

## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1 Profil Perusahaan**

Ultrajaya Milk merupakan perusahaan multinasional yang memproduksi minuman yang bermarkas di Padalarang, Kab. Bandung Barat, Jawa Barat. Beralamat di Jl. Raya Cimareme 131, Padalarang, Kab. Bandung. Perusahaan ini awalnya merupakan industri rumah tangga yang didirikan pada tahun 1958, kemudian menjadi suatu entitas perseroan terbatas pada tahun 1971. Perusahaan ini merupakan pionir di bidang industri minuman dalam kemasan di Indonesia, dan sekarang memiliki mesin pemroses minuman terancang se-Asia Tenggara. Pada awalnya perusahaan yang berawal dari sebuah rumah di Jl. Tamblong Dalam, Bandung ini hanya memproduksi susu. Namun seiring perkembangannya, Ultrajaya juga memproduksi jus dalam kemasan bermerek Buavita dan Gogo serta memproduksi Teh Kotak, Sari Asem Asli dan Sari Kacang Ijo. Sejak tahun 2008 merek Buavita dan Gogo dibeli oleh Unilever Indonesia sehingga Ultrajaya bisa kembali ke bisnis utamanya, yaitu produksi susu. Kesegaran bahan baku ini dan kualitas gizi alaminya dapat dipertahankan melalui teknologi proses UHT (*Ultra High Temperature*) dan pengemasan aseptik tanpa menggunakan bahan pengawet apapun.

Pada tahun 1971, perusahaan ini memasuki tahap pertumbuhan pesat sejalan dengan perubahannya menjadi PT Ultrajaya Milk Industry & Trading Company. Saat ini, 90 persen dari keseluruhan hasil produksi perusahaan inidipasarkan di selu

Indonesia, sementara sisanya diekspor ke negara-negara di Asia, Eropa, Timur Tengah, Australia dan Amerika Serikat. Pertumbuhan pesat tersebut diraih oleh adanya sebuah filosofi sederhana: “Sebuah tekad untuk memproduksi produk dalam kemasan berkualitas tinggi memenuhi kebutuhan konsumen Indonesia yang terus meningkat”.

Kesuksesan filosofi ini ditentukan pula oleh kemampuan PT Ultrajaya yang sudah terbukti dalam mencapai empat sasaran. Pertama, memastikan bahwa hanya bahan baku terbaik yang digunakan untuk proses produksi. Kedua, memproduksi jenis produk sebanyak mungkin untuk konsumen kami. Ketiga, PT Ultrajaya memiliki teknologi tepat yang membantu dalam pengembangan dan produksi beragam produk berkualitas. Dan akhirnya mengirimkan produk-produk ini ke seluruh konsumen Indonesia di manapun mereka berada. Filosofi ini yang telah membuat PT Ultrajaya sukses di masa lampau dan akan terus diterapkan di masa mendatang.

Saat ini PT Ultrajaya Milk Industry telah menjangkau lebih dari 25.000 *wholesaler* yang masing-masing secara kolektif menjual produk Ultrajaya ke lebih dari 65.000 *retailer* (baik *local modern market* maupun pasar tradisional), hotel, dan penggunaan secara komersial. Sementara itu, jalur distribusi di pulau Jawa saat ini juga terdiri dari lebih dari 300 sales professional, dengan lebih dari 100 armada, dan 20 kantor cabang. PT Ultrajaya Milk Industry Tbk Yogyakarta menjadi tempat penelitian ini. PT Ultrajaya Milk Industry Tbk Yogyakarta memiliki 9 *salesman* dengan masing-masing *salesman* melayani sekitar 30 agen. Dalam proses pendistribusian produk, perusahaan mengharuskan ketepatan waktu distribusi. Jam kerja yang ditetapkan oleh perusahaan pada pukul 07:00 WIB hingga pukul 17:00 WIB sedangkan waktu pendistribusian dimulai pada pukul 08:00 WIB hingga pukul 16:00 WIB. Selanjutnya, *salesman* akan melakukan penginputan data hingga jam kerja berakhir.

#### **4.2 Pengumpulan Data**

Penentuan rute distribusi optimal PT Ultrajaya Milk Industry Tbk Yogyakarta menggunakan jumlah kendaraan dalam proses pendistribusian produk di area Yogyakarta, daftar pelanggan yang dilayani oleh setiap kendaraan, variabel waktu yang berupa lama waktu perjalanan dari depot menuju agen, waktu perjalanan dari satu

agen ke setiap agen lainnya, batas waktu pelayanan (*time windows*) dari masing-masing agen dan waktu kerja di PT Ultrajaya Milk Industry Tbk Yogyakarta. Daftar nama pelanggan (agen) merupakan pelanggan yang dilayani pada hari Selasa dengan cakupan yang bersinggungan yaitu Sleman dan sekitarnya yang dibagi dengan tiga kendaraan pengantar produk dengan masing-masing pengemudi. Tabel 4.1 menyajikan nama dari pengemudi Sumartono (kendaraan 1) dan agen tujuan.

Tabel 4.1 Daftar Agen Sumartono (Kendaraan 1)

Nama <i>Salesman</i> : Sumartono			
No	Kode	Nama Agen	Alamat
1	Sum-1	Raminten	Pasar Lempuyangan Tegal Kemuning
2	Sum-2	Toko Yani	Jl. Hayam Wuruk 108, Bausasran
3	Sum-3	Rb Khadijah	Purwanggan No 46 Jl Purwokinanti
4	Sum-4	Toko Berkah	Jl Bumijo Tengah No 9 Jetis
5	Sum-5	Wiji	Pasar Lempuyangan
6	Sum-6	Kedai Raharjo	Gowongan Kidul No 40 Jetis
7	Sum-7	Ibu Andri	Jl Gowongan Lor 20 Penumping
8	Sum-8	Ibu Kasmi	Pasar Lempuyangan Ykt Timoho
9	Sum-9	Modeng Jaya	Jl Jagalan 16 Pakualaman
10	Sum-10	Mbak Novi	Jl Hayamwuruk No 6 Rs Bethesda
11	Sum-11	J A G O	Jl Gajah Mada 55
12	Sum-12	UTY Kampus	Jl. Ring Road Utara 68 Sleman
13	Sum-13	Bank Muamalat	Jl Mangkubumi 50 Gowongan
14	Sum-14	Apotik K-24	Jl Gajah Mada Purwokinanti
15	Sum-15	Apotek Afina	Jl Dr.Sutomo 21
16	Sum-16	Ibu Wiwiek	Jl Hayam Wuruk 70
17	Sum-17	Srikandi	Jl Hayam Wuruk 47
18	Sum-18	Kop SMK 2 Jetis	Jl Am Sangaji 47 Yk
19	Sum-19	Murni	Jl Mas Sutarto Tegal Panggung
20	Sum-20	Ibu Bardan	Jl Hayam Wuruk 101
21	Sum-21	Darma Tirta	Jl Gajah Mada 55
22	Sum-22	Toko Giono	Jl Purwanggan No 23
23	Sum-23	Suratin	Jl Bumijo Yk
24	Sum-24	Intan	Jl Tunjungan No.2, Baciro
25	Sum-25	Kantin SMPN 15	Jl Tegal Lempuyangan 61 Bausasran
26	Sum-26	Sembako Toko	Jl Bumijo 24 Gowongan Jetis Yk
27	Sum-27	Riska	Bumijo Tengah No 07 Jetis

