menghubungkan 'dunia nyata' dengan 'dunia EA', yaitu, untuk mengatur jembatan antara konteks masalah asli dan ruang penyelesaian masalah di mana evolusi terjadi. Langkah pertama dari sudut pandang pemecahan masalah otomatis adalah memutuskan bagaimana solusi yang mungkin harus ditentukan dan disimpan dengan cara yang dapat dimanipulasi oleh komputer.
2. Evaluasi *Function* (Fungsi *Fitness*), untuk menunjukkan persyaratan yang harus dipenuhi oleh populasi. Ini merupakan bentuk dasar untuk seleksi, dan juga fasilitas untuk perbaikan. Lebih tepatnya, hal ini mendefinisikan apa artinya perbaikan. Dari perspektif pemecahan masalah, ini mewakili tugas yang harus diselesaikan oleh konteks evolusi.

3. Populasi, merupakan representasi dari solusi yang mungkin. Populasi membentuk unit evolusi. Individu adalah objek statis yang tidak berubah atau beradaptasi; itu adalah populasi yang melakukannya. Mendefinisikan populasi mungkin sesederhana menentukan berapa banyak individu di dalamnya, yaitu dengan pengaturan ukuran populasi.
4. Mekanisme *parent selection*, merupakan pembedaan individu berdasarkan pada kualitas mereka, dan, khususnya untuk memungkinkan individu yang lebih baik menjadi *parents* dari generasi berikutnya. Individu adalah *parents* jika telah dipilih untuk menjalani variasi untuk menciptakan keturunan (*offspring*). Bersama dengan mekanisme seleksi yang selamat, seleksi *parents* ini bertanggung jawab untuk mendorong peningkatan kualitas.
5. *Variation operator* (mutasi dan rekombinasi), perannya adalah untuk menciptakan individu baru dari yang lama. Dalam *evolutionary computing* (EC), operator variasi dibagi menjadi dua jenis, yaitu mutasi dan rekombinasi.
  - a. Mutasi, merupakan operator variasi *unary* yang biasa disebut di sebut mutasi. Ini diterapkan pada satu genotipe dan memberikan sedikit modifikasi yang disebut mutan, atau anak dari *offspring*.
  - b. Rekombinasi, merupakan operator variasi *binary* atau juga bisa disebut *crossover*. Seperti yang ditunjukkan oleh namanya, operator semacam itu menggabungkan informasi dari genotipe dua induk menjadi satu atau dua genotipe *offspring*.
6. Mekanisme seleksi *survivor* (penggantian), mirip dengan seleksi orang tua, peran seleksi *survivor* atau seleksi lingkungan adalah membedakan individu berdasarkan kualitas mereka. Namun, itu digunakan dalam tahap yang berbeda dari siklus evolusi. Mekanisme seleksi *survivor* dipanggil setelah adanya *offspring* dari *parents* yang dipilih.
7. Inisialisasi, disimpan di sebagian besar aplikasi Algoritma evolusi; populasi pertama diturunkan oleh individu yang dihasilkan secara acak. Pada prinsipnya masalah heuristik dapat digunakan dalam langkah ini, untuk menciptakan populasi awal dengan *fitness* yang lebih tinggi.
8. Kondisi *termination*, dibedakan menjadi dua kasus. Jika masalah memiliki level *fitness* optimal yang diketahui, mungkin berasal dari nilai optimum yang diketahui dari fungsi obyektif yang diberikan, maka idealnya kondisi penghentian ini merupakan solusi dengan *fitness* ini. Jika model kita dari masalah mengandung penyederhanaan yang diperlukan, atau mungkin mengandung *noise*, dapat menerima solusi yang mencapai

*fitness* optimal dalam presisi yang diberikan (misal  $\epsilon > 0$ ). Permasalahan algoritma evolusi tidak menjamin solusi optimal, untuk kondisi ini mungkin tidak puas dengan hasil yang diberikan dan bahkan algoritma ini tidak pernah berhenti, oleh karena itu ada beberapa opsi berikut biasanya digunakan untuk terminasi.

- a. Waktu maksimum CPU yang diizinkan telah tercapai.
- b. Jumlah total evaluasi *fitness* mencapai batas yang ditentukan.
- c. Peningkatan *fitness* tetap di bawah nilai ambang untuk jangka waktu tertentu (yaitu, untuk sejumlah generasi atau evaluasi *fitness*).
- d. Keragaman populasi turun di bawah ambang batas yang ditentukan.



## **BAB III METODE PENELITIAN**

Metode penelitian merupakan suatu tahapan yang digunakan untuk menyelesaikan suatu permasalahan dalam penelitian. Pada bab ini akan dijelaskan mengenai jenis, tempat dan waktu penelitian, pengumpulan data, langkah-langkah serta diagram alir penelitian.

### **3.1 Jenis Penelitian**

Penelitian ini termasuk dalam penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang berusaha untuk menuturkan pemecahan masalah yang ada sekarang berdasarkan data-data. Dalam penelitian ini juga menyajikan, menganalisis dan menginterpretasi data. Penelitian deskriptif bertujuan untuk pemecahan masalah secara sistematis dan faktual mengenai fakta-fakta dan sifat populasi (Narbuko & Achmadi, 2007).

### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Dinas PUPR Kabupaten Pacitan yang berlokasi di Jalan Dewi Sartika Desa Bangunsari, Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan. Penelitian ini dilakukan pada Bulan Februari hingga September 2018.

### **3.3 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dalam penelitian kali ini dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. Data primer adalah data yang diambil secara langsung untuk objek penelitian oleh peneliti yang diperoleh dari hasil wawancara kepada pihak PPID Dinas PUPR.
2. Data sekunder, merupakan data yang didapatkan secara tidak langsung yaitu data dari Dinas PUPR yang berkaitan dengan penelitian ini, seperti struktur organisasi, data lokasi, serta data dari peta Google mengenai desa serta koordinatnya.

### **3.4 Langkah-Langkah Penelitian**

Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah:

1. Tahap Pendahuluan
  - a. Studi Lapangan  
Melakukan survei pada tempat penelitian, yaitu Dinas PUPR di Kabupaten Pacitan.  
Pendahuluan ini digunakan untuk memperoleh gambaran mengenai kondisi,

permasalahan, atau kendala yang terdapat pada dinas PUPR Kabupaten Pacitan. Selain itu, survei ini juga dilakukan untuk mendapatkan potensi jenis penelitian yang dapat dilakukan, dengan cara interviu. Interviui ini dilakukan dengan mengajukan pertanyaan secara langsung kepada pihak humas, kepala, atau pegawai yang ditunjuk oleh Dinas PUPR. Pertanyaan ini terkait kebutuhan lokasi.

b. Studi Pustaka

Melakukan studi literatur di perpustakaan dan membaca sumber-sumber informasi lainnya yang berhubungan dengan pembahasan. Sehingga dengan studi pustaka diperoleh dasar teori untuk menunjang penelitian.

c. Identifikasi Masalah

Mengidentifikasi masalah yang terjadi dari hasil studi lapangan dan merumuskan solusi untuk mengatasi permasalahan yang ada sesuai dengan hasil studi pustaka dan teori yang ada.

2. Tahap Pengumpulan Data

Melakukan pengumpulan data untuk menunjang dilakukannya penelitian. Data yang dikumpulkan dilakukan dengan cara sebagai berikut.

a. Data primer, melalui wawancara lanjutan mengenai kriteria pemilihan lokasi, kandidat lokasi untuk pembangunan fasilitas dan karakteristik *cluster* yang diinginkan oleh Dinas PUPR Kabupaten Pacitan.

b. Data sekunder, terdiri dari data lokasi Dinas PUPR dan *cluster* yang meliputi titik pusat dan jumlah.

3. Tahap Pengolahan Data, Analisis, dan Pembahasan

Melakukan pengolahan data dari data-data yang terkumpul dengan 4 tahapan sebagai berikut.

a. Penentuan koordinat lokasi

Penentuan koordinat lokasi dilakukan dengan memetakan kluster (desa) berdasarkan titik koordinat *latitude* dan *longitude* dari Google Maps yang sekaligus menjadi titik kluster dari permintaan yang di seluruh Kabupaten Pacitan. Penentuan titik ini digunakan untuk membuat matriks *from to chart* antar desa. Untuk simplifikasi pin pertama yang ditunjuk pertama kali oleh Google Maps merupakan titik pusat desa.

b. Melakukan formulasi model matematis *P-Center*

Model *P-Center* yang digunakan merujuk pada referensi Biazaran & Nezhad (2009). Tujuan dari formulasi model adalah meminimalkan jarak maksimal yang disesuaikan dengan permasalahan yang ada.

c. Penyesuaian model *P-Center* ke algoritma evolusi

Langkah-langkah penyesuaian model *P-Center* menjadi algoritma evolusi adalah:

- 1) Menentukan variabel-variabel *input* yang meliputi matriks jarak dari semua lokasi, yaitu Dinas PUPR dan desa, serta kebutuhan fasilitas.
- 2) Menentukan parameter-parameter algoritma evolusi yang meliputi ukuran populasi, *mutation rate* dan kondisi terminasi.
- 3) Merepresentasikan dan inialisasi solusi pada sembarang titik.

d. Menjalankan algoritma evolusi

Algoritma evolusi dijalankan dengan menggunakan bantuan Solver pada *Software* Microsoft Excel. Langkah-langkah pada tahap ini adalah:

- 1) Menyimpan hasil inialisasi solusi sembarang titik sebagai nilai optimal sementara.
- 2) Mengaplikasikan algoritma evolusi untuk mengetahui evaluasi nilai optimal sementara dan dibandingkan dengan nilai generasi baru.
- 3) Jika hasil lebih baik (lebih kecil) dari solusi awal, maka kembali ke langkah (1), yaitu menyimpan hasil generasi baru sebagai nilai optimal sementara.
- 4) Jika hasil tidak lebih baik atau sama dengan solusi sebelumnya, artinya solusi yang diperoleh sudah optimal dan merupakan lokasi terpilih.

e. Analisis dan Pembahasan

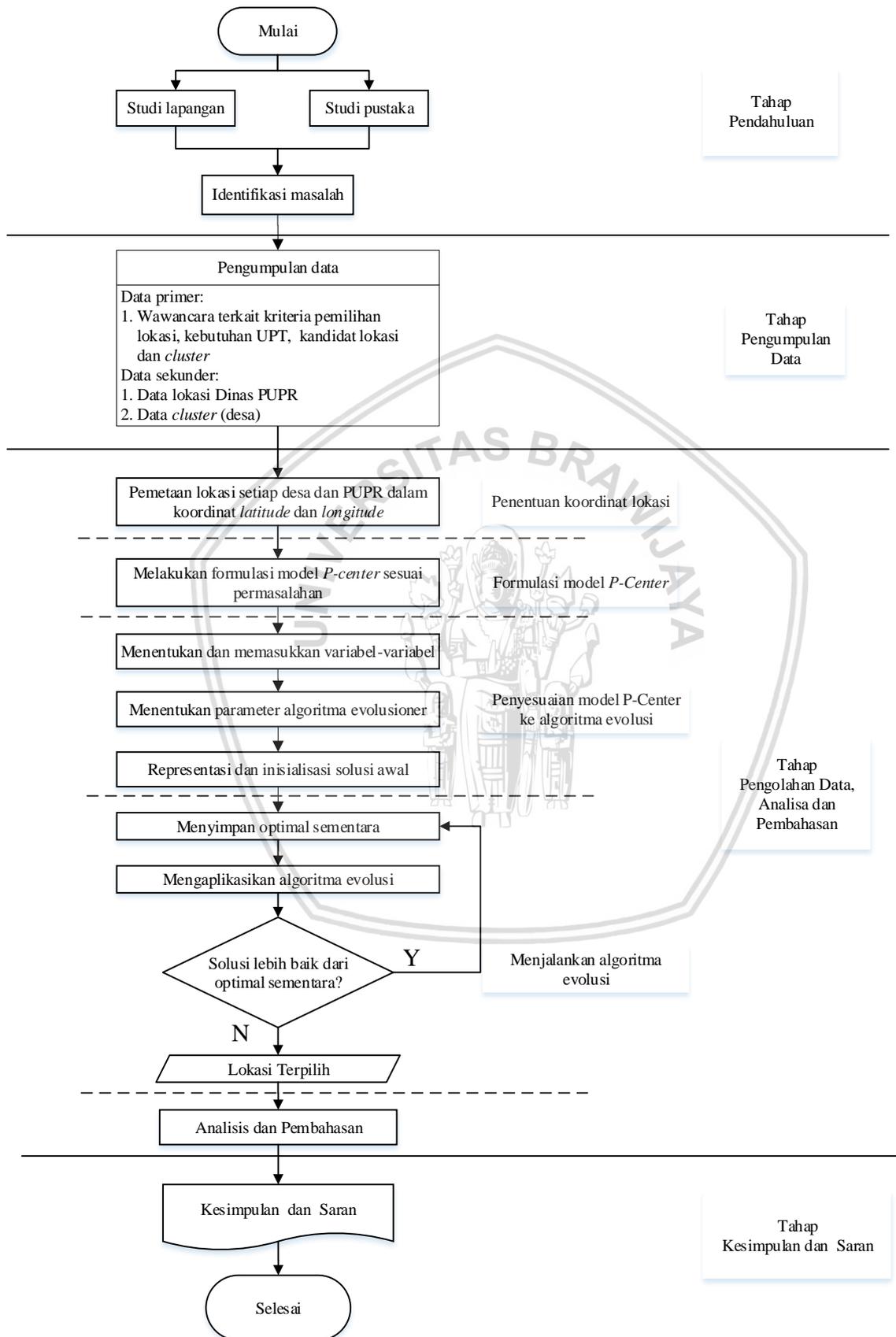
Pada tahap ini akan dibahas mengenai hasil algoritma evolusi terkait verifikasi dan validasi dari model serta pemilihan lokasi dari beberapa alternatif. Kemudian juga dibahas mengenai penerapan algoritma evolusi terkait mutasi dan terminasi.

4. Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan tahap akhir dalam penelitian. Kesimpulan yang dihasilkan diharapkan dapat menjawab permasalahan yang ada pada Dinas PUPR Kabupaten Pacitan, yaitu penentuan tiga lokasi fasilitas UPT sebagai perencanaan strategis dengan tujuan untuk meminimalkan jarak tempuh dari semua penjuru arah Kabupaten Pacitan. Saran yang dihasilkan berdasarkan hasil pengolahan data dan dijadikan masukan bagi Dinas PUPR terkait penentuan lokasi dan dapat dijadikan permasalahan untuk dilakukan penelitian selanjutnya.

### 3.5 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir dalam penelitian dapat ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab hasil dan pembahasan berisi data yang telah dikumpulkan dan selanjutnya dilakukan pengolahan data berdasarkan metode penelitian dan penyelesaian yang digunakan. Kemudian hasil yang diperoleh digunakan untuk analisis dan pembahasan dalam penelitian ini.

### 4.1 Gambaran Umum Dinas PUPR

Pada sub-bab ini akan dijelaskan mengenai gambaran Dinas PUPR secara umum yang menjadi objek penelitian.

#### 4.1.1 Gambaran Umum Perangkat Daerah

Sesuai dengan Undang – Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah, maka kewenangan penyelenggaraan bidang pekerjaan umum sebagian telah menjadi kewenangan Pemerintahan Daerah. Hal tersebut menyatakan bahwa bidang Pekerjaan Umum adalah salah satu urusan pemerintahan yang bersifat *concurrent* atau dilaksanakan bersama oleh Pemerintah dan Pemerintah Daerah.

#### 4.1.2 Visi dan Misi Dinas PUPR

Visi dari Dinas PUPR Kabupaten Pacitan adalah “Tersedianya infrastruktur pekerjaan umum dan penataan ruang yang memadai dalam mendukung perekonomian masyarakat”. Sedangkan untuk misi yang dimiliki oleh Dinas PUPR sebagai berikut.

1. Terselenggaranya tata kelola pemerintahan yang bersih, efektif dan akuntabel dalam mewujudkan pelayanan prima.
2. Meningkatnya layanan infrastruktur jalan dan jembatan yang memadai.
3. Tersedianya sarana dan prasarana Pekerjaan Umum dalam mendukung kelancaran pembangunan infrastruktur.
4. Meningkatnya infrastruktur sumber daya air yang berkelanjutan.
5. Meningkatnya pelayanan infrastruktur dalam masyarakat dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat.
6. Terselenggaranya penataan ruang daerah menuju pelaksanaan pembangunan yang harmoni.

### 4.1.3 Tugas dan Fungsi Dinas PUPR

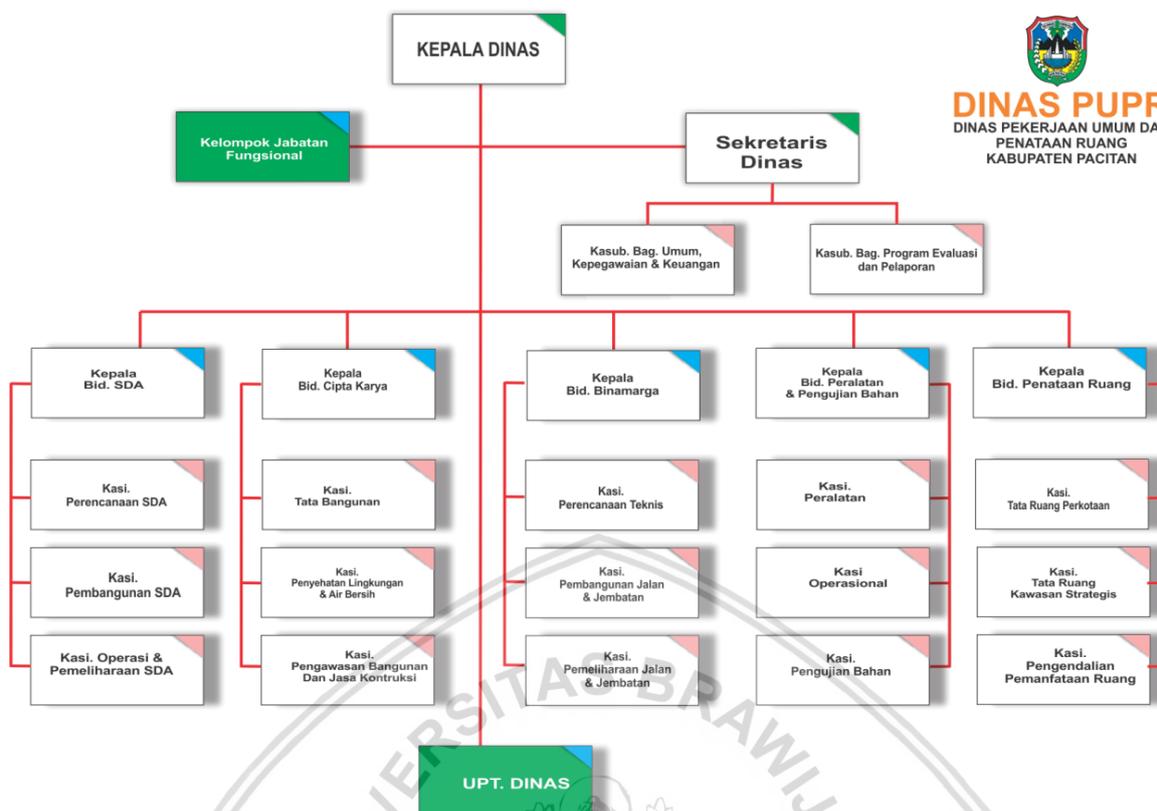
Sesuai dengan Peraturan Bupati Pacitan Nomor 66 Tahun 2016 tentang Kedudukan, Tugas dan Fungsi, Susunan Organisasi serta Tata Kerja Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Pacitan. Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang dipimpin oleh Kepala Dinas yang berkedudukan di bawah dan bertanggung jawab kepada Bupati melalui Sekretaris Daerah. Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang mempunyai tugas Dinas mempunyai tugas membantu Bupati melaksanakan urusan pemerintahan bidang Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang yang meliputi Sumber Daya Air, Cipta Karya, Bina Marga, Peralatan dan Pengujian Bahan, Penataan Ruang serta tugas pembantuan yang diberikan kepada Kabupaten.

Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang dalam melaksanakan tugas menyelenggarakan fungsi:

1. Perumusan kebijakan, pelaksanaan kebijakan, pelaksanaan evaluasi dan pelaporan serta pelaksanaan administrasi Sumber Daya Air
2. Perumusan kebijakan, pelaksanaan kebijakan, pelaksanaan evaluasi dan pelaporan, serta pelaksanaan administrasi Cipta Karya
3. Perumusan kebijakan, pelaksanaan kebijakan, pelaksanaan evaluasi dan pelaporan, serta pelaksanaan administrasi Bina Marga
4. Perumusan kebijakan, pelaksanaan kebijakan, pelaksanaan evaluasi dan pelaporan serta pelaksanaan administrasi Peralatan dan Pengujian Bahan
5. Perumusan kebijakan, pelaksanaan kebijakan, pelaksanaan evaluasi dan pelaporan serta pelaksanaan administrasi Penataan Ruang
6. Pelaksanaan fungsi lain yang diberikan oleh Bupati sesuai dengan tugas dan fungsinya.

### 4.1.4 Struktur Organisasi Dinas PUPR

Struktur organisasi Dinas PUPR Kabupaten Pacitan dapat dilihat pada Gambar 4.1, hal ini sesuai dengan peraturan Bupati Pacitan No. 66 Tahun 2016.



Gambar 4.1 Struktur organisasi Dinas PUPR

Berdasarkan struktur organisasi yang ditunjukkan pada Gambar 4.1, berikut merupakan *job description* dari masing-masing posisi jabatan di Dinas PUPR Kabupaten Pacitan.

#### 1. Sekretariat

Secara umum, tugas dari Bidang Sekretariat adalah menyelenggarakan koordinasi pelaksanaan kegiatan, pembinaan dan pemberian dukungan pelayanan administratif umum yang meliputi umum, kepegawaian dan keuangan, program evaluasi dan pelaporan kepada seluruh unit organisasi di lingkungan dinas.

#### 2. Bidang Sumber Daya Air

Secara umum, Bidang Sumber Daya Air melaksanakan sebagian tugas dinas yang meliputi perencanaan, pembangunan serta operasi dan pemeliharaan sumber daya air.

#### 3. Bidang Cipta Karya

Secara umum, Bidang Cipta Karya melaksanakan sebagian tugas dinas yang meliputi tata bangunan, penyehatan lingkungan dan air bersih serta pengawasan jaringan dan jasa konstruksi.

#### 4. Bidang Bina Marga

Secara umum, Bidang Bina Marga melaksanakan sebagian tugas dinas yang meliputi perencanaan teknis, pembangunan serta pemeliharaan jalan dan jembatan.

## 5. Bidang Peralatan dan Pengujian Bahan

Secara umum, Bidang Peralatan dan Pengujian bahan melaksanakan sebagian tugas dinas yang meliputi peralatan, operasional dan pengujian bahan.

## 6. Bidang Penataan Ruang

Secara umum, Bidang Penataan Ruang melaksanakan sebagian tugas dinas yang meliputi tata ruang perkotaan, kawasan strategis dan perdesaan serta pengendalian pemanfaatan ruang.

## 4.2 Pengumpulan Data

Pada sub-bab ini akan dijelaskan mengenai pengambilan data terkait penelitian. Data yang dibutuhkan diperoleh secara langsung melalui wawancara lanjutan yang meliputi kriteria pemilihan lokasi, kandidat lokasi serta karakteristik *cluster* yang diinginkan oleh Dinas PUPR. Selain itu juga terdapat data sekunder yang meliputi koordinat lokasi Dinas PUPR saat ini dan *cluster* serta jumlah *cluster*.

### 4.2.1 Pengumpulan Data Primer

Peneliti melakukan wawancara lanjutan terkait kebutuhan dari Dinas PUPR. Wawancara lanjutan ini dilakukan bersama Bapak Ali Basit, ST. yang sekaligus merupakan salah satu anggota PPID Dinas PUPR. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan wawancara tidak terstruktur untuk menemukan data yang lebih mendalam dari narasumber dengan pertanyaan yang mengarah pada suatu tujuan tertentu, yaitu lokasi UPT PUPR baru. Rangkuman hasil wawancara terkait kriteria, kandidat lokasi dan karakteristik *cluster* yang diinginkan oleh Dinas PUPR yang akan ditampilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1  
Rangkuman Hasil Wawancara Peneliti dengan Narasumber

Peneliti	Narasumber
Kriteria apa saja yang menjadi dasar penentuan lokasi UPT PUPR baru?	Dasar penentuan lokasi baru yang penting lokasinya landai dan aman dari longsor. Fokus utamanya adalah jarak yang dekat dengan semua penjuruan arah
Apakah pembobotan lokasi juga dimasukkan ke dalam kriteria penentuan lokasi? Misalnya wilayah dengan frekuensi longsor yang tinggi menjadi prioritas	Tidak, cukup dua itu saja dan dekat ke semua arah. Karena fokus dari Dinas PUPR tidak hanya pada longsor atau siaga bencana, tetapi juga pada hal lain seperti sumber daya air, bina marga atau tugas lainnya, selain itu juga berfokus pada pendapatan seperti menyewakan alat yang berat yang dimiliki kepada kontraktor karena harga sewa yang relatif lebih murah daripada penyedia.
Kira-kira kecamatan mana saja yang dapat dibangun UPT?	Lokasi landai tentunya pada pusat kota, kemudian juga ada Punung dan Ngadirojo. Selain itu ada

Peneliti	Narasumber
	Nawangan dan Bandar yang meskipun lokasinya tidak sepenuhnya landai tetapi masih bisa dibangun UPT. Lokasi yang sulit untuk dibangun UPT seperti Arjosari karena memang daerah gunung.
Semisal kategori <i>cluster</i> sebagai desa apakah bisa? Karena kecamatan lingkungannya terlalu umum dan belum diketahui lokasi fasilitas dibangun di lokasi mana	Iya, tidak apa-apa, silakan saja.
Jadi <i>cluster</i> menurut desa yang terdapat pada lima kecamatan bisa dijadikan kandidat lokasi, begitukah?	Iya.

Berdasar pada Tabel 4.1 maka dapat diketahui kriteria pemilihan lokasi UPT Dinas PUPR baru hanya melihat lokasi yang landai dan aman dari longsor, dengan fokus utama adalah dekat dengan semua penjurusan arah Kabupaten Pacitan. Pembagian *cluster* pada penelitian ini adalah desa di Kabupaten Pacitan. Hasil wawancara juga menyebutkan bahwa kandidat lokasi adalah *cluster* (desa) yang berada pada kecamatan 5 kecamatan, yaitu Pacitan, Punung, Ngadirojo, Nawangan dan Bandar. Desa pada 5 kecamatan ini akan digunakan sebagai variabel keputusan.

#### 4.2.2 Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder ini meliputi lokasi Dinas PUPR saat ini, data desa dan lokasi potensial.

1. Data lokasi Dinas PUPR saat ini menggunakan bantuan Google Maps. Lokasi Dinas berada di Jalan Dewi Sartika Desa Bangunsari, Kec. Pacitan, Kabupaten Pacitan.
2. Data desa Kabupaten Pacitan diambil dari Peraturan Kepala Badan Pusat Statistik Nomor 66 Tahun 2016 Tentang Kode dan Nama Wilayah Kerja Statistik Tahun 2016 ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2

Data Desa di Kabupaten Pacitan

No.	Kecamatan	Desa
1	Donorejo	Widoro
2		Sawahan
3		Kalak
4		Sendang
5		Klepu
6		Gedampol
7		Cemeng
8		Gendaran
9		Sukodono
10		Sekar
11		Donorojo
12		Belah
13	Punung	Bomo
14		Sooka
15		Punung
16		Mendolo kidul
17		Mendolo lor
18		Kendal
19		Piton
20		Wareng
21		Mantren
22		Ploso
23		Gondosari
24		Tinatar

No.	Kecamatan	Desa	No.	Kecamatan	Desa
25		Kebonsari	77		Gembuk
26		Watu karung	78		Sanggrahan
27		Dersono	79		Punjung
28		Sugihwaras	80		Wonogondo
29		Jlubang	81		Ketepung
30		Candi	82		Ketro
31		Poko	83		Mlati
32	Pringkuku	Dadapan	84		Sedayu
33		Pringkuku	85		Tremas
34		Sobo	86		Arjosari
35		Ngadirejan	87		Gunungsari
36		Glinggangan	88		Pagutan
37		Pelem	89		Gembong
38		Tamanasri	90		Borang
39		Sidoarjo	91	Arjosari	Gegeran
40		Ploso	92		Kedungbendo
41		Kembang	93		Mangunharjo
42		Sukoharjo	94		Jetis kidul
43		Kayen	95		Temon
44		Sirnobojo	96		Jatimalang
45		Arjowinangun	97		Gayuhan
46		Baleharjo	98		Karangrejo
47		Bangunsari	99		Karanggede
48		Sedeng	100		Gondang
49		Sumberharjo	101		Mujing
50		Pucangsewu	102		Sempu
51	Pacitan	Pacitan	103		Nawangan
52		Tanjungsari	104	Nawangan	Tokawi
53		Menadi	105		Jetislor
54		Mentoro	106		Penggung
55		Purworejo	107		Pakisbaru
56		Nanggung	108		Ngromo
57		Widoro	109		Petungsinarang
58		Semanten	110		Ngunut
59		Banjarsari	111		Bandar
60		Bolosingo	112	Bandar	Kledung
61		Sambong	113		Tumpuk
62		Ponggok	114		Watupatok
63		Tambakrejo	115		Bangunsari
64		Plumbungan	116		Jeruk
65		Karangnongko	117		Kebondalem
66		Kalipelus	118		Gedangan
67		Katipugal	119		Ngreco
68		Klesem	120		Kasih
69		Sidomulyo	121		Pucangombo
70	Kebonagung	Worawari	122	Tegalombo	Gemaharjo
71		Mantren	123		Ploso
72		Gawang	124		Tegalombo
73		Karanganyar	125		Kemuning
74		Kebonagung	126		Tahunan
75		Purwoasri	127		Tahunan baru
76		Banjarjo	128	Tulakan	Jetak

No.	Kecamatan	Desa
129		Nglaran
130		Wonoanti
131		Padi
132		Kluwih
133		Bungur
134		Tulakan
135		Jatigunung
136		Kalikuning
137		Gasang
138		Ngile
139		Bubakan
140		Losari
141		Ngumbul
142		Wonosidi
143		Ketro
144	Ngadirojo	Sidomulyo
145		Hadiwarno
146		Tanjungpuro
147		Hadiluwih
148		Pagerejo
149		Wiyoro
150		Ngadirojo
151		Bogoharjo
152		Cokrokembang
153		Bodag
154		Tanjunglor
155		Nogosari
156		Cangkring
157		Wonodadi kulon
158		Wonodadi wetan
159		Wonokarto
160		Wonosobo
161		Wonoasri
162	Sudimoro	Pager kidul
163		Pager lor
164		Sukorejo
165		Sudimoro
166		Ketanggung
167		Klepu
168		Sembowo
169		Karang mulyo
170		Gunung rejo
171		Sumber rejo



Menurut Tabel 4.2 diketahui bahwa terdapat 171 desa yang ada di Kabupaten Pacitan. Jumlah tersebut merupakan titik permintaan dari permasalahan lokasi ini. Selain itu juga diketahui bahwa terdapat 73 lokasi kandidat. Lokasi ini merupakan desa yang terdapat pada lima kecamatan yang dinilai bisa dibangun fasilitas.

### 4.3 Pengolahan Data

Pada sub-bab ini akan dilakukan pengolahan data yang telah dikumpulkan sebelumnya. Pengolahan data dilakukan untuk menentukan tiga lokasi optimal UPT PUPR baru agar meminimalkan jarak maksimal sesuai dengan metodologi penelitian yang ada pada Bab III. Pengolahan data dimulai dengan memetakan pusat desa dengan koordinat *latitude* dan *longitude*. Setelah itu untuk menentukan tiga lokasi optimal UPT PUPR dengan menggunakan model *P-Center* yang disesuaikan dengan jumlah kandidat lokasi fasilitas, titik desa, dan kebutuhan UPT baru yang dimasukkan dalam fungsi tujuan, variabel keputusan dan fungsi kendala. Setelah itu untuk penyelesaian permasalahan dengan menggunakan algoritma evolusi dengan bantuan Solver Microsoft Excel.

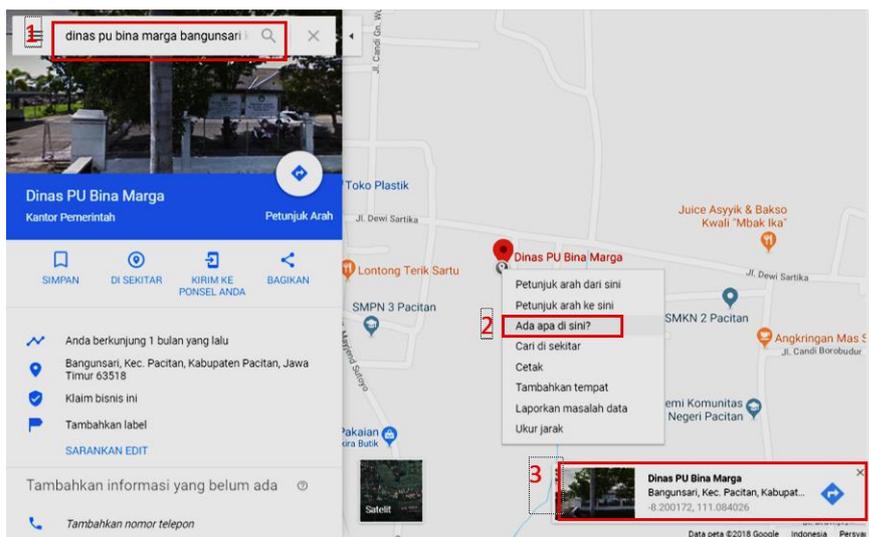
#### 4.3.1 Koordinat Lokasi

Sesuai dengan Latar Belakang dan hasil wawancara pada Tabel 4.1, Dinas PUPR hanya memiliki alternatif berupa 5 kecamatan. Untuk menyempitkan area kecamatan yang terlalu luas, maka dipilih desa sebagai penempatan fasilitas secara spesifik. Jika sudah dilakukan optimasi kemudian terpilih beberapa desa, bukan berarti bahwa fasilitas harus ditempatkan tepat pada koordinat, tetapi fasilitas ditempatkan di area desa terpilih sesuai dengan kondisi medan dan infrastruktur yang tersedia.

Koordinat lokasi dari Dinas PUPR dan desa menggunakan Google Maps yang ditunjukkan dalam koordinat *latitude* dan *longitude*. Koordinat Dinas PUPR dapat dilihat pada Tabel 4.3, sedangkan koordinat desa dapat dilihat pada Tabel 4.4. Koordinat pada desa merupakan titik yang ditunjukkan oleh Google Maps. Koordinat ini diasumsikan sebagai pusat desa, kemudian akan digunakan sebagai penentuan *from to chart* antar desa.

Nilai pada kolom koordinat *latitude* dan *longitude* diperoleh dari Google Maps. Contoh pencarian koordinat *latitude* dan *longitude* dapat dilihat pada Gambar 4.2. Langkah mencari koordinat melalui Google Maps adalah:

1. Mencari lokasi yang ingin diketahui koordinatnya.
2. Klik kanan pada lokasi tersebut dan pilih “Ada apa di sini?”.
3. Maka koordinat lokasi tersebut akan muncul.



Gambar 4.2 Pencarian koordinat latitude dan longitude melalui Google Maps

Tabel 4.3  
Koordinat Dinas PUPR

	Koordinat
Lokasi PUPR saat ini	-8.200154, 111.084007

Tabel 4.4  
Koordinat Desa Kabupaten Pacitan

No.	Desa	Koordinat
1	Petungsinarang, Bandar	-8.064902, 111.230828
2	Ngunut, Bandar	-8.023146, 111.242773
3	Bandar, Bandar	-7.991050, 111.266617
4	Kledung, Bandar	-8.020595, 111.290477
5	Tumpuk, Bandar	-7.969245, 111.290464
6	Watupatok, Bandar	-7.957712, 111.314285
7	Bangunsari, Bandar	-7.957531, 111.269601
8	Jeruk, Bandar	-7.961435, 111.242876
9	Gondang, Nawangan	-8.036630, 111.183153
10	Mujing, Nawangan	-8.025067, 111.207002
11	Sempu, Nawangan	-7.993614, 111.218915
12	Nawangan, Nawangan	-7.990720, 111.177227
13	Tokawi, Nawangan	-7.987127, 111.147386
14	Jetislor, Nawangan	-7.985216, 111.183174
15	Penggung, Nawangan	-7.945430, 111.159302
16	Pakisbaru, Nawangan	-7.956803, 111.18615
17	Ngromo, Nawangan	-7.953143, 111.206982
18	Sidomulyo, Ngadirojo	-8.237331, 111.278539
19	Hadiwarno, Ngadirojo	-8.253517, 111.311287
20	Tanjungpuro, Ngadirojo	-8.227279, 111.317254
21	Hadiluwih, Ngadirojo	-8.237199, 111.303882
22	Pagerejo, Ngadirojo	-8.215378, 111.302425
23	Wiyoro, Ngadirojo	-8.221578, 111.329226
24	Ngadirojo, Ngadirojo	-8.212529, 111.330754
25	Bogoharjo, Ngadirojo	-8.199944, 111.347119
26	Cokrokembang, Ngadirojo	-8.201348, 111.323252
27	Bodag, Ngadirojo	-8.192011, 111.305378
28	Tanjunglor, Ngadirojo	-8.175962, 111.317260
29	Nogosari, Ngadirojo	-8.174592, 111.341120



No.	Desa	Koordinat
30	Cangkring, Ngadirojo	-8.191579, 111.336696
31	Wonodadi Kulon, Ngadirojo	-8.171584, 111.362175
32	Wonodadi Wetan, Ngadirojo	-8.189200, 111.359013
33	Wonokarto, Ngadirojo	-8.148603, 111.359013
34	Wonosobo, Ngadirojo	-8.157841, 111.364967
35	Wonoasri, Ngadirojo	-8.136965, 111.370965
36	Sidoharjo, Pacitan	-8.209592, 111.078819
37	Ploso, Pacitan	-8.213406, 111.102631
38	Kembang, Pacitan	-8.228283, 111.114571
39	Sukoharjo, Pacitan	-8.218360, 111.131057
40	Kayen, Pacitan	-8.206340, 111.138440
41	Sirnoboyo, Pacitan	-8.207644, 111.114601
42	Arjowinangun, Pacitan	-8.200947, 111.119069
43	Baleharjo, Pacitan	-8.199189, 111.104165
44	Bangunsari, Pacitan	-8.193803, 111.084793
45	Sedeng, Pacitan	-8.178879, 111.072929
46	Sumberharjo, Pacitan	-8.184242, 111.089173
47	Pucangsewu, Pacitan	-8.184032, 111.098180
48	Pacitan, Pacitan	-8.179632, 111.105646
49	Tanjungsari, Pacitan	-8.191109, 111.110113
50	Menadi, Pacitan	-8.169179, 111.133993
51	Mentoro, Pacitan	-8.197718, 111.130983
52	Purworejo, Pacitan	-8.151273, 111.119086
53	Nanggungan, Pacitan	-8.185507, 111.119086
54	Widoro, Pacitan	-8.177792, 111.119063
55	Semanten, Pacitan	-8.166088, 111.120566
56	Banjarsari, Pacitan	-8.161807, 111.127999
57	Bolosingo, Pacitan	-8.150615, 111.120565
58	Sambong, Pacitan	-8.157404, 111.090766
59	Ponggok, Pacitan	-8.151273, 111.108645
60	Tambakrejo, Pacitan	-8.144692, 111.132387
61	Bomo, Punung	-8.171769, 110.968538
62	Sooka, Punung	-8.158802, 111.016237
63	Punung, Punung	-8.135494, 111.019210
64	Mendolo Kidul, Punung	-8.129477, 111.037087
65	Mendolo Lor, Punung	-8.106040, 111.040085
66	Kendal, Punung	-8.141618, 111.001329
67	Piton, Punung	-8.160134, 110.992400
68	Wareng, Punung	-8.126792, 110.989410
69	Mantren, Punung	-8.110346, 111.007297
70	Ploso, Punung	-8.084805, 111.052004
71	Gondosari, Punung	-8.093863, 111.075852
72	Tinatar, Punung	-8.071316, 111.111613
73	Kebonsari, Punung	-8.052650, 111.075854
74	Widoro, Donorojo	-8.192844, 110.911924
75	Sawah, Donorojo	-8.177041, 110.917870
76	Kalak, Donorojo	-8.215015, 110.932821
77	Sendang, Donorojo	-8.196069, 110.947683
78	Klepu, Donorojo	-8.152963, 110.932816
79	Gedompol, Donorojo	-8.133053, 110.920860
80	Cemeng, Donorojo	-8.111718, 110.932795
81	Gendaran, Donorojo	-8.102628, 110.959569