Tabel 4.1 Daftar Agen Sumartono (Kendaraan 1) (Lanjutan)

Nama <i>Salesman</i> : Sumartono			
No	Kode	Nama Agen	Alamat
28	Sum-28	Edi	Jl Lempuyangan Stasiun
29	Sum-29	Wiji Depan	Pasar Lempuyangan Kios Depan
30	Sum-30	Ambar	Pasar Lempuyangan Kauman

Tabel 4.1 merupakan daftar nama agen yang akan dikunjungi oleh kendaraan 1 dengan pengemudi Sumartono. Kendaraan 1 memiliki jumlah agen yang akan dikunjungi sebanyak 30 toko. Jadwal pengantaran produk pada daftar agen tersebut dilakukan pada hari Selasa di wilayah Sleman dan sekitarnya. Tabel 4.2 menyajikan daftar nama agen yang akan dikunjungi oleh kendaraan 2 dengan pengemudi I Wayan Wiryawan.

Tabel 4.2 Daftar Agen I Wayan Wiryawan (Kendaraan 2)

Nama <i>Salesman</i> : I Wayan Wiryawan			
No	Kode	Nama Agen	Alamat
1	Iwa-1	Alia	Pojok Pasar Sleman
2	Iwa-2	Tk.Ida	Ps Sleman.Kel Triharjo
3	Iwa-3	SW Toko	Jl Gendol Km 5
4	Iwa-4	Rejeki	Pasar Sleman
5	Iwa-5	Kop Polres Sleman	Jl Bhayangkara
6	Iwa-6	Kios Anugerah	Pasar Sleman
7	Iwa-7	Sumber Sari	Jl Dr Rajimin
8	Iwa-8	SMPN 1 Sleman	Jl Bhayangkara No.25
9	Iwa-9	Fika	Perum Griya Safir Caturharjo
10	Iwa-10	Bu Utik	Sleman Pasar Kios No 2 - 4
11	Iwa-11	Wardani Ibu	Kios No 40 Pojok Pasar Sleman
12	Iwa-12	Wihan	Jl Cungkuk Margorejo Tempel
13	Iwa-13	PT BMB Ekspor	Jl Magelang Km 14 Caturharjo
14	Iwa-14	Barokah GKBI	Jl Kalirase
15	Iwa-15	Peni	Jl Selatan Pasar Sleman
16	Iwa-16	Mekar	Jl Tempel Raya Gendol Km 9
17	Iwa-17	Apotek Farah Farma	Jl Gendol -Tempel Km 2,5 Mororejo
18	Iwa-18	Tri Putra	Jl Palbapang Margorejo Tempel
19	Iwa-19	Galaksi Foam	Sendang Adi 2 Jl No 101
20	Iwa-20	Bu Yanti	Pasar Sleman
21	Iwa-21	Asna Roti	Jl.Triharjo Sleman
22	Iwa-22	Tarjo Ibu	Kios Dalam Pasar Sleman
23	Iwa-23	Candy Swalayan	Jl Cemoro- Sleman

Tabel 4.2 Daftar Agen I Wayan Wiryawan (Kendaraan 2) (Lanjutan)

Nama <i>Salesman</i> : I Wayan Wiryawan			
No	Kode	Nama Agen	Alamat
24	Iwa-24	Septi Toko	Jl Cemoro Mprisen Kel. Caturharjo
25	Iwa-25	Ibu Giyono	Pasar Sleman Kios 60 Sleman
26	Iwa-26	SMA N 1 Sleman	Jl Magelang Km 14,4
27	Iwa-27	Yuli Toko	Jl Magelang Km 13
28	Iwa-28	SMAN 2 Sleman	Jl Brayut Pendowoharjo Sleman
29	Iwa-29	Wh Mini Market	Jl Kalirase No3 Sebayu Medari
30	Iwa-30	SPBU Medari	Jl Magelang
31	Iwa-31	Sri Rejeki	Jl Magelang
32	Iwa-32	Melia Roti	Jl Parasamya Beran Lor Tridadi
33	Iwa-33	Mas Swalayan & Grosir	Jl Dr Rajimin No.40b Paten Rt.5/5

Tabel 4.2 merupakan daftar nama agen yang akan dikunjungi oleh kendaraan 2 dengan pengemudi I Wayan Wiryawan. Jadwal pengantaran produk pada daftar agen tersebut dilakukan pada hari Selasa. Kendaraan 2 memiliki jumlah agen yang akan dikunjungi sebanyak 33. Tabel 4.3 menyajikan daftar nama agen yang akan dikunjungi oleh kendaraan 3 dengan pengemudi Wahyudi.

Tabel 4.3 Daftar Agen Wahyudi (Kendaraan 3)

Nama <i>Salesman</i> : Wahyudi			
No	Kode	Nama Agen	Alamat
1	Wah-1	Wulanesia	Jl Asti Kuningan Blok 1 No.4a
2	Wah-2	Tamara Griya Belanja	Jl Colombo 26
3	Wah-3	Cendrawasih	Jl Demangan Baru
4	Wah-4	Rising Star	Kaliurang Km 4.5
5	Wah-5	Ibu Purnomo	Karang Wuni/Jakal Yogyakarta
6	Wah-6	Toko 89	Jl Kusbini 7a Klitren
7	Wah-7	Kolam Renang UNY	Jl Catur Tunggal
8	Wah-8	Hafidh	Jl Sendowo D 68 Terban
9	Wah-9	Toko Berkat	Jl Kaliurang Km.8
10	Wah-10	Sman 9	Jl Sagan No.1
11	Wah-11	Suryadi	Klitren Lor Gk3, No. 181a
12	Wah-12	Watik Ibu	Kuningan Blok F No3
13	Wah-13	Kios P Yanto	Jl Sawo Karangwuni Caturtunggal
14	Wah-14	Easy	Jl Lakda Adi Sucipto No 60 Yk
15	Wah-15	Apotek K 24 Gejayan	Jl Gejayan ( Mrican) No 19

Tabel 4.3 Daftar Agen Wahyudi (Kendaraan 3) (Lanjutan)