No.	Desa	Koordinat
82	Sukodono, Donorojo	-8.117768, 110.965564
83	Sekar, Donorojo	-8.132913, 110.971530
84	Donorojo, Donorojo	-8.087432, 111.004300
85	Belah, Donorojo	-8.078560, 110.968741
86	Watu Karung, Pringkuku	-8.222672, 110.980463
87	Dersono, Pringkuku	-8.202672, 110.968542
88	Sugihwaras, Pringkuku	-8.188334, 110.995373
89	Jlubang, Pringkuku	-8.213807, 111.001334
90	Candi, Pringkuku	-8.231051, 111.016236
91	Poko, Pringkuku	-8.240083, 111.040085
92	Dadapan, Pringkuku	-8.238770, 111.063929
93	Pringkuku, Pringkuku	-8.188491, 111.040082
94	Sobo, Pringkuku	-8.176739, 111.019222
95	Ngadirejan, Pringkuku	-8.174793, 111.054982
96	Glinggangan, Pringkuku	-8.155615, 111.075836
97	Pelem, Pringkuku	-8.125355, 111.063907
98	Tamanasri, Pringkuku	-8.124028, 111.087791
99	Plumbungan, Kebonagung	-8.246425, 111.111622
100	Karangnongko, Kebonagung	-8.242740, 111.132482
101	Kalipelus, Kebonagung	-8.262739, 111.144388
102	Katipugal, Kebonagung	-8.254190, 111.159327
103	Klesem, Kebonagung	-8.261161, 111.174226
104	Sidomulyo, Kebonagung	-8.252178, 111.195069
105	Worawari, Kebonagung	-8.250891, 111.218935
106	Mantren, Kebonagung	-8.228853, 111.198051
107	Gawang, Kebonagung	-8.222583, 111.171261
108	Karanganyar, Kebonagung	-8.236297, 111.156318
109	Kebonagung, Kebonagung	-8.222023, 111.157842
110	Purwoasri, Kebonagung	-8.216303, 111.144408
111	Banjarjo, Kebonagung	-8.211560, 111.160801
112	Gembuk, Kebonagung	-8.210290, 111.206996
113	Sanggrahan, Kebonagung	-8.190198, 111.195017
114	Punjung, Kebonagung	-8.199545, 111.168249
115	Wonogondo, Kebonagung	-8.189905, 111.156322
116	Ketepung, Kebonagung	-8.171706, 111.159295
117	Ketro, Kebonagung	-8.169768, 111.195082
118	Mlati, Arjosari	-8.112500, 111.111689
119	Sedayu, Arjosari	-8.103983, 111.126530
120	Tremas, Arjosari	-8.118481, 111.144395
121	Arjosari, Arjosari	-8.121899, 111.151874
122	Gunungsari, Arjosari	-8.139040, 111.144410
123	Pagutan, Arjosari	-8.138408, 111.156324
124	Gembong, Arjosari	-8.142528, 111.174198
125	Borang, Arjosari	-8.129191, 111.183131
126	Gegeran, Arjosari	-8.111336, 111.180217
127	Kedungbendo, Arjosari	-8.107980, 111.195107
128	Mangunharjo, Arjosari	-8.094304, 111.209985
129	JetisKidul, Arjosari	-8.081448, 111.187581
130	Temon, Arjosari	-8.078376, 111.171223
131	Jatimalang, Arjosari	-8.107490, 111.156350
132	Gayuhan, Arjosari	-8.097748, 111.144476
133	Karangrejo, Arjosari	-8.080348, 111.135402

No.	Desa	Koordinat
134	Karanggede, Arjosari	-8.048875, 111.147329
135	Kebondalem, Tegalombo	-8.093150, 111.227179
136	Gedangan, Tegalombo	-8.097512, 111.245741
137	Ngreco, Tegalombo	-8.083520, 111.266610
138	Kasih, Tegalombo	-8.102772, 111.290505
139	Pucangombo, Tegalombo	-8.080284, 111.326212
140	Gemaharjo, Tegalombo	-8.048843, 111.338113
141	Ploso, Tegalombo	-8.039850, 111.314323
142	Tegalombo, Tegalombo	-8.061031, 111.302391
143	Kemuning, Tegalombo	-8.052712, 111.266639
144	Tahunan, Tegalombo	-7.987216, 111.338161
145	Tahunan Baru, Tegalombo	-8.015599, 111.335176
146	Jetak, Tulakan	-8.241686, 111.245737
147	Nglaran, Tulakan	-8.219305, 111.230844
148	Wonoanti, Tulakan	-8.189053, 111.218918
149	Padi, Tulakan	-8.207051, 111.266613
150	Kluwih, Tulakan	-8.192680, 111.29345
151	Bungur, Tulakan	-8.172757, 111.281529
152	Tulakan, Tulakan	-8.179199, 111.257637
153	Jatigunung, Tulakan	-8.166911, 111.242762
154	Kalikuning, Tulakan	-8.137539, 111.218934
155	Gasang, Tulakan	-8.146562, 111.242762
156	Ngile, Tulakan	-8.125317, 111.254690
157	Bubakan, Tulakan	-8.137050, 111.275564
158	Losari, Tulakan	-8.143993, 111.290347
159	Ngumbul, Tulakan	-8.161142, 111.305376
160	Wonosidi, Tulakan	-8.141997, 111.326234
161	Ketro, Tulakan	-8.110495, 111.338158
162	Pager Kidul, Sudimoro	-8.244138, 111.338168
163	Pager Lor, Sudimoro	-8.222967, 111.350122
164	Sukorejo, Sudimoro	-8.242173, 111.373785
165	Sudimoro, Sudimoro	-8.212494, 111.400795
166	Ketanggung, Sudimoro	-8.190147, 111.385860
167	Klepu, Sudimoro	-8.178574, 111.409707
168	Sembowo, Sudimoro	-8.171991, 111.388833
169	Karang Mulyo, Sudimoro	-8.203185, 111.382842
170	Gunung Rejo, Sudimoro	-8.221834, 111.373940
171	Sumber Rejo, Sudimoro	-8.262166, 111.385827

#### 4.3.2 Formulasi Model *P-Center*

Formulasi matematis yang digunakan dalam penelitian ini merujuk pada referensi model yang dikemukakan oleh Biazaran & Nezhad (2009). Formulasi model matematis harus ditentukan terlebih dahulu sebelum diolah menggunakan algoritma evolusi, Tujuan formulasi model referensi adalah meminimumkan jarak maksimal dinama semua lokasi fasilitas kandidat bebas dalam penempatannya. Perbedaan dengan penelitian ini adalah terdapat lokasi fasilitas kandidat yang sudah ditentukan di awal, kemudian mencari kebutuhan 3 lokasi yang lain. Formulasi yang digunakan pada fungsi tujuan dan fungsi

kendala sama dengan rumus (2-1) hingga (2-7) yang dikemukakan oleh Biazaran & Nezhad (2009). Berikut merupakan *input* model, *decision variable*, fungsi tujuan dan kendala pada penelitian ini.

### 1. *Input* Model

Berikut merupakan *input* yang digunakan dalam penelitian ini.

#### a. Panjang jalur

$d_{ij}$  = Jarak aktual yang ada pada Google Maps

*Input* ini menunjukkan bahwa panjang antara titik permintaan  $i$  ke kandidat fasilitas  $j$  merupakan jarak aktual.

#### b. Jumlah fasilitas

$p = 4$

*Input* ini menunjukkan bahwa hanya terdapat 4 fasilitas yang akan ditempatkan.

### 2. *Decision Variable*

Nilai dari *decision variable* ini mempengaruhi hasil yang ingin dicapai. Dalam penelitian ini variabel keputusan bernilai biner (0 atau 1). Berikut merupakan *decision variable* yang digunakan dalam penelitian ini.

#### a. Fasilitas ditempatkan pada kandidat fasilitas

$$X_j = \begin{cases} 1, & \text{Jika fasilitas ditempatkan pada kandidat fasilitas } j \\ 0, & \text{Jika tidak} \end{cases}$$

*Decision variable* ini menjelaskan mengenai lokasi fasilitas yang ditempatkan pada kandidat fasilitas.

#### b. Penugasan permintaan ke kandidat fasilitas

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{Jika permintaan } i \text{ ditugaskan ke kandidat fasilitas } j \\ 0, & \text{Jika tidak} \end{cases}$$

*Decision variable* ini menjelaskan mengenai penugasan permintaan  $i$  ke kandidat fasilitas  $j$ .

Kandidat fasilitas yang dimaksud pada poin (a) dan (b) merupakan desa yang ada pada 5 kecamatan, hal ini sesuai dengan Tabel 4.1, yaitu hasil wawancara bersama pihak PPID Dinas PUPR.

### 3. Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan dari penelitian ini adalah untuk meminimalkan jarak maksimal. Jarak yang diperoleh merupakan *actual distance* dari permintaan ke lokasi kandidat terdekatnya. Secara matematis fungsi tujuannya adalah  $\text{Min } z$ .

#### 4. Fungsi Kendala

Fungsi kendala merupakan batasan yang harus dipenuhi. Fungsi kendala dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Semua permintaan  $i$  harus ditugaskan ke fasilitas  $j$

$$\sum Y_{ij} = 1 \quad \forall i$$

Kendala ini menjelaskan bahwa titik permintaan (desa)  $i$  harus di tugaskan ke fasilitas  $j$ .

- b. Jumlah fasilitas yang ditempatkan

$$\sum X_j = 4$$

Kendala ini menjelaskan bahwa jumlah fasilitas yang akan ditempatkan berjumlah 4, yang terdiri dari 1 lokasi sudah di tentukan sedangkan 3 lainnya belum ditentukan.

- c. Penugasan dilakukan untuk pembukaan fasilitas

$$Y_{ij} \leq X_j \quad \forall i, j$$

Kendala ini digunakan untuk memastikan penugasan hanya digunakan untuk membuka fasilitas.

- d. Jarak lokasi

$$z \geq \sum_j d_{ij} Y_{ij} \quad \forall i$$

Kendala ini digunakan untuk memastikan bahwa nilai  $z$  pada fungsi objektif merupakan jarak antara permintaan dan fasilitas yang ditugaskan.

- e. Kendala Integralitas

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

Kendala ini digunakan untuk memutuskan di lokasi mana fasilitas  $j$  ditempatkan, menggunakan bilangan biner 0 atau 1.

$$2) \quad Y \in \{0,1\} \quad \forall i, j$$

Kendala ini digunakan untuk memutuskan penugasan  $i$  ke fasilitas  $j$ , menggunakan bilangan biner 0 atau 1.

#### 4.3.3 Penyelesaian Model *P-Center* dengan *Evolutionary Algorithm*

Pada tahap penyelesaian model dengan *evolutionary algorithm*, akan dijelaskan mengenai *input* sistem, representasi solusi, parameter algoritma evolusi, dan fungsi *fitness*.

### 1. *Input* Sistem

*Input* yang dibutuhkan oleh algoritma adalah lokasi Dinas PUPR, lokasi permintaan, lokasi kandidat dan koordinat masing-masing lokasi. Lokasi Dinas PUPR serta koordinatnya dapat dilihat pada Tabel 4.3, sedangkan lokasi permintaan serta koordinatnya dapat dilihat pada Tabel 4.4. Dalam *input* juga dibutuhkan lokasi kandidat, menurut Tabel 4.4 terdapat 73 kandidat lokasi yang terletak pada 5 kecamatan yang dinilai bisa dibangun fasilitas.

### 2. Representasi Solusi

Solusi dari permasalahan ini adalah pemilihan lokasi kandidat sedemikian hingga:

- a. Terdapat 1 lokasi kandidat yang tidak boleh berubah
- b. Pemilihan lokasi meminimkan jarak maksimal dari semua permintaan

Satu kemungkinan solusi didefinisikan sebagai suatu barisan kromosom dengan alela pertama tidak boleh berubah sedangkan 3 lainnya dapat berubah. Barisan kromosom atau solusi didefinisikan sebagai berikut.

$$[X_1 \quad X_j \quad X_j \quad X_j]$$

Barisan kromosom hanya diambil nomor lokasi dan diimplementasikan sebagai barisan integer positif, sebagai contoh:

$$[1 \quad 3 \quad 10 \quad 19] \quad \text{atau} \quad [1 \quad 11 \quad 70 \quad 8]$$

Jarak maksimal jarak diperoleh menggunakan formula:

$$z = \max(\sum_j d_{ij} Y_{ij}) \forall i$$

Dengan:

$$z \quad = \text{jarak maksimal}$$

$$d_{ij} Y_{ij} \quad = \text{jarak terpendek antara titik permintaan } i \text{ ke fasilitas } j, \text{ diperoleh melalui pencarian jarak aktual di Google Maps}$$

### 3. Penetapan Parameter

Parameter-parameter yang digunakan adalah:

#### a. Jumlah Populasi

Jumlah populasi didefinisikan sebagai sejumlah kromosom yang merepresentasikan solusi yang diinginkan. Karena terdapat 73 lokasi kandidat yang ditempatkan ke 3 alela sebagai solusi, maka jumlah populasi dapat diperoleh melalui:

$$\begin{aligned} C_3^{73} &= \frac{73!}{(73-3)!3!} \\ &= 62.196 \text{ populasi} \end{aligned}$$

## b. Peluang mutasi

Prinsip peluang mutasi yang digunakan adalah *creep mutation*. Prinsip ini digunakan untuk atribut ordinal, menemukan pengaturan yang sesuai untuk parameter ini mungkin tidak mudah, dan kadang-kadang menggunakan lebih dari satu operator mutasi secara bersamaan dari masalah berbasis bilangan bulat (Eiben & Smith, 2015). Peluang mutasi mempengaruhi tingkat pencarian variabel keputusan. Semakin besar nilai peluang mutasi akan menghasilkan pencarian yang acak. Peluang mutasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,075; 0,25; 0,5; dan 0,75 untuk mengetahui perbedaan jika menggunakan peluang mutasi kecil dan besar.

Berikut akan dicontohkan perbedaan jika menggunakan peluang mutasi yang kecil dan besar dengan inisialisasi kromosom awal yang sama, yaitu [1 2 3 4].

## 1) Peluang mutasi 0,25

Artinya bahwa diharapkan ada 25% dari total alela yang mengalami mutasi.

$$\text{Jumlah mutasi} = 0,25 \times 4$$

$$= 1 \text{ alela}$$

Jadi jumlah yang mengalami mutasi adalah 1 alela pada kromosom. Setelah itu akan dibangkitkan bilangan acak untuk menentukan posisi alela yang mengalami mutasi tanpa mengubah posisi alela pertama yang merupakan batasan (misal posisi terpilih adalah 4). Maka nilai alela pada posisi keempat tersebut akan diganti dengan bilangan acak bernilai 2 hingga 74 (misal terpilih 33), sehingga perubahan kromosom yang terjadi adalah:

$$\text{Kromosom inisialisasi} = [1 \ 2 \ 3 \ 4]$$

$$\text{Kromosom setelah mutasi ke-1} = [1 \ 2 \ 3 \ 33]$$

## 2) Peluang mutasi 0,75

Artinya bahwa diharapkan ada 75% dari total alela yang mengalami mutasi.

$$\text{Jumlah mutasi} = 0,75 \times 4$$

$$= 3 \text{ alela}$$

Jadi jumlah yang mengalami mutasi adalah 3 alela pada kromosom. Setelah itu, nilai ketiga alela tersebut akan diganti dengan bilangan acak bernilai 2 hingga 74 (misal terpilih 8, 34, dan 55) sehingga perubahan kromosom yang terjadi adalah:

$$\text{Kromosom inisialisasi} = [1 \ 2 \ 3 \ 4]$$

$$\text{Kromosom setelah mutasi ke-1} = [1 \ 8 \ 34 \ 55]$$

c. Kondisi terminasi

Kondisi terminasi digunakan agar tidak terjadi *looping* pada lokal optimum. Kondisi terminasi yang digunakan adalah 30 detik tidak ada peningkatan fungsi *fitness*, maka algoritma akan berakhir.

4. Fungsi *Fitness*

Semakin besar nilai *fitness* maka individu akan lebih baik. Fungsi *fitness* untuk barisan kromosom ditetapkan sebagai berikut.

$$F(z) = \frac{1}{z} \quad (4-1)$$

Setelah proses mutasi, maka telah menyelesaikan satu generasi, atau dalam algoritma evolusi generasi merupakan iterasi. Fungsi *fitness* setelah satu generasi akan ditunjukkan pada Tabel 1.5.

Tabel 4.5

Fungsi Fitness Setelah Satu Generasi

<i>Mutation Rate</i>	Kromosom	Fungsi Objektif	Fungsi Fitness
(Inisialisasi)	[1 2 3 4]	66,09 km	0,015
0,25	[1 2 3 33]	32,55 km	0,030
0,75	[1 8 34 55]	39,87 km	0,025

Kromosom-kromosom tersebut akan mengalami proses yang sama, hingga menghasilkan kromosom pada generasi selanjutnya. Proses akan berlanjut hingga kondisi terminasi terpenuhi.

#### 4.3.4 Aplikasi Algoritma Evolusi

Aplikasi algoritma evolusi diselesaikan dengan bantuan Microsoft Excel. Pertama kali yang dilakukan adalah membuat *from to chart*, matriks jarak dari lokasi terpilih, penugasan desa ke fasilitas dan penentuan fungsi objektif, variabel keputusan serta fungsi kendala. *Decision variable* terletak pada *cell* GJ13, GK13, GL13 dan GM13, sedangkan Fungsi objektif terletak pada *cell* GK9. Ketika lokasi pada variabel keputusan dipilih, maka akan secara otomatis akan menampilkan jarak maksimal pada fungsi objektif. Kemudian langkah selanjutnya adalah penyelesaian menggunakan algoritma evolusi pada Solver. Berikut merupakan langkah penyelesaian *P-Center* menggunakan Microsoft Excel.

1. *From to chart*

Tabel pada Gambar 4.3 merupakan *input* jarak antar lokasi pada algoritma evolusi. Jarak yang digunakan merupakan *actual distance* yang diperoleh berdasarkan pencarian dari Google Maps dengan asumsi jarak yang simeteris. Secara lengkap, tabel *from to chart* dapat dilihat pada Lampiran 3.

	C	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	FQ	FR	FS	FT	FU	FV	FW	FX
3	Desa	F	T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	165	166	167	168	169	170	171	172
4	Bangunsari, Pacitan (Dinas PUPR)	1	0,00	29,15	39,41	42,41	46,38	48,84	50,76	47,99	47,70	29,38	53,95	63,98	49,33	66,48	48,85	59,81	58,88	55,41	
5	Petungsinarang, Bandar	2	29,15	0,00	11,22	14,22	19,73	20,66	22,57	19,81	19,51	11,37	57,92	67,96	43,32	70,46	42,84	63,79	62,86	59,39	
6	Ngunut, Bandar	3	39,41	11,22	0,00	5,87	7,79	12,30	14,22	11,45	11,70	19,13	54,70	64,74	40,09	67,23	39,62	60,56	59,63	56,16	
7	Bandar, Bandar	4	42,41	14,22	5,87	0,00	6,65	6,73	8,65	5,88	7,84	22,14	53,56	63,60	38,96	66,09	38,48	59,43	58,50	55,02	
8	Kledung, Bandar	5	46,38	19,73	7,79	6,65	0,00	9,90	11,82	11,97	13,34	27,65	51,65	61,69	37,05	64,18	36,57	57,52	56,59	53,11	
9	Tumpuk, Bandar	6	48,84	20,66	12,30	6,73	9,90	0,00	4,34	3,59	12,79	27,10	58,90	68,94	44,29	71,43	41,54	64,76	63,83	60,36	
10	Watupatok, Bandar	7	50,76	22,57	14,22	8,65	11,82	4,34	0,00	7,93	14,71	31,44	60,81	70,85	46,45	73,11	41,58	66,68	65,75	62,27	
11	Bangunsari, Bandar	8	47,99	19,81	11,45	5,88	11,97	3,59	7,93	0,00	11,00	24,60	59,14	69,18	44,54	71,67	44,06	65,01	64,08	60,60	
12	Jeruk, Bandar	9	47,70	19,51	11,70	7,84	13,34	12,79	14,71	11,00	0,00	20,62	60,25	70,29	45,65	72,78	45,17	66,12	65,19	61,71	
13	Gondang, Nawangan	10	29,38	11,37	19,13	22,14	27,65	27,10	31,44	24,60	20,62	0,00	74,02	84,06	69,40	86,55	68,92	79,89	78,96	75,48	
168	Sukorejo, Sudimoro	165	53,95	57,92	54,70	53,56	51,65	58,90	60,81	59,14	60,25	74,02	0,00	7,73	8,73	14,14	26,39	7,47	2,63	3,28	
169	Sudimoro, Sudimoro	166	63,98	67,96	64,74	63,60	61,69	68,94	70,85	69,18	70,29	84,06	7,73	0,00	5,13	6,36	10,09	7,66	5,11	10,48	
170	Ketanggung, Sudimoro	167	49,33	43,32	40,09	38,96	37,05	44,29	46,45	44,54	45,65	69,40	8,73	5,13	0,00	6,03	5,09	3,15	6,10	11,47	
171	Klepu, Sudimoro	168	66,48	70,46	67,23	66,09	64,18	71,43	73,11	71,67	72,78	86,55	14,14	6,36	6,03	0,00	10,99	8,56	11,51	16,88	
172	Sembowo, Sudimoro	169	48,85	42,84	39,62	38,48	36,57	41,54	41,58	44,06	45,17	68,92	26,39	10,09	5,09	10,99	0,00	8,11	11,06	27,86	
173	Karang Mulyo, Sudimoro	170	59,81	63,79	60,56	59,43	57,52	64,76	66,68	65,01	66,12	79,89	7,47	7,66	3,15	8,56	8,11	0,00	4,85	10,22	
174	Gumung Rejo, Sudimoro	171	58,88	62,86	59,63	58,50	56,59	63,83	65,75	64,08	65,19	78,96	2,63	5,11	6,10	11,51	11,06	4,85	0,00	5,37	
175	Sumber Rejo, Sudimoro	172	55,41	59,39	56,16	55,02	53,11	60,36	62,27	60,60	61,71	75,48	3,28	10,48	11,47	16,88	27,86	10,22	5,37	0,00	

Gambar 4.3 Tabel from to chart

## 2. Matriks jarak dari lokasi fasilitas terpilih ke masing-masing desa

Tabel pada Gambar 4.4 merupakan matriks jarak dalam satuan kilometer antar lokasi pada algoritma evolusi. Formulasi yang terdapat pada matriks lokasi terpilih adalah:

- $GA4 = \text{VLOOKUP}(\$H4; \$H\$3:\$FX\$175; GA\$2+1)$
- $GB4 = \text{VLOOKUP}(\$H4; \$H\$3:\$FX\$175; GB\$2+1)$
- $GC4 = \text{VLOOKUP}(\$H4; \$H\$3:\$FX\$175; GC\$2+1)$
- $GD4 = \text{VLOOKUP}(\$H4; \$H\$3:\$FX\$175; GD\$2+1)$

Formulasi ini digunakan untuk melihat jarak jika ID lokasi fasilitas terpilih. \$H4 merupakan ID lokasi referensi, \$H\$3:\$FX\$175 merupakan tabel *from to chat*, dan GA\$2+1 merupakan penempatan nilai jarak. Contoh: jika ID lokasi adalah 1 (Dinas PUPR) maka dapat dilihat jarak ke ID lokasi 66 (lokasi fasilitas kandidat Desa Mendolo Lor, Punung) adalah 17.728 km.

	H	FZ	GA	GB	GC	GD
1	#Fasilitas		1	2	3	4
2	Lokasi		1	66	12	23
3	F	T	Bangunsari, Pacitan (Dinas PUPR ) Mendolo Lor, Punu Sempu, Nawang Pagerejo, Ngadirojo			
4	1	Bangunsari, Pacitan (Dinas PUPR )	0	17,728	40,264	42,729
5	2	Petungsinarang, Bandar	29,15	31,491	12,076	46,708
6	3	Ngunut, Bandar	39,408	41,749	7,084	43,48
7	4	Bandar, Bandar	42,411	44,752	10,087	42,343
8	5	Kledung, Bandar	46,381	48,722	15,596	40,436
9	6	Tumpuk, Bandar	48,843	51,184	16,519	47,68
10	7	Watupatok, Bandar	50,757	53,098	18,433	49,593
11	8	Bangunsari, Bandar	47,994	50,335	15,67	47,925
12	9	Jeruk, Bandar	47,696	50,038	14,24	49,033
13	10	Gondang, Nawangan	29,375	31,715	12,441	62,807
14	11	Mujing, Nawangan	36,548	38,887	5,308	62,176
15	12	Sempu, Nawangan	40,264	42,605	0	57,822
16	13	Nawangan, Nawangan	38,92	41,683	8,352	72,775
17	14	Tokawi, Nawangan	37,689	32,501	15,402	71,121

Gambar 4.4 Tabel matriks jarak dari masing-masing desa ke lokasi terpilih

## 3. Penugasan desa ke fasilitas terpilih

Tabel pada Gambar 4.5 merupakan penugasan dari desa i ke fasilitas j. Penugasan dipilih berdasarkan jarak terpendek dari masing-masing fasilitas. Pada tabel penugasan ini terdapat formula:

a.  $GF4 = \text{MIN}(GA4:GD4)$

Formula ini digunakan untuk mencari penugasan permintaan ke fasilitas. Penugasan dipilih berdasarkan jarak terpendek dari beberapa pilihan lokasi fasilitas pada Gambar 4.4.

b.  $GG4 = \text{HLOOKUP}(\text{MATCH}(GF4;GA4:GD4;0);\$GA\$1:\$GDS\$3;2)$

Formulasi ini digunakan untuk mengetahui ID fasilitas yang terpilih pada masing-masing desa.