No	Kode	Nama <i>Salesman</i> : Wahyudi	
		Nama Agen	Alamat
16	Wah-16	Kop Duta Wacana	Jl Dr Wahidin No 5-9 Klitren
17	Wah-17	Toko Kariva	Jl Karanggayam
18	Wah-18	Kokelgam	Jl Sumpah Pemuda Blok J No 7
19	Wah-19	Warung 97	Jl Kusbini No 78 Klitren Yk
20	Wah-20	Es Jus Duta Wacana	Wahid Hasyim No 25
21	Wah-21	Ibu Rohani	Komplek Fakultas KG
22	Wah-22	Kantin Emma Fise UNY	Jl Gejayan Gg Guru Catur Tunggal
23	Wah-23	Barokah	Jakal Purwomartani
24	Wah-24	Kantin Bedah Mulut	Fak Kedokteran Gigi Ugm
25	Wah-25	Kantin KGA UGM	Fakultas Kedokteran Gigi Anak Ugm
26	Wah-26	Kios Remen	Komplek Colombo No 35 Depok
27	Wah-27	Toko Rizki	Jl Flamboyan No 32
28	Wah-28	Ismail Ibu	Jl Karang Gayam
29	Wah-29	Toko Kingkong	Kampus Ukdw Yogyakarta
30	Wah-30	Daily Fresh Cup Corn	Jl Rajawali No 4 Demangan Baru
31	Wah-31	Murah	Deresan Tegalrejo

Tabel 4.3 merupakan daftar nama agen yang akan dikunjungi oleh kendaraan 3 dengan pengemudi Wahyudi. Kendaraan 3 memiliki jumlah agen yang akan dikunjungi sebanyak 31 toko. Jadwal pengantaran produk pada daftar agen tersebut dilakukan pada hari Selasa.

Penentuan rute optimal dalam permasalahan distribusi pada penelitian ini, data yang diolah berupa waktu tempuh dan batas waktu pelayanan (*time windows*). Waktu tempuh antara depot dengan semua agen, agen satu dengan agen lainnya diperoleh dengan menggunakan bantuan aplikasi *Google Maps*. Waktu tersebut merupakan waktu tempuh tercepat yang direkomendasikan oleh *Google Maps*. Dalam penentuan waktu tempuh, waktu antara depot menuju agen dan agen menuju depot dapat menghasilkan waktu tempuh yang berbeda. Hal ini dikarenakan *Google Maps* mempertimbangkan kondisi jalan sekitar. Tabel 4.4 menyajikan hasil perolehan waktu tempuh antara depot dengan agen dan antara agen satu dengan yang lainnya yang disajikan dalam bentuk matrik perbandingan waktu tempuh.

Tabel 4.4 Matrik Waktu Tempuh (Satuan Menit)

	Sum-1	Sum-2	Sum-3	.....	.....	Iwa-32	Iwa-33	Depot
Sum-1	0	1	3	.....	.....	27	30	
Sum-2	1	0	3	.....	.....	27	29	
Sum-3	2	3	0	.....	.....	30	33	
.....	7	7	8	.....	.....	.....	.....	
.....	1	1	2	.....	.....	.....	.....	
Iwa-32	27	27	32	.....	.....	0	4	
Iwa-33	30	29	33	.....	.....	4	0	
Depot	24	23	27	.....	.....	6	9	0

Tabel 4.4 merupakan matrix waktu tempuh yang diperoleh dengan menggunakan *Google Maps*. Matrik disajikan secara keseluruhan diantara depot, agen Sumartono, agen Wahyudi dan agen I Wayan. Berdasarkan perolehan waktu tempuh, terdapat adanya beberapa perbedaan waktu tempuh seperti pada gen Sum-1 menuju Sum-3 dengan waktu tempuh 3 menit dan sebaliknya waktu tempuh Sum-3 menuju Sum-1 sebesar 2 menit. Tabel matrik keseluruhan akan ditampilkan pada halaman lampiran. Data selanjutnya yang digunakan dalam penelitian ini adalah data batas waktu pelayanan (*time windows*) yang ditentukan oleh agen. Tabel 4.5 menyajikan data *time windows* pada keseluruhan kelompok agen seperti berikut.

Tabel 4.5 *Time Windows* Keseluruhan Agen

No	Kode Agen	<i>Time Windows</i>	Kode Agen	<i>Tme Windows</i>	Kode Agen	<i>Tme Windows</i>
1	Sum-1	08.00-16.00	Wah-1	08:00-16:00	Iwa-1	08.00-15.30
2	Sum-2	08.00-15.00	Wah-2	08:00-16:00	Iwa-2	08.30-16.00
3	Sum-3	08.00-16.00	Wah-3	08:00-16:00	Iwa-3	09.00-16.00
4	Sum-4	08.00-16.00	Wah-4	08:00-16:00	Iwa-4	08.00-16.00
5	Sum-5	08.00-16.00	Wah-5	08:00-16:00	Iwa-5	08.00-16.00
6	Sum-6	08.00-16.00	Wah-6	08:00-17:00	Iwa-6	08.00-14.00
7	Sum-7	08.00-16.00	Wah-7	08:00-16:00	Iwa-7	09.00-16.00
8	Sum-8	08.00-16.00	Wah-8	08:00-16:00	Iwa-8	08.00-14.00
9	Sum-9	08.00-16.00	Wah-9	08:00-17:00	Iwa-9	08.00-16.00
10	Sum-10	08.00-16.00	Wah-10	08:00-14:00	Iwa-10	08.00-14.00
11	Sum-11	08.00-16.00	Wah-11	08:00-16:00	Iwa-11	08.00-14.00
12	Sum-12	08.00-16.00	Wah-12	08:00-15:00	Iwa-12	09.00-16.00
13	Sum-13	08.00-16.00	Wah-13	08:00-16:00	Iwa-13	08:00-16:00
14	Sum-14	08.00-16.00	Wah-14	08:00-14:00	Iwa-14	09.00-16.00

Tabel 4.5 *Time Windows* Keseluruhan Agen (Lanjutan)

No	Kode Agen	<i>Time Windows</i>	Kode Agen	<i>Time Windows</i>	Kode Agen	<i>Time Windows</i>
15	Sum-15	08.00-16.00	Wah-15	08:00-15:00	Iwa-15	08.00-14.00
16	Sum-16	08.00-16.00	Wah-16	08:00-17:00	Iwa-16	08.00-16.00
17	Sum-17	08.00-15.00	Wah-17	08:00-15:00	Iwa-17	08.00-16.00
18	Sum-18	08.00-16.00	Wah-18	08:00-17:00	Iwa-18	09.00-16.00
19	Sum-19	08.00-15.00	Wah-19	08:00-15:00	Iwa-19	08:00-17:00
20	Sum-20	08.00-16.00	Wah-20	08:00-16:00	Iwa-20	08.00-16.00
21	Sum-21	08.00-16.00	Wah-21	08:00-14:00	Iwa-21	08.00-16.00
22	Sum-22	08.00-16.00	Wah-22	08:00-16:00	Iwa-22	08.30-16.00
23	Sum-23	08.00-14.00	Wah-23	08:00-17:00	Iwa-23	08.00-16.00
24	Sum-24	08.00-16.00	Wah-24	08:00-16:00	Iwa-24	08.00-17.00
25	Sum-25	08.00-16.00	Wah-25	08:00-16:00	Iwa-25	09.00-16.00
26	Sum-26	08.00-16.00	Wah-26	08:00-16:00	Iwa-26	09.00-16.00
27	Sum-27	08.00-14.00	Wah-27	08:00-16:00	Iwa-27	09.00-16.00
28	Sum-28	08.00-16.00	Wah-28	08:00-16:00	Iwa-28	08.00-16.00
29	Sum-29	08.00-16.00	Wah-29	08:00-16:00	Iwa-29	09.00-16.00
30	Sum-30	08.00-16.00	Wah-30	08:00-16:00	Iwa-30	08.00-17.00
31	.....	.....	Wah-31	08:00-16:00	Iwa-31	08.00-15.00
32	.....	.....		08:00-16:00	Iwa-32	08.00-16.00
33	.....	.....	.....	.....	Iwa-33	08.00-16.00