	GE	GF	GG
3	Namd Desa	jarak minimal	fasilitas
4	Bangunsari, Pacitan (Dinas PUPR )	0	1
5	Petungsinarang, Bandar	12,076	12
6	Ngunut, Bandar	7,084	12
7	Bandar, Bandar	10,087	12
8	Kledung, Bandar	15,596	12
9	Tumpuk, Bandar	16,519	12
10	Watupatok, Bandar	18,433	12
11	Bangunsari, Bandar	15,67	12
12	Jeruk, Bandar	14,24	12
13	Gondang, Nawangan	12,441	12
14	Mujing, Nawangan	5,308	12
15	Sempu, Nawangan	0	12
16	Nawangan, Nawangan	8,352	12
17	Tokawi, Nawangan	15,402	12

Gambar 4.5 Penugasan desa ke fasilitas terpilih

#### 4. Fungsi Objektif

Fungsi objektif dari permasalahan ini sesuai dengan *P-Center*, yaitu meminimalkan jarak maksimal dari masing-masing desa ke fasilitas yang ditugaskan. Fungsi objektif dapat dilihat pada Gambar 4.6. Formulasi yang digunakan adalah  $GK9 = \text{MAX}(GF4:GF175)$ , Formula ini digunakan untuk mencari jarak yang paling besar dari jarak terpendek antara fasilitas terpilih dan desa yang terdapat pada Gambar 4.5.

	GJ	GK	GL	GM
7				
8	<b>Fungsi Objektif</b>			
9	<b>Max Jarak</b>	28,265		
10				
11				
12	<b>Variabel Keputusan</b>			
13	1	12	63	25
14	Bangunsari, Pacitan (Dinas PUPR )	Sempu, Nawangan	Sooka, Punung	Ngadirojo, Ngadirojo
15				
16	<b>Fungsi Kendala</b>			
17	<b>min value</b>		2	
18	<b>max value</b>		74	
19	<b>Jumlah fasilitas</b>		4	

Gambar 4.6 Fungsi objektif, variabel keputusan dan fungsi kendala

#### 5. Variabel Keputusan

Variabel keputusan ini digunakan untuk mengetahui di lokasi mana fasilitas akan ditempatkan. Variabel keputusan sesuai dengan kandidat lokasi, yaitu jumlah desa yang

terdapat pada 5 kecamatan. Variabel keputusan ini akan diselesaikan menggunakan algoritma evolusi dan dapat dilihat pada Gambar 4.6. Formula yang terdapat pada variabel keputusan ini adalah  $GJ14 = VLOOKUP(GJ13; \$B\$3: \$F\$175; 2; )$ , Formula ini digunakan untuk menjelaskan nama desa dari fasilitas yang ditunjuk oleh variabel keputusan.

## 6. Fungsi Kendala

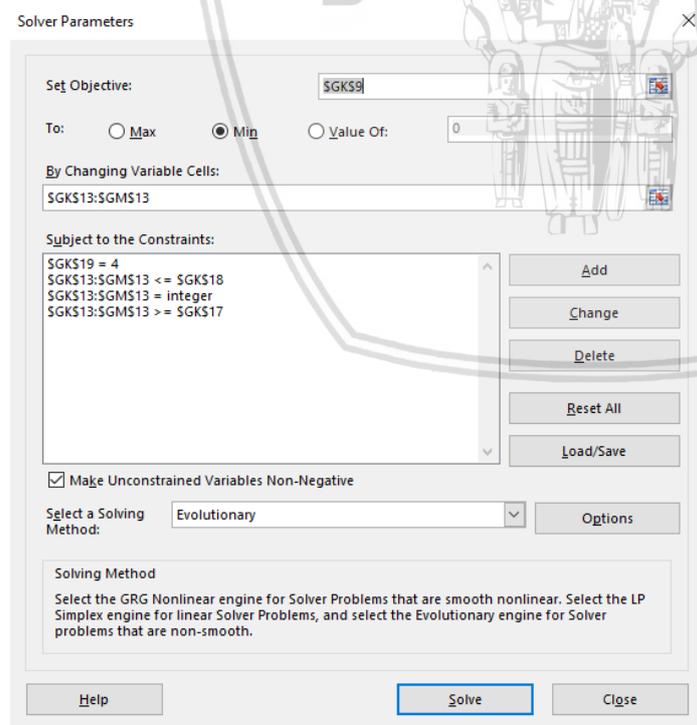
Fungsi kendala merupakan batasan yang harus dipenuhi agar solusi yang didapatkan sesuai dengan kondisi permasalahan. Fungsi kendala ini dapat dilihat pada Gambar 4.6.

Fungsi kendala pada penelitian ini adalah:

- Fasilitas yang ditempatkan harus berjumlah 4 di lokasi yang berbeda.
- Nilai dari variabel keputusan harus di antara 2 hingga 74.

## 7. Parameter Solver

Penyelesaian algoritma evolusi diselesaikan dengan bantuan Solver untuk mendapatkan lokasi penempatan fasilitas dengan mengubah variabel keputusan. Gambar 4.7 menunjukkan parameter Solver yang berisi fungsi objektif, variabel keputusan dan fungsi kendala, serta Gambar 4.8 menunjukkan parameter algoritma evolusi pada Solver.



Gambar 4.7 Parameter Solver

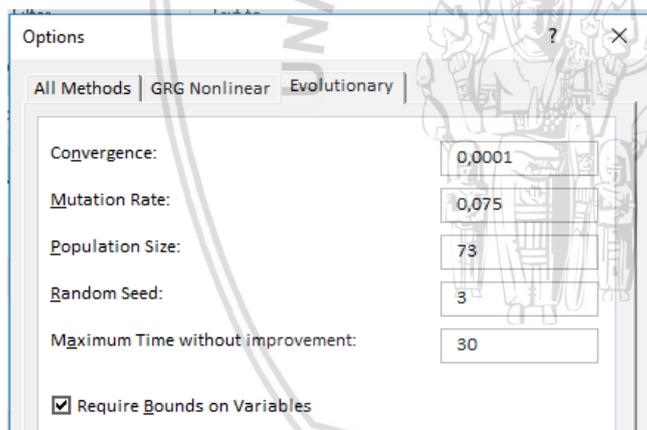
Berdasarkan Gambar 4.6, dapat dilihat bahwa metode penyelesaian menggunakan algoritma evolusi. Untuk meminimalkan jarak maksimal, variabel yang diganti adalah

lokasi penempatan fasilitas. Tabel 4.6 menjelaskan parameter yang digunakan Solver pada Gambar 4.6.

Tabel 4.6  
Parameter Solver

Parameter Solver		Keterangan
<i>Set Objective</i>	\$GK\$9	Jarak yang paling besar dari jarak terpendek antara fasilitas terpilih dan desa
<i>Equal to</i>	Min	Meminimalkan fungsi objektif
<i>By Changing Variable Cells</i>	\$GK\$13:\$GM\$13	3 Lokasi kandidat yang dapat digunakan sebagai penempatan fasilitas
<i>Subject to the Constrain</i>	\$GK\$19 = 4	Lokasi fasilitas harus terdiri dari 4 lokasi yang berbeda
	\$GK\$13:\$GM\$13 <= \$GK\$18	Nilai variabel keputusan kurang dari atau sama dengan 74
	\$GK\$13:\$GM\$13 = integer	Nilai variabel keputusan harus integer
	\$GK\$13:\$GM\$13 >= \$GK\$17	Nilai variabel keputusan lebih besar atau sama dengan 2

Parameter *evolutionary* pada Solver disesuaikan dengan parameter algoritma evolusi di antaranya terdapat *mutation rate*, *population size*, *random seed* dan *maximum time without improvement* serta *bounds on variable*.



Gambar 4.8 Parameter algoritma evolusi pada Solver

a. *Mutation Rate*

*Mutation rate* pada Solver sama dengan peluang mutasi pada algoritma evolusi, yaitu 0,075; 0,25; 0,5; dan 0,75.

b. *Population Size*

Prinsip *population size* Solver berbeda dengan algoritma evolusi, jika di algoritma evolusi merupakan sejumlah kromosom yang merepresentasikan solusi yang diinginkan berjumlah 62.192. *Population size* pada Solver merupakan banyak titik data yang beda. Karena lokasi kandidat berjumlah 73, maka *population size* pada Solver adalah 73.

c. *Random Seed*

*Random seed* merupakan jumlah generator nomor acak integer yang digunakan oleh metode *evolutionary* untuk menentukan berbagai pilihan acak. Karena menentukan 3 lokasi, maka nilai *random seed* adalah 3.

d. *Maximum Time Without Improvement*

*Maximum time without improvement* sama dengan kondisi terminasi pada algoritma evolusi. *Maximum time without improvement* merupakan kondisi terminasi untuk Solver agar tidak *looping* mencari solusi yang lebih baik. Kondisi terminasi yang digunakan adalah 30 detik tanpa perbaikan hasil.

e. *Check require Bounds on Variable*

Merupakan batas yang digunakan variabel keputusan, hal ini perlu diberi tanda *karena* terdapat fungsi kendala  $2 \leq X_j$  (lokasi kandidat)  $\leq 74$ .

#### 4.3.5 Hasil Algoritma Evolusi

Hasil algoritma evolusi dibedakan berdasar peluang mutasi. Terdapat 4 peluang mutasi yang berbeda. Keempat peluang tersebut memberikan hasil fungsi objektif yang sama, yaitu jarak maksimal antara fasilitas dan permintaan adalah 28,265 km. Inisialisasi solusi awal ditetapkan adalah sama untuk masing-masing peluang mutasi. Inisialisasi solusi awal dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan hasil algoritma evolusi dengan parameter *mutation rate* yang berbeda hingga menghasilkan fungsi objektif terbaik yaitu 28,265 km dapat dilihat pada Tabel 4.8 hingga Tabel 4.11.

Tabel 4.7

Inisialisasi Solusi Awal

ID Lokasi	Desa	Jarak Maksimal
1	Bangunsari, Pacitan (PUPR)	66,09 km (Bandar, Bandar – Klepu, Sudimoro)
2	Petungsinarang, Bandar	
3	Ngunut, Bandar	
4	Bandar, Bandar	

Tabel 4.8

Hasil Algoritma Evolusi (*Mutation Rate* 0,075)

Iterasi 1		Jarak Maksimal
ID Lokasi	Desa	
1	Bangunsari, Pacitan (PUPR)	28,265 km
64	Punung, Punung	
12	Sempu, Nawangan	
25	Ngadirojo, Ngadirojo	

Tabel 4.9  
Hasil Algoritma Evolusi (*Mutation Rate* 0,25)

Iterasi 1		Jarak Maksimal
ID Lokasi	Desa	
1	Bangunsari, Pacitan (PUPR)	28,265 km
65	Mendolo Kidul, Punung	
12	Sempu, Nawangan	
25	Ngadirojo, Ngadirojo	

Tabel 4.10  
Hasil Algoritma Evolusi (*Mutation Rate* 0,5)

Iterasi 1		Jarak Maksimal
ID Lokasi	Desa	
1	Bangunsari, Pacitan (PUPR)	28,265 km
63	Sooka, Punung	
12	Sempu, Nawangan	
23	Pagerejo, Ngadirojo	

Tabel 4.11  
Hasil Algoritma Evolusi (*Mutation Rate* 0,75)

Iterasi 1		Jarak Maksimal
ID Lokasi	Desa	
1	Bangunsari, Pacitan (PUPR)	28,437 km
66	Mendolo Lor, Punung	
12	Sempu, Nawangan	
25	Ngadirojo, Ngadirojo	
Iterasi 2		Jarak Maksimal
ID Lokasi	Desa	
1	Bangunsari, Pacitan (PUPR)	28,265 km
66	Mendolo Lor, Punung	
12	Sempu, Nawangan	
25	Ngadirojo, Ngadirojo	

#### 4.4 Analisis dan Pembahasan

Pengolahan data yang dilakukan untuk memperoleh lokasi penempatan fasilitas yang bertujuan untuk meminimalkan jarak maksimal dalam penentuan UPT dari Dinas PUPR menggunakan metode metaheuristik dengan algoritma evolusi. Hal yang dilakukan pertama kali adalah membuat *from to chart* jarak aktual sebagai *input*. Jarak aktual dipilih karena medan di Pacitan yang lebih dominan perbukitan. Lokasi Dinas PUPR saat ini memiliki jarak terjauh ke Desa Klepu Kecamatan Sudimoro dengan jarak 66,48 km. Jika menggunakan pendekatan jarak *eucliden* maka akan menjadi 35,95 km sedangkan jika *rectilinear* 38,241. Oleh karena itu dalam penelitian ini menggunakan jarak aktual daripada pendekatan *eucliden* atau *rectilinear* supaya tidak menghasilkan bias. Langkah yang dilakukan selanjutnya adalah sesuai dengan algoritma evolusi. Parameter *mutation rate* yang digunakan adalah *creep mutation* dengan beberapa peluang yang berbeda, yaitu 0,075; 0,25;

0,5; dan 0,75. Fungsi objektif memiliki nilai yang sama, yaitu jarak terbesar yang dihasilkan dari penempatan 3 fasilitas UPT PUPR adalah 28.265 km, meskipun terdapat perbedaan pada kombinasi di variabel keputusan.

Pada analisis ini membahas mengenai hasil algoritma evolusi. Pembahasan mengenai hasil algoritma evolusi adalah verifikasi dan validasi model, serta pemilihan alternatif. Verifikasi model digunakan untuk memastikan model yang dibuat sudah sesuai dengan permasalahan Dinas PUPR. Validasi model digunakan untuk melihat perbandingan jarak maksimal yang didapatkan jika kebutuhan lokasi bertambah. Model dikatakan valid jika semakin banyak penempatan lokasi fasilitas baru, maka jarak maksimal yang dihasilkan akan lebih kecil. Selanjutnya juga membahas mengenai pemilihan lokasi dari beberapa alternatif yang didapatkan pada Subbab Pengolahan Data dengan cara melihat alokasi dan total jarak antar desa ke fasilitas baru.

Penerapan algoritma evolusi juga dibahas pada subbab ini. Penerapan algoritma evolusi ini membahas mengenai peluang mutasi dan kondisi terminasi pada algoritma evolusi. Peluang mutasi membahas mengenai perbedaan jika menggunakan nilai peluang kecil dan besar. Kemudian kondisi terminasi membahas mengenai lama waktu komputasi terhadap hasil pada fungsi objektif

#### 4.4.1 Hasil Algoritma Evolusi

Pada subbab ini akan dibahas mengenai verifikasi dan validasi model, serta pemilihan lokasi dari beberapa alternatif yang ada.

##### 1. Verifikasi Model

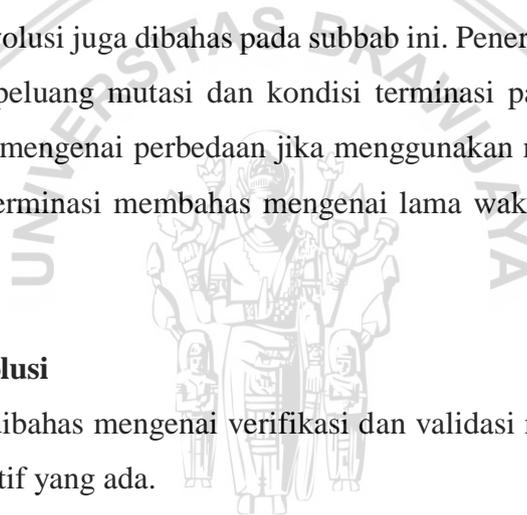
Verifikasi model digunakan untuk memastikan apakah model sudah mewakili *real word system*. Verifikasi model dilakukan dengan membandingkan model yang dibuat dengan kondisi yang sebenarnya terkait hasil wawancara, jarak antar lokasi, dan batasan pada permasalahan *P-Center*. Berikut akan diuraikan verifikasi model yang dibuat.

##### a. Jarak

*Input* jarak pada algoritma evolusi dengan memasukkan jarak yang diperoleh dari Google Maps. Jarak pada Google Maps ini dapat merepresentasikan *actual distance* daripada menggunakan pendekatan *rectilinear* atau *eucliden*.

##### b. Kebutuhan Fasilitas

Kebutuhan fasilitas untuk UPT PUPR baru adalah 3. Hal ini sesuai dengan wawancara yang dilakukan bersama pihak PPID. Dalam model terdapat 4 fasilitas yang terdiri dari Dinas PUPR saat ini dan 3 UTP PUPR baru. Dinas PUPR



dimasukkan dalam model untuk mengetahui penugasan desa ke fasilitas, jika yang hanya memasukkan sesuai dengan kebutuhan (3 fasilitas baru) maka penugasan pada fasilitas PUPR dianggap tidak ada.

c. Lokasi Kandidat

Menurut hasil wawancara, Lokasi kandidat berada pada 5 kecamatan yaitu Pacitan, Punung, Ngadirojo, Nawangan, dan Bandar. Menurut Peraturan Kepala Badan Pusat Statistik Nomor 66 tahun 2016, terdapat 73 desa pada 5 kecamatan tersebut. Maka lokasi kandidat adalah 73 desa. Pada algoritma evolusi juga dimasukkan lokasi kandidat sejumlah 73, hal ini sesuai dengan batasan variabel keputusan, yaitu ID lokasi yang dipilih adalah  $2 \leq X_j(\text{lokasi kandidat}) \leq 74$ .

2. Validasi Model

Pada bagian ini akan dibandingkan jarak maksimal jika hanya satu Dinas PUPR dan penambahan UPT. Model optimasi yang digunakan mengacu pada algoritma evolusi yang sudah dibuat pada Microsoft Excel. Penambahan fasilitas UPT dimulai dari 1 hingga 5, serta lokasi kandidat tetap pada desa yang terdapat di 5 kecamatan yang dinilai bisa dibangun fasilitas, hal ini mengacu pada hasil wawancara pada Tabel 4.1. *Mutation rate* yang digunakan adalah 0,075, karena lebih baik untuk menjaga mutasi tetap kecil dan berdasarkan hasil pada Subbab 4.3.5 tidak terdapat perbedaan hasil pada fungsi objektif. Model akan dikatakan valid jika dengan penambahan jumlah fasilitas, maka jarak maksimal yang dihasilkan menjadi lebih pendek.

a. Jarak Maksimal Dinas PUPR

Jarak maksimal Dinas PUPR dapat dilihat pada *from to chart* pada lampiran 3. Diketahui bahwa Dinas PUPR memiliki jarak maksimal ke Desa Klepu dengan jarak 66.476 km.

b. Jarak Maksimal Dinas PUPR dan Penambahan 1 UPT

Jarak maksimal Dinas PUPR dan penambahan 1 UPT diselesaikan dengan algoritma evolusi. Hasil komputasi menunjukkan jarak maksimal dengan penambahan 1 UPT adalah 47,89 km yaitu jarak antara Dinas PUPR ke Penggung, Nawangan. Variabel keputusan hasil komputasi dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12

Jarak Maksimal dengan Penambahan 1 UPT

ID lokasi	Desa	Jarak Maksimal
1	Bangunsari, Pacitan (PUPR)	47,89 km (Bangunsari, Pacitan – Penggung, Nawangan)
29	Tanjunglor, Ngadirojo	

## c. Jarak Maksimal Dinas PUPR dan Penambahan 2 UPT

Jarak maksimal Dinas PUPR dan penambahan 2 UPT diselesaikan dengan algoritma evolusi. Hasil komputasi menunjukkan jarak maksimal dengan penambahan 2 UPT adalah 30,959 km. Variabel keputusan hasil komputasi dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13

Jarak Maksimal dengan Penambahan 2 UPT

ID lokasi	Desa	Jarak Maksimal
1	Bangunsari, Pacitan (PUPR)	30,959 km (Bangunsari, Pacitan – Wirodo, Donorejo)
6	Tumpuk, Bandar	
24	Wiyoro, Ngadirojo	

## d. Jarak Maksimal Dinas PUPR dan Penambahan 3 UPT

Jarak maksimal Dinas PUPR dan Penambahan 3 UPT sudah dibahas pada subbab sebelumnya, didapatkan hasil 28,265 km. Hasil yang diperoleh merupakan jarak maksimal antara fasilitas Sempu, Nawangan dengan Gemaharjo, Tegalombo.

## e. Jarak Maksimal Dinas PUPR dan Penambahan 4 UPT

Jarak maksimal Dinas PUPR dan penambahan 4 UPT diselesaikan dengan algoritma evolusi. Hasil komputasi menunjukkan jarak maksimal dengan penambahan 4 UPT adalah 25,489 km. Variabel keputusan hasil komputasi dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14

Jarak Maksimal dengan Penambahan 4 UPT

ID lokasi	Desa	Jarak Maksimal
1	Bangunsari, Pacitan (PUPR)	25,489 km (Bangunsari, Pacitan – Wirodo, Donorejo)
35	Wonosobo, Ngadirojo	
19	Sidomulyo, Ngadirojo	
66	Mendolo Lor, Punung	
12	Sempu, Nawangan	

## f. Jarak Maksimal Dinas PUPR dan Penambahan 5 UPT

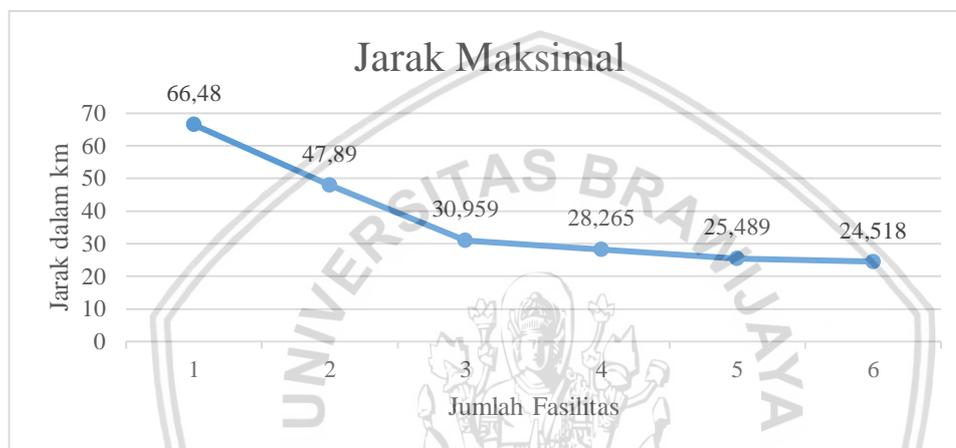
Tabel 4.15

Jarak Maksimal dengan Penambahan 5 UPT

ID lokasi	Desa	Jarak Maksimal
1	Bangunsari, Pacitan (PUPR)	24,518 km (Kledung, Bandar – Pucangombo, Tegalombo)
5	Kledung, Bandar	
63	Sooka, Punung	
43	Arjowinangun, Pacitan	
24	Wiyoro, Ngadirojo	
13	Nawangan, Nawangan	

Jarak maksimal Dinas PUPR dan penambahan 5 UPT diselesaikan dengan algoritma evolusi. Hasil komputasi menunjukkan jarak maksimal dengan penambahan 5 UPT adalah 24,518 km. Variabel keputusan hasil komputasi dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Berdasarkan perbandingan jarak maksimal mulai dari hanya Dinas PUPR hingga penambahan fasilitas 5 UPT, diketahui bahwa model adalah valid. Hal ini dikarenakan semakin banyak fasilitas yang ditempatkan, maka akan semakin kecil pula jarak maksimal dari permintaan ke Dinas PUPR atau UPT PUPR. Hubungan antara jarak dan penambahan fasilitas dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Hubungan jarak maksimal dengan penambahan fasilitas

### 3. Pemilihan Alternatif

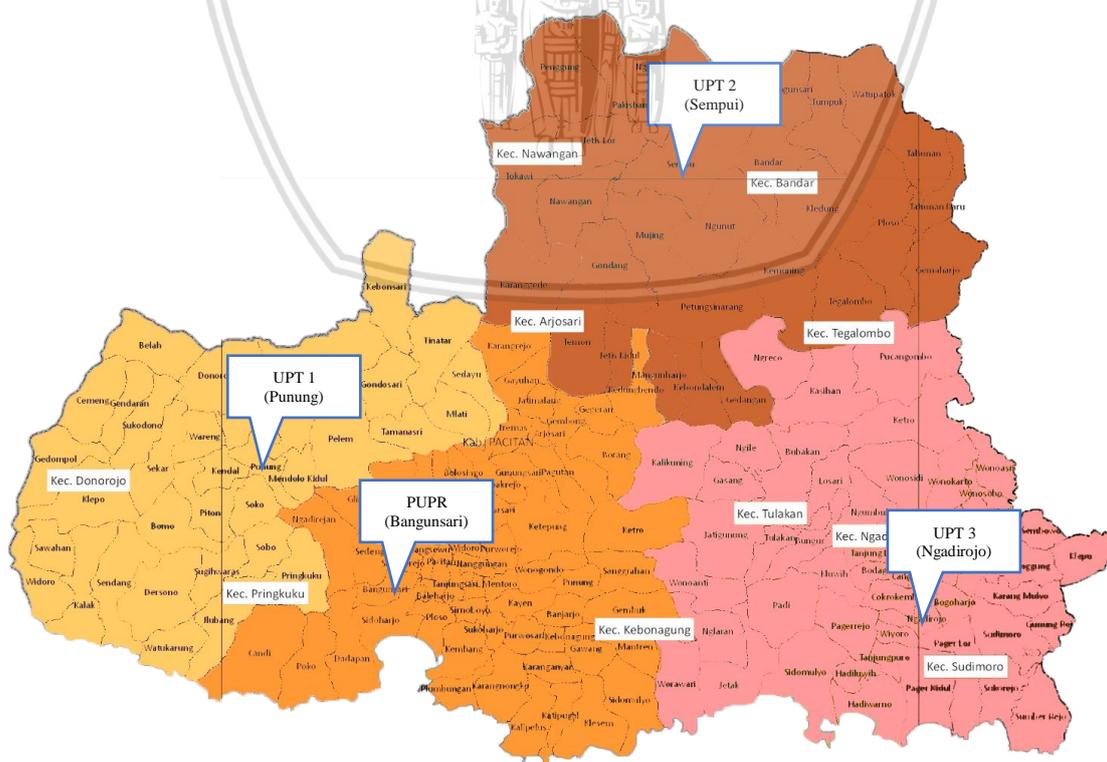
Pada pengolahan data sebelumnya diketahui terdapat beberapa kombinasi alternatif lokasi penempatan fasilitas. Dari alternatif lokasi tersebut memiliki alokasi desa dan total jarak yang berbeda untuk tiap kombinasi. Alokasi dan total jarak ini juga berguna untuk menentukan di lokasi mana fasilitas akan dibangun jika kombinasi alternatif dari variabel keputusan memiliki jarak maksimal yang sama. Terdapat 4 alternatif lokasi yang muncul setelah dilakukan optimasi menggunakan algoritma evolusi dengan *mutation rate* yang berbeda. Berikut akan diuraikan alokasi dan total jarak untuk tiap alternatif pada Tabel 4.16.

Berdasarkan Tabel 4.16 diketahui terdapat perbedaan alokasi dan total jarak pada masing-masing variabel keputusan meskipun hasil dari jarak maksimal adalah sama. Perbedaan alokasi tidak berbeda signifikan antar alternatif satu dengan alternatif lainnya. Misal pada alternatif pertama dan alternatif keempat terdapat 3 perbedaan alokasi desa. Tetapi jika total jarak yang dibandingkan, akan memiliki perbedaan yang jauh. Misal pada alternatif yang sama, terdapat 71,49 km perbedaan total jarak.