Tabel 4.5 merupakan batas waktu pelayanan (*Time Windows*) yang telah ditetapkan oleh masing-masing agen. Sehingga, pendistribusian produk tidak diperbolehkan mendahului dari batas waktu awal pelayanan dan tidak diperbolehkan melebihi batas waktu akhir pelayanan dari masing-masing agen. Dalam pelayanan agen, pihak PT.Ultrajaya Milk Industry Tbk Yogyakarta menetapkan waktu pelayanan di setiap agen selama 10 menit dari awal kedatangan menuju agen hingga meninggalkan agen. Berdasarkan perhitungan waktu ketiga kendaraan, dihasilkan perolehan waktu kembali ke depot pada masing-masing kendaraan. Tabel 4.6 menyajikan waktu kembali kendaraan 1 dengan *salesman* Sumartono seperti berikut.

Tabel 4.6 Waktu Kembali Kendaraan 1 *Salesman* Sumartono

No	Awal	Tujuan	Waktu perjalanan	Waktu pelayanan	Jam awal keberangkatan	Jam tiba	Jam akhir
1	Depot	Sum-12	0:07	0:10	8:00	8:07	8:17
2	Sum-12	Sum-18	0:12	0:10	8:17	8:29	8:39



Tabel 4.6 Waktu Kembali Kendaraan 1 *Salesman* Sumartono (Lanjutan)

No	Awal	Tujuan	Waktu perjalanan	Waktu pelayanan	Jam awal keberangkatan	Jam tiba	Jam akhir
3	Sum-18	Sum-6	0:05	0:10	8:39	8:44	8:54
4	Sum-6	Sum-27	0:01	0:10	8:54	8:55	9:05
5	Sum-27	Sum-4	0:01	0:10	9:05	9:06	9:16
6	Sum-4	Sum-26	0:02	0:10	9:16	9:18	9:28
7	Sum-26	Sum-23	0:01	0:10	9:28	9:29	9:39
8	Sum-23	Sum-7	0:01	0:10	9:39	9:40	9:50
9	Sum-7	Sum-28	0:08	0:10	9:50	9:58	10:08
10	Sum-28	Sum-24	0:06	0:10	10:08	10:14	10:24
11	Sum-24	Sum-15	0:01	0:10	10:24	10:25	10:35
12	Sum-15	Sum-22	0:04	0:10	10:35	10:39	10:49
13	Sum-22	Sum-14	0:03	0:10	10:49	10:52	11:02
14	Sum-14	Sum-11	0:01	0:10	11:02	11:03	11:13
15	Sum-11	Sum-3	0:01	0:10	11:13	11:14	11:24
16	Sum-3	Sum-9	0:03	0:10	11:24	11:27	11:37
17	Sum-9	Sum-10	0:02	0:10	11:37	11:39	11:49
18	Sum-10	Sum-25	0:04	0:10	11:49	11:53	12:03
	Istirahat			13:00			
19	Sum-25	Sum-21	0:05	0:10		13:00	13:10
20	Sum-21	Sum-16	0:02	0:10	13:10	13:12	13:22
21	Sum-16	Sum-1	0:01	0:10	13:22	13:23	13:33
22	Sum-1	Sum-5	0:01	0:10	13:33	13:34	13:44
23	Sum-5	Sum-8	0:01	0:10	13:44	13:45	13:55
24	Sum-8	Sum-20	0:01	0:10	13:55	13:56	14:06
25	Sum-20	Sum-2	0:01	0:10	14:06	14:07	14:17
26	Sum-2	Sum-29	0:01	0:10	14:17	14:18	14:28
27	Sum-29	Sum-30	0:01	0:10	14:28	14:29	14:39
28	Sum-30	Sum-17	0:01	0:10	14:39	14:40	14:50
29	Sum-17	Sum-19	0:01	0:10	14:50	14:51	15:01
30	Sum-19	Sum-13	0:02	0:10	15:01	15:03	15:13
31	Sum-13	Depot	0:19	0:00	15:13	15:32	15:32

Tabel 4.6 merupakan perhitungan waktu kembali kendaraan 1 dengan *salesman* Sumartono menunjukkan tidak adanya keterlambatan waktu kembali ke depot. Kendaraan 1 kembali ke depot pada pukul 15:32 WIB. Perhitungan waktu kembali kendaraan 2 disajikan pada Tabel 4.7 seperti berikut.

Tabel 4.7 Waktu Kembali Kendaraan 2 *Salesman* I Wayan Wiryawan

No	Awal	Tujuan	Waktu Perjalanan	Waktu Pelayanan	Jam awal Keberangkatan	Jam Tiba	Jam Akhir
1	Depot	Iwa-28	0:06	0:10	8:00	8:06	8:16
2	Iwa-28	Iwa-32	0:05	0:10	8:16	8:21	8:31
3	Iwa-32	Iwa-33	0:04	0:10	8:31	8:35	8:45
4	Iwa-33	Iwa-7	0:01	0:10	8:45	8:46	8:56
5	Iwa-7	Iwa-21	0:02	0:10	8:56	8:58	9:08
6	Iwa-21	Iwa-22	0:01	0:10	9:08	9:09	9:19
7	Iwa-22	Iwa-20	0:00	0:10	9:19	9:19	9:29
8	Iwa-20	Iwa-25	0:00	0:10	9:29	9:29	9:39
9	Iwa-25	Iwa-2	0:01	0:10	9:39	9:40	9:50
10	Iwa-2	Iwa-1	0:00	0:10	9:50	9:50	10:00
11	Iwa-1	Iwa-6	0:01	0:10	10:00	10:01	10:11
12	Iwa-6	Iwa-10	0:00	0:10	10:11	10:11	10:21
13	Iwa-10	Iwa-15	0:00	0:10	10:21	10:21	10:31
14	Iwa-15	Iwa-4	0:01	0:10	10:31	10:32	10:42
15	Iwa-4	Iwa-11	0:01	0:10	10:42	10:43	10:53
16	Iwa-11	Iwa-8	0:04	0:10	10:53	10:57	11:07
17	Iwa-8	Iwa-29	0:04	0:10	11:07	11:11	11:21
18	Iwa-29	Iwa-14	0:01	0:10	11:21	11:22	11:32
19	Iwa-14	Iwa-30	0:07	0:10	11:32	11:39	11:49
20	Iwa-30	Iwa-12	0:01	0:10	11:49	11:50	12:00
		Istirahat					13:00
21	Iwa-12	Iwa-16	0:04	0:10		13:00	13:10
22	Iwa-16	Iwa-18	0:05	0:10	13:10	13:15	13:25
23	Iwa-18	Iwa-3	0:05	0:10	13:25	13:30	13:40
24	Iwa-3	Iwa-17	0:01	0:10	13:40	13:41	13:51
25	Iwa-17	Iwa-24	0:06	0:10	13:51	13:57	14:07
26	Iwa-24	Iwa-9	0:05	0:10	14:07	14:12	14:22
27	Iwa-9	Iwa-31	0:04	0:10	14:22	14:26	14:36
28	Iwa-31	Iwa-27	0:07	0:10	14:36	14:43	14:53
29	Iwa-27	Iwa-26	0:03	0:10	14:53	14:56	15:06
30	Iwa-26	Iwa-13	0:05	0:10	15:06	15:11	15:21
31	Iwa-13	Iwa-5	0:06	0:10	15:21	15:27	15:37
32	Iwa-5	Iwa-23	0:10	0:10	15:37	15:47	15:57
33	Iwa-23	Iwa-19	0:19	0:10	15:57	16:16	16:26
34	Iwa-19	Depot	0:05			16:26	16:31

Tabel 4.7 merupakan perhitungan waktu kembali kendaraan 2 dengan *salessman* I Wayan Wiryawan menunjukkan adanya keterlambatan waktu kembali ke depot. Kendaraan 2

kembali ke depot pada pukul 16:31 WIB. Perhitungan waktu kembali kendaraan 3 disajikan pada Tabel 4.8 seperti berikut.

Tabel 4.8 Waktu Kembali Kendaraan 3 *Salesman* Wahyudi

No	Awal	Tujuan	Waktu Perjalanan	Waktu Pelayanan	Jam awal Keberangkatan	Jam Tiba	Jam Akhir
1	Depot	Wah-23	0:16	0:10	8:00	8:16	8:26
2	Wah-23	Wah-4	0:15	0:10	8:26	8:41	8:51
3	Wah-4	Wah-5	0:03	0:10	8:51	8:54	9:04
4	Wah-5	Wah-13	0:18	0:10	9:04	9:22	9:32
5	Wah-13	Wah-17	0:11	0:10	9:32	9:43	9:53
6	Wah-17	Wah-28	0:01	0:10	9:53	9:54	10:04
7	Wah-28	Wah-31	0:05	0:10	10:04	10:09	10:19
8	Wah-31	Wah-27	0:02	0:10	10:19	10:21	10:31
9	Wah-27	Wah-8	0:11	0:10	10:31	10:42	10:52
10	Wah-8	Wah-18	0:07	0:10	10:52	10:59	11:09
11	Wah-18	Wah-25	0:02	0:10	11:09	11:11	11:21
12	Wah-25	Wah-24	0:00	0:10	11:21	11:21	11:31
13	Wah-24	Wah-21	0:00	0:10	11:31	11:31	11:41
14	Wah-21	Wah-10	0:07	0:10	11:41	11:48	11:58
15	Wah-10	Wah-16	0:03	0:10	11:58	12:01	12:11
	Istirahat		13:00				13:00
16	Wah-16	Wah-20	0:12	0:10	.....	13:00	13:10
17	Wah-20	Wah-29	0:13	0:10	13:10	13:23	13:33
18	Wah-29	Wah-19	0:01	0:10	13:33	13:34	13:44
19	Wah-19	Wah-11	0:04	0:10	13:44	13:48	13:58
20	Wah-11	Wah-14	0:07	0:10	13:58	14:05	14:15
22	Wah-14	Wah-30	0:07	0:10	14:15	14:22	14:32
22	Wah-30	Wah-26	0:01	0:10	14:32	14:33	14:43
23	Wah-26	Wah-2	0:08	0:10	14:43	14:51	15:01
24	Wah-2	Wah-1	0:02	0:10	15:01	15:03	15:13
25	Wah-1	Wah-12	0:01	0:10	15:13	15:14	15:24
26	Wah-12	Wah-7	0:05	0:10	15:24	15:29	15:39
27	Wah-7	Wah-3	0:05	0:10	15:39	15:44	15:54
28	Wah-3	Wah-15	0:07	0:10	15:54	16:01	16:11
29	Wah-15	Wah-22	0:02	0:10	16:11	16:13	16:23
30	Wah-22	Wah-6	0:11	0:10	16:23	16:34	16:44
31	Wah-6	Wah-9	0:16	0:10	16:44	17:00	17:10
32	Wah-9	Depot	0:15	0:00	17:10	17:25	17:25

Tabel 4.8 merupakan perhitungan waktu kembali kendaraan 3 dengan *salesman* Wahyudi menunjukkan adanya keterlambatan waktu kembali ke depot. Kendaraan 3 kembali ke depot pada pukul 17:25 WIB.

### 4.3 Pengolahan Data

#### 4.3.1 Pengelompokkan Agen dengan Algoritma *Nearest Neighbor*

Pengelompokkan agen digunakan untuk mendapatkan hasil tiga kelompok kendaraan dengan anggota agen yang berbeda dari kondisi awal. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan kelompok kendaraan terbaru dengan waktu kembali ke depot lebih cepat dibandingkan dengan kelompok kendaraan sebelumnya. Metode yang digunakan dalam penentuan agen di setiap kelompok kendaraan adalah Algoritma *Nearest Neighbor*. Data yang diinputkan berupa waktu tempuh, waktu pelayanan serta waktu istirahat. Pengolahan dengan Algoritma *Nearest Neighbor* dilakukan dengan memasukkan semua matrik perbandingan waktu tempuh antara depot menuju agen, antara agen menuju agen dan sebaliknya. Pencarian dimulai dari depot yang menjadi pusat utama rute pengantaran, kemudian memulai pencarian agen dengan waktu tempuh paling cepat dengan depot.

Pencarian lokasi agen terdekat dari lokasi agen yang telah terpilih sebelumnya tidak diperbolehkan melebihi batas waktu yang telah ditetapkan oleh depot. Apabila agen yang terpilih selanjutnya sudah melebihi batas waktu kembali yang telah ditetapkan maka proses diulang kembali untuk pencarian kelompok kendaraan kedua dan seterusnya hingga terbentuk tiga kelompok kendaraan dengan anggota agen yang berbeda dengan kondisi awal. Tabel 4.9 menyajikan daftar agen pada kendaraan berdasarkan pengolahan dengan Algoritma *Nearest Neighbor*.

Tabel 4.9 Hasil Pengelompokkan Algoritma *Nearest Neighbor*.