Tabel 4.16  
Alokasi Lokasi dan Total jarak dari Alternatif Lokasi

Alternatif	ID Lokasi	Jumlah Alokasi	Total Jarak
1	1	60	2.235,583 km
	64	35	
	12	29	
	25	48	
2	1	59	2.248,708 km
	65	36	
	12	29	
	25	48	
3	1	60	2.310,097 km
	63	35	
	12	29	
	23	48	
4	1	63	2.307,071 km
	66	32	
	12	29	
	25	48	

Jika melihat alokasi pada tiap alternatif, alokasi terkecil adalah sama yaitu 29 desa. Sedangkan alokasi terbesar pada tiap alternatif tidak terdapat perbedaan yang jauh, yaitu antara 59 hingga 63 desa. Kemudian jika yang dilihat adalah total jarak pada tiap alternatif, maka jarak yang paling pendek adalah 2.235,583 km pada alternatif pertama dan jarak terbesar adalah 2.310,097 km pada alternatif ketiga.



Gambar 4.10 Alokasi Dinas PUPR dan UPT PUPR baru

Jadi, jika dilakukan pemerataan alokasi maka yang dipilih adalah alternatif kedua, dengan maksimal alokasi sejumlah 59 desa tetapi menghasilkan perbedaan jarak 13.13 km jika dibandingkan dengan alternatif pertama dengan selisih 1 alokasi. Mengutip dari hasil wawancara pada Tabel 4.1 yaitu dekat dengan semua arah, maka yang dipilih adalah alternatif pertama dengan total jarak terkecil yaitu 2.235,583 km. Lokasi penempatan fasilitas pada alternatif pertama adalah Desa Bangunsari Kecamatan Pacitan yang merupakan lokasi Dinas PUPR saat ini, Desa Punung Kecamatan Punung, Desa Sempu Kecamatan Nawangan, dan Desa Ngadirojo Kecamatan Ngadirojo. Alokasi pada alternatif pertama dapat dilihat pada Gambar 4.10 dan daftar alokasi fasilitas untuk masing-masing desa dapat dilihat pada Lampiran 4.

#### 4.4.2 Penerapan Algoritma Evolusi

Penerapan algoritma evolusi membahas mengenai peluang mutasi dan waktu terminasi. Akan dilihat apakah terdapat perbedaan jika menggunakan peluang mutasi dan waktu terminasi.

##### 1. Peluang Mutasi

Peluang mutasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,075; 0,025; 0,5 dan 0,75. Jika dilihat pada Tabel 4.8 sampai Tabel 4.11 tidak terdapat perbedaan fungsi objektif (28,265 km). peluang mutasi 0,075; 0,25 dan 0,5 hanya membutuhkan 1 kali iterasi sedangkan 0,75 membutuhkan 2 iterasi untuk menghasilkan fungsi objektif terbaik. Hal ini membuktikan bahwa semakin besar nilai peluang mutasi, maka akan menghasilkan pencarian yang acak dan butuh lebih dari satu iterasi untuk menemukan hasil yang baik.

##### 2. Kondisi Terminasi

Kondisi terminasi juga mempengaruhi penerapan algoritma evolusi. Terdapat berbagai macam kondisi terminasi. Pada penelitian ini menggunakan waktu (dalam detik) tanpa perbaikan hasil agar algoritma tidak *looping* mencari solusi lain yang lebih baik. Berikut akan dibandingkan perbedaan waktu terminasi. Peluang mutasi yang digunakan adalah 0,075 (alternatif 1) karena memiliki hasil lebih baik daripada alternatif lain. Perbedaan waktu terminasi dapat dilihat pada Tabel 4.17

Tabel 4.17  
Perbedaan Waktu Terminasi

Waktu Terminasi (detik)	Fungsi Objektif
30	28,265 km
60	28,265 km
300	28,265 km
600	28,265 km

Berdasarkan Tabel 4.17 dapat dilihat bahwa tidak terdapat perbedaan fungsi objektif meskipun waktu terminasi di tambah. Jadi 30 detik dapat mewakili kondisi terminasi dan menghasilkan pencarian optimal dalam algoritma evolusi yang dibuat.

Menurut hasil uraian mengenai peluang mutasi dan waktu terminasi, dapat disimpulkan bahwa peluang mutasi lebih baik kecil untuk mengurangi pencarian solusi yang acak dan kondisi terminasi dalam waktu 30 detik sudah merepresentasikan pencarian optimum dalam algoritma evolusi yang sudah dibuat. Jika peluang mutasi besar, maka dapat menambah waktu terminasi agar dapat menghasilkan solusi optimal dalam 1 iterasi.



## BAB V PENUTUP

Pada bab ini akan dijelaskan tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang dilakukan. Kesimpulan ini menjawab rumusan masalah dari penelitian. Sedangkan saran dapat dilakukan untuk mengembangkan penelitian selanjutnya.

### 5.1 Kesimpulan

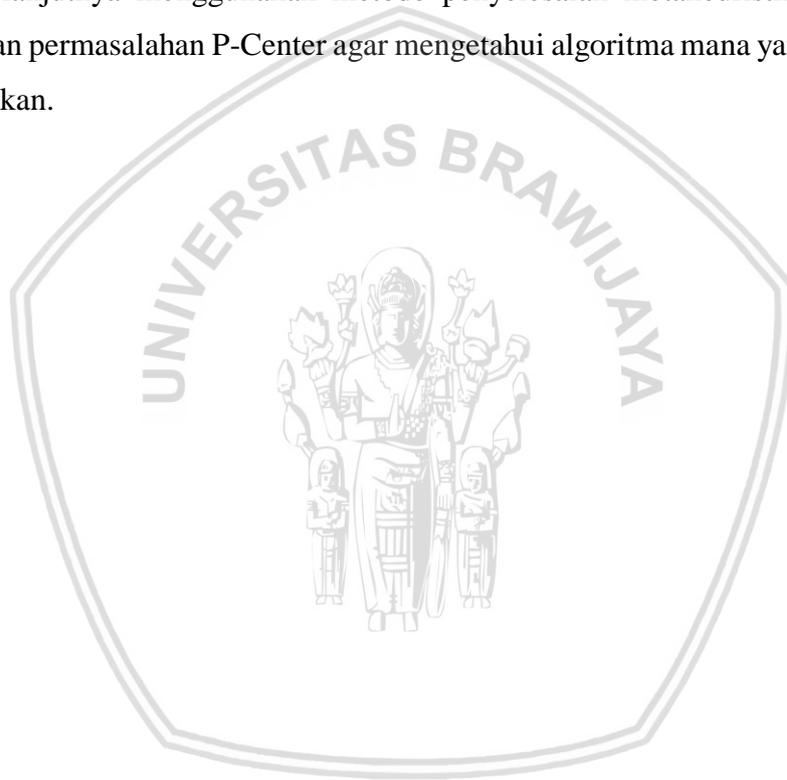
Berdasarkan hasil pengolahan data, analisis, dan pembahasan yang telah diuraikan pada subbab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan pengolahan data menggunakan algoritma evolusi, dapat diketahui alternatif untuk penempatan lokasi fasilitas. Terdapat 4 alternatif dari peluang mutasi yang berbeda untuk penempatan lokasi fasilitas UPT PUPR. Alternatif penempatan lokasi fasilitas baru di antaranya:
  - a. Punung, Punung; Sempu, Nawangan; dan Ngadirijo, Ngadirijo
  - b. Mendolo Kidul, Punung; Sempu, Nawangan; dan Ngadirojo, Ngadirojo
  - c. Sooka, Punung; Sempu, Nawangan; dan Pagerejo, Ngadirojo
  - d. Mendolo Lor, Punung; Sempu, Nawangan; dan Ngadirojo, NgadirojoPada 4 alternatif lokasi tersebut menunjukkan hasil fungsi objektif yang sama, yaitu jarak maksimal adalah 28,265 km.
2. Pemilihan alternatif penempatan fasilitas UPT dipilih berdasarkan total jarak yang paling minimal yaitu 2.235,583 km, karena jika melihat pemerataan alokasi tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar alternatif, oleh karena itu yang dipilih adalah alternatif pertama. Alokasi untuk fasilitas pada alternatif pertama adalah:
  - a. Dinas PUPR, terdiri dari seluruh desa di Kecamatan Pacitan, serta sebagian Kecamatan Pringkuku, Kebonagung, dan Arjosari
  - b. UPT 1 yang berlokasi di Sempu, Nawangan, terdiri dari seluruh desa di Kecamatan Nawangan dan Bandar, serta sebagian Kecamatan Arjosari dan Tegalombo.
  - c. UPT 2 yang berlokasi di Ngadirojo, Ngadirojo, terdiri dari seluruh desa di Kecamatan Ngadirojo, Sudimoro, dan Tulakan, serta sebagian Kecamatan Kebonagung dan Tegalombo.
  - d. UPT 3 yang berlokasi di Punung, Punung, terdiri dari seluruh desa di Kecamatan Punung dan Donorejo,serta sebagian Kecamatan Pringkuku dan Arjosari.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut merupakan saran yang dapat diberikan.

1. Untuk menanggulangi perbedaan alokasi antara Dinas PUPR dan UPT Dinas PUPR baru, dapat dijadikan sebagai dasar untuk penentuan dan pembagian pada sumber daya dan alat berat pada masing-masing fasilitas.
2. Penelitian selanjutnya tidak hanya mengacu pada kedekatan jarak antara permintaan dengan fasilitas, tetapi terdapat faktor pembobotan seperti kerentanan terhadap longsor, dan kebutuhan wilayah terhadap perbaikan infrastruktur.
3. Penelitian selanjutnya menggunakan metode penyelesaian metaheuristik lain untuk menyelesaikan permasalahan P-Center agar mengetahui algoritma mana yang lebih baik untuk digunakan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Andriansyah, M., 2017. *BPBD Jatim: Bencana terparah tahun 2017 terjadi di Pacitan & Sidoarjo*. [Online]  
Available at: <https://www.merdeka.com/peristiwa/bpbd-jatim-bencana-terparah-tahun-2017-terjadi-di-pacitan-sidoarjo.html>  
[Diakses 26 Maret 2018].
- Arismoyo, P. G., Ciptaningtyas, H. T. & Anggraini, E. L., 2013. Penerapan algoritma ant colony untuk travelling salesman problem pada perangkat bergerak. *Jurnal Teknik POMITS*, 2(1), pp. 1 - 5.
- Bäck, T., Fogel, D. B. & Michalewicz, Z., 2000. *Evolutionary Computation 1 Basic Algorithms and Operators*. Bristol: Institute of Physics Publishing.
- Badan Pusat Statistik, 2016. *Peraturan Kepala Badan Pusat Statistik Tentang Kode dan Nama Wilayah Kerja Statistik*, Jakarta: Berita Negara Republik Indonesia.
- Biazaran, M. & Nezhad, B. S., 2009. Center Problem. Dalam: *Facility Location: Concepts, Models, Algorithms and Case Studies*. Heidelberg: Springer.
- Council of Supply Chain Management Professionals, 2016. *CSCMP Supply Chain Management Definitions and Glossary*. [Online]  
Available at:  
[http://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921](http://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921)  
[Diakses 27 Maret 2018].
- Dantrakul, S., Likasiri, C. & Pongvuthithum, R., 2014. Applied p-median and p-center algorithms for facility location problems. *Expert Systems with Applications*, Volume 41, pp. 3596-3604.
- Daskin, M. S., 1995. *Network and discrete location Models, algorithms, and applications*. New York: Wiley.
- Eiben, A. E. & Smith, J. E., 2015. *Introduction to Evolutionary Computing*. 2nd ed. Heidelberg: Springer.
- Fallo, D. Y. A., 2015. *Perbandingan Algoritma Ant Colony dan Algoritma Genetika untuk Pencarian Jarak Terpendek dalam Pengangkutan Hasil Tambang [Tesis]*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Ghiani, G., Laporte, G. & Musmanno, R., 2004. *Introduction to Logistics Systems Planning and Control*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd..
- Hakimi, S. L., 1964. Optimum locations of switching centers and the absolute centers and medians of a graph. *Operations Research*, 12(3), pp. 450 - 459.
- Heragu, S. S., 2016. *Facilities Design*. Fourth Edition. Broken Sound Parkway NW: CRC Press.



- Kariv, O. & Hakimi, S. L., 1979. An algorithmic approach to network location problems. I: the p-centers. *Society for Industrial and Applied Mathematics*, 37(3), pp. 513 - 538.
- Narbuko, K. & Achmadi, A., 2007. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Pemerintah Kabupaten Pacitan, 2004. *Konsidi Fisik Wilayah Pacitan*. [Online] Available at: <http://pacitankab.go.id/geografis/> [Diakses 9 April 2018].
- Sadjay, H., 2011. Physical Flow. Dalam: R. Z. Farahani, S. Rezapour & L. Kardar, penyunt. *Logistics Operations and Management*. s.l.:Elsevier inc..
- Teixeira, J. C. & Antunes, A. P., 2008. A hierarchical location model for public facility planning. *European Journal of Operational Research*, Volume 185, pp. 92-104.
- Yang, X.-S., 2010. *Engineering Optimization: An Introduction with Metaheuristic Applications*. Canada: John Wiley & Sons, Inc..
- Yang, X.-S., 2012. Nature-inspired metaheuristic algorithms: success and new challenges.. *J Comput. Eng. Inf. Technol*, 1(1), pp. 1-3.
- Ye, F., Zhao, Q., Xi, M. & Dessouky, M., 2015. Chinese national emergency warehouse location research based on VNS algorithm. *Electronic Notes in Discrete Mathematics*, Volume 47, pp. 61 - 68.