No	Kendaraan 1	Kendaraan 2	Kendaraan 3
1	Iwa-19	Iwa-28	Wah-9
2	Sum-12	Iwa-32	Wah-23
3	Wah-4	Iwa-1	Wah-31
4	Wah-5	Iwa-2	Wah-27
5	Wah-28	Iwa-4	Wah-15
6	Wah-17	Iwa-6	Wah-22
7	Wah-21	Iwa-10	Wah-3
8	Wah-24	Iwa-11	Wah-2
9	Wah-25	Iwa-15	Wah-1
10	Wah-18	Iwa-20	Wah-12

Tabel 4.9 Hasil Pengelompokkan Algoritma *Nearest Neighbor* (Lanjutan)

No	Kendaraan 1	Kendaraan 2	Kendaraan 3
11	Wah-10	Iwa-22	Wah-26
12	Wah-16	Iwa-25	Wah-30
13	Wah-6	Iwa-21	Wah-13
14	Wah-19	Iwa-27	Wah-20
15	Wah-11	Iwa-5	Wah-14
16	Wah-29	Iwa-8	Wah-7
17	Sum-24	Iwa-26	Sum-4
18	Sum-15	Iwa-30	Sum-23
19	Sum-5	Iwa-9	Sum-7
20	Sum-1	Iwa-31	Sum-6
21	Sum-2	Iwa-29	Sum-26
22	Sum-8	Iwa-14	Sum-27
23	Sum-16	Iwa-7	Sum-29
24	Sum-17	Iwa-33	Sum-30
25	Sum-19	Iwa-12	Sum-25
26	Sum-20	Iwa-16	Sum-13
27	Sum-28	Iwa-3	Sum-22
28	Sum-10	Iwa-17	Sum-18
29	Sum-3	Iwa-23	Wah-8
30	Sum-11	Iwa-13	.....
31	Sum-14	Iwa-24	.....
32	Sum-9	Iwa-18	.....
33	Sum-21	.....	.....

Tabel 4.9 merupakan hasil dari pengelompokkan dengan menggunakan metode Algoritma *Nearest Neighbor*. Terjadi perbedaan kombinasi agen pada setiap kendaraan. Jumlah agen pada kendaraan 1 sebanyak 33 agen, kendaraan 2 sebanyak 32 dan kendaraan 3 sebanyak 29.

#### 4.3.2 Pengolahan Algoritma Genetika (AG)

Metode AG digunakan untuk mencari solusi terbaik dari penelitian ini. Pengolahan ini menggunakan aplikasi perangkat lunak *Microsoft Excel GA Generator*. Berikut merupakan langkah-langkah pengolahan data dengan metode AG pada penelitian ini.

### A. Teknik Pengkodean Gen

Teknik pengkodean merupakan merubah gen dalam bentuk kode bilangan *real*. Hasil pengelompokan metode Algoritma *Nearest Neighbor* ditransformasikan dalam bentuk kromosom. Gen pada kromosom dikodekan dalam bentuk bilangan real sesuai dengan jumlah agen yang akan dilayani oleh masing-masing kendaraan. Urutan bilangan dalam pengkodean disusun secara random. Berikut merupakan pengkodean gen dalam setiap kromosom yang ditunjukkan pada gambar dibawah. Gambar 4.1 menyajikan pengkodean gen pada kromosom kendaraan 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	13	14	15	16	17	10	11	12	...	...	...	33
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	----

Gambar 4.1 Pengkodean Gen pada Kromosom Kendaraan 1

Berdasarkan Gambar 4.1, kelompok kendaraan 1 ditransformasikan ke dalam bentuk kromosom dengan jumlah bit sebanyak 33 sesuai dengan jumlah agen yang akan dilayani. Pengkodean gen menggunakan bilangan *real* antara 1 hingga 33 dan dapat diurutkan secara acak. Angka 1 menunjukkan agen 1, angka 2 menunjukkan agen 2 dan seterusnya. Urutan rute dari kendaraan 1 adalah agen 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33. Proses pengkodean gen selanjutnya pada kromosom kendaraan 2 yang disajikan dalam Gambar 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	...	...	...	32
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	----

Gambar 4.2 Pengkodean Gen pada Kromosom Kendaraan 2

Berdasarkan Gambar 4.2 kelompok kendaraan 2 ditransformasikan ke dalam bentuk kromosom dengan jumlah bit sebanyak 32 sesuai dengan jumlah agen yang akan dilayani oleh kendaraan 2. Pengkodean menggunakan bilangan *real* antara 1 hingga 32 dan dapat diurutkan secara acak. Angka 1 menunjukkan agen 1, angka 2 menunjukkan agen 2 dan seterusnya. Urutan rute dari kendaraan 2 adalah agen 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32.

Proses pengkodean gen selanjutnya pada kromosom kendaraan 3 yang disajikan dalam Gambar 4.3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	13	14	15	16	17	10	11	12	...	...	...	29
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	----

Gambar 4.3 Pengkodean Gen pada Kromosom Kendaraan 3

Berdasarkan Gambar 4.3 kelompok kendaraan 3 ditransformasikan ke dalam bentuk kromosom dengan jumlah bit sebanyak 29 sesuai dengan jumlah agen yang akan dilayani oleh kendaraan 3. Pengkodean menggunakan bilangan *real* antara 1 hingga 29 dan dapat diurutkan secara acak. Angka 1 menunjukkan agen 1, angka 2 menunjukkan agen 2. Urutan rute dari kendaraan 3 adalah agen 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33.

## B. Inisialisasi

Pada tahap inisialisasi menghasilkan jumlah individu secara acak (*random*). Proses pembentukan populasi awal secara *random* sejumlah n-kromosom sesuai dengan permasalahan terkait dan penentuan jumlah generasi. Setelah itu, tahap selanjutnya melakukan inisialisasi kromosom (Merry,2011). Inisialisasi kromosom menentukan jumlah populasi dan generasi yang digunakan dalam penelitian ini. Jumlah populasi awal yang di tentukan sebanyak 30 kromosom dan generasi yang ditentukan sebanyak 1000 generasi. Menurut Kusumdewi (2003) jumlah populasi yang dianjurkan tidak lebih kecil dari 30 kromosom.

## C. Fungsi Evaluasi (Penentuan nilai *Fitness*)

Penentuan fungsi tujuan dan kendala dalam permasalahan penelitian ini adalah untuk meminimasi waktu tempuh masing-masing kendaraan saat proses pendistribusian produk. Selanjutnya dilakukan proses evaluasi setiap kromosom pada populasi untuk mengetahui kinerja dari masing-masing kromosom. Kromosom dengan nilai *fitness* tertinggi merupakan kromosom yang terpilih untuk menjadi kromosom induk (*parent*) selama

proses pencarian solusi optimal. Perhitungan nilai *fitness* menggunakan waktu tempuh yang ditransformasikan kedalam satuan jam dan *time windows*. Tabel 4.10 merupakan input data waktu tempuh yang digunakan dalam pencarian nilai *fitness* pada kromosom 1 (*cluster 1*).

Tabel 4.10 Matrik Waktu Tempuh Kromosom 1 (Jam)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	.....	33
0	0.00	0.25	0.28	0.42	0.27	0.45	0.67	0.42	0.42	.....	0.63
1	0.07	0.00	0.25	0.47	0.40	0.47	0.43	0.40	0.40	.....	0.55
2	0.12	0.25	0.00	0.30	0.33	0.35	0.37	0.35	0.35	.....	0.55
3	0.23	0.38	0.33	0.00	0.22	0.23	0.23	0.25	0.25	.....	0.42
4	0.23	0.40	0.35	0.22	0.00	0.22	0.25	0.28	0.28	.....	0.45
5	0.30	0.42	0.35	0.23	0.22	0.00	0.20	0.30	0.30	.....	0.43
6	0.25	0.60	0.35	0.23	0.22	0.18	0.00	0.28	0.28	.....	0.50
7	0.22	0.40	0.33	0.30	0.28	0.30	0.30	0.00	0.17	.....	0.37
8	0.22	0.40	0.33	0.30	0.28	0.25	0.30	0.17	0.00	.....	0.37
9	0.22	0.40	0.33	0.30	0.28	0.25	0.30	0.17	0.17	.....	0.37
10	0.23	0.40	0.37	0.32	0.32	0.32	0.30	0.20	0.20	.....	0.35

Input data pada kromosom 2 (*cluster 2*) disajikan pada Tabel 4.11 seperti berikut:

Tabel 4.11 Matrik Waktu Tempuh Kromosom 2 (Jam)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	.....	32
0	0.00	0.27	0.27	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	.....	0.43
1	0.12	0.00	0.25	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	.....	0.40
2	0.07	0.25	0.00	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	.....	0.33
3	0.15	0.32	0.25	0.00	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	.....	0.33
4	0.15	0.32	0.25	0.17	0.00	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	.....	0.33
5	0.15	0.32	0.25	0.18	0.18	0.00	0.18	0.18	0.18	0.18	.....	0.35
6	0.15	0.32	0.25	0.18	0.18	0.18	0.00	0.17	0.17	0.17	.....	0.32
7	0.15	0.32	0.25	0.18	0.18	0.18	0.17	0.00	0.17	0.17	.....	0.32
8	0.15	0.32	0.25	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17	0.00	0.17	.....	0.32
9	0.15	0.32	0.25	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17	0.17	0.00	.....	0.32
10	0.15	0.32	0.25	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	.....	0.32

Input data pada kromosom 3 (*cluster 3*) disajikan pada Tabel 4.12 seperti berikut:



Tabel 4.12 Matrik Waktu Tempuh Kromosom 3 (Jam)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	....	29
0	0.00	0.42	0.43	0.43	0.47	0.48	0.50	0.53	0.53	0.53	....	0.48
1	0.23	0.00	0.20	0.32	0.33	0.35	0.35	0.38	0.37	0.40	....	0.42
2	0.22	0.20	0.00	0.35	0.38	0.40	0.48	0.43	0.53	0.52	....	0.47
3	0.20	0.32	0.40	0.00	0.20	0.23	0.23	0.27	0.27	0.27	....	0.35
4	0.23	0.33	0.45	0.20	0.00	0.22	0.23	0.27	0.27	0.27	....	0.35
5	0.25	0.35	0.33	0.20	0.22	0.00	0.20	0.28	0.27	0.25	....	0.37
6	0.27	0.37	0.42	0.23	0.23	0.20	0.00	0.22	0.25	0.25	....	0.35
7	0.30	0.45	0.45	0.30	0.32	0.28	0.30	0.00	0.20	0.23	....	0.45
8	0.28	0.50	0.50	0.30	0.32	0.27	0.25	0.27	0.00	0.20	....	0.40
9	0.28	0.40	0.45	0.27	0.27	0.27	0.25	0.27	0.32	0.00	....	0.35
10	0.28	0.38	0.38	0.25	0.25	0.25	0.23	0.37	0.25	0.18	....	0.37

Berdasarkan input data waktu tempuh (jam) perolehan nilai *fitness* dengan fungsi 3.1 pada kromosom 1 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 fitness &= \frac{1}{(0,25 + 0,25 + 0,3 + 0,217 + 0,217 + \dots + 0,317)} \\
 &= 0,141176
 \end{aligned}$$

Kromosom akan mengalami *penalty* apabila waktu pelayanan dari setiap kendaraan melewati batas waktu pelayanan (*time windows*) dari masing-masing agen sehingga  $t_{ij}$  (waktu tempuh dari agen  $i$  ke agen  $j$ ) menjadi tiga kali lipat dari selang waktu sesungguhnya. Perhitungan nilai *fitness* dilakukan untuk mengetahui ukuran kinerja dari kromosom. Kromosom dengan hasil nilai *fitness* tinggi akan dipertahankan.

#### D. Populasi Baru

Tahap selanjutnya menciptakan populasi baru dalam pencarian solusi optimal. Langkah-langkah dalam proses pencarian populasi baru adalah sebaga berikut:

##### 1. Seleksi

Proses seleksi pada penelitian ini dilakukan secara otomatis oleh aplikasi perangkat lunak *Microsoft Excel GA Generator*. Pencarian kromosom induk ditentukan berdasarkan perolehan nilai *fitness* terbaik. Langkah awal adalah dengan menamai kromosom dan fungsi *fitness* pada *Microsoft Excel GA*

*Generator* sesuai dengan kelompok kendaraan masing-masing. Proses identifikasi dari masing-masing kromosom adalah sebagai berikut:

Kendaraan 1 = Chromosomek1

Kendaraan 2 = Chromosomek2

Kendaraan 3 = Chromosomek3

*Fitnessk1* = Fungsi *fitness* pada Chromosomek1

*Fitnessk2* = Fungsi *fitness* pada Chromosomek2

*Fitnessk3* = Fungsi *fitness* pada Chromosomek3

Setiap kromosom yang dihasilkan dari proses *pengclustering* akan dijadikan sebagai salah satu individu kromosom di setiap *cluster*.

## 2. *Crossover* (Persilangan)

Proses persilangan kromosom pada penelitian ini menggunakan bilangan probabilitas *crossover* ( $p_c$ ) sebesar 80% = 0,8 dan 95% = 0,95. Hasil kromosom optimal dengan  $p_c$  sebesar 80% dan  $p_c$  sebesar 95% akan dibandingkan untuk menentukan hasil akhir kromosom optimal yang akan digunakan sebagai solusi.

## 3. Mutasi

Proses mutasi pada penelitian ini menggunakan nilai probabilitas mutasi sebesar 1%. Dalam kutipan Kusumadewi (2003) dalam buku *Artificial Intelligence* (Teknik dan Aplikasinya) menyatakan bahwa rekomendasi nilai probabilitas mutasi ( $p_m$ ) sebesar 1% = 0,01.

## E. Penerimaan

Dalam proses pencarian kromosom terbaik sebelumnya akan menghasilkan beberapa kromosom baru, sehingga jumlah kromosom yang dapat dijadikan sebagai solusi terbaik akan semakin bertambah. Proses pengolahan berlangsung otomatis pada aplikasi *Microsoft Excel GA Generator* hingga berhenti pada jumlah generasi yang ditentukan yaitu 1000 generasi.

## F. Penggunaan Populasi Baru

Populasi kromosom baru yang dihasilkan dapat digunakan untuk proses algoritma selanjutnya hingga hasil grafik menghasilkan menunjukkan konvergensi. Konvergensi

terjadi ketika GA sudah tidak mampu lagi menentukan solusi optimal sehingga nilai *fitness* yang dihasilkan hampir sama dan tidak menunjukkan perubahan nilai yang signifikan.

### G. Tes Pengujian

Hasil dari pengolahan pencarian rute optimal di masing-masing kendaraan adalah sebagai berikut:

1. Rute terbaik kromosom 1 pada kendaraan 1

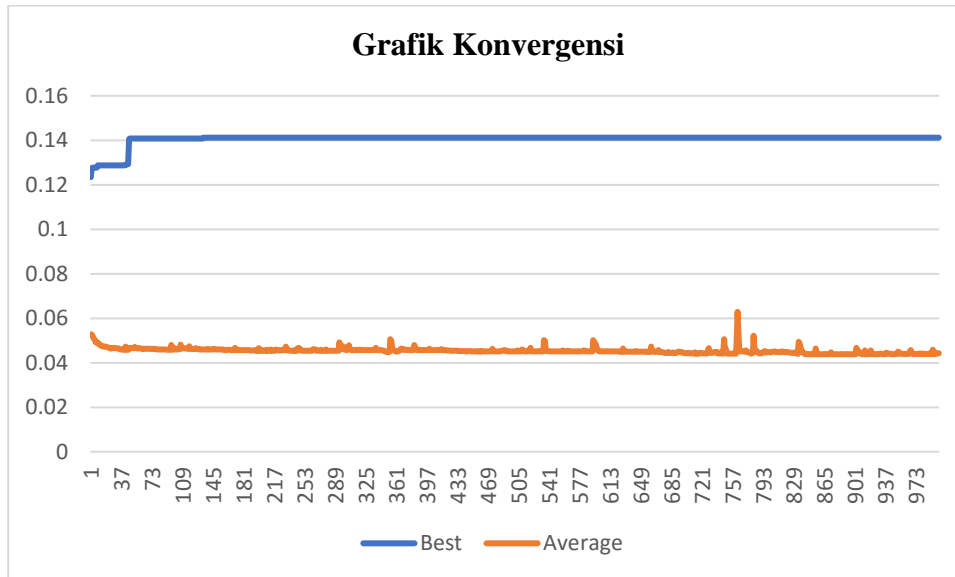
Pengolahan dalam penentuan rute terbaik kendaraan 1 dengan menggunakan nilai probabilitas *crossover* ( $p_c$ ) sebesar 0,8 dan probabilitas mutasi ( $p_m$ ) sebesar 0,01 menghasilkan rute yang disajikan pada Gambar 4.4 seperti berikut:

1	2	3	4	5	6	7	...	...	32	21	23	26	25	22	19	29	33	20
---	---	---	---	---	---	---	-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Gambar 4.4 Hasil Rute Terbaik Kromosom 1 pada Kendaraan 1

( $p_c = 0,8$  dan  $p_m = 0,01$ )

Urutan rute dari Gambar 4.4 pada kendaraan 1 menunjukkan adanya perubahan rute dari rute kendaraan 1 hasil dari algoritma *Nearest Neighbor*. Adapun urutan dari rute optimal kendaraan 1 adalah agen 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-27-24-28-30-31-32-21-23-26-25-22-19-29-33-20. Pengujian tersebut menggunakan jumlah generasi sebanyak 1000 dan populasi sebanyak 30 dengan nilai *fitness* sebesar 0.141176. Gambar 4.5 menyajikan gambar grafik konvergensi seperti berikut.



Gambar 4.5 Grafik Konvergensi Kromosom 1 pada Kendaraan 1  
( $p_c = 0,8$  dan  $p_m = 0,01$ )

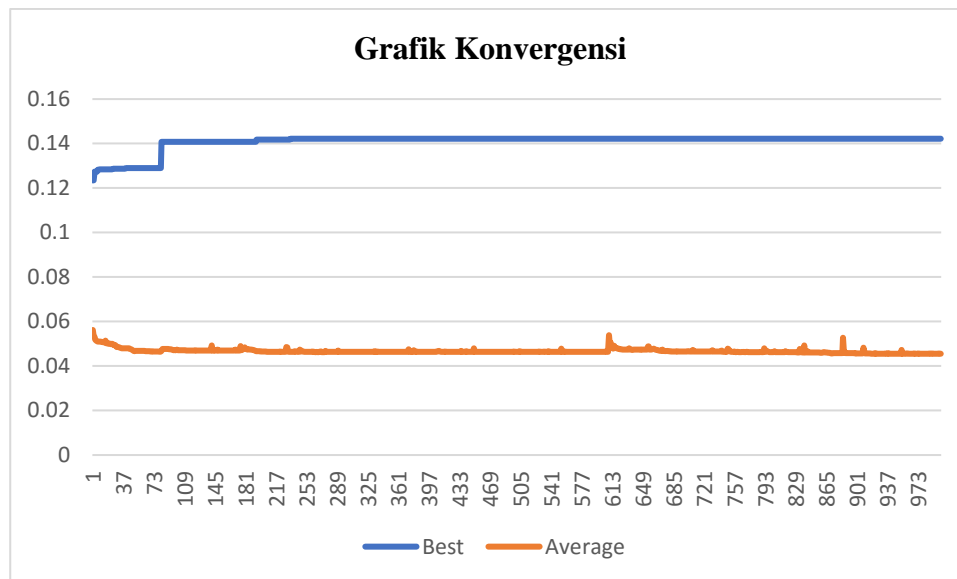
Gambar 4.5 menunjukkan hasil perhitungan *fitness* dengan 1000 generasi. Nilai *fitness* terbesar ditunjukkan pada generasi ke 134 dengan perolehan *fitness* 0.141176. Grafik menunjukkan konvergensi pada generasi ke 134-1000 yang menunjukkan tidak terjadinya perubahan nilai *fitness* atau hampir sama. Hal tersebut terjadi karena nilai *fitness* yang dihasilkan hampir mendekati nilai optimum global. Sehingga pada perhitungan tersebut, kromosom dengan rute optimal dihasilkan pada generasi 134. Pengolahan selanjutnya adalah pencarian kromosom optimal dengan menggunakan probabilitas *crossover* ( $p_c$ ) sebesar 95% = 0,95 dan probabilitas mutasi ( $p_m$ ) sebesar 0,01. Gambar 4.6 menunjukkan hasil dari pencarian kromosom optimal sebagai berikut.

1	2	3	4	5	6	7	...	...	24	22	19	25	26	30	31	29	33	20
---	---	---	---	---	---	---	-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Gambar 4.6 Hasil Rute Terbaik Kromosom 1 pada Kendaraan 1  
( $p_c = 0,95$  dan  $p_m = 0,01$ )

Urutan rute dari Gambar 4.6 pada kendaraan 1 menunjukkan adanya perubahan rute dari rute kendaraan 1 hasil dari algoritma *Nearest Neighbor*. Adapun urutan dari

rute optimal kendaraan 1 adalah agen 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-32-28-21-27-23-24-22-19-25-26-30-31-29-33-20. Pengujian tersebut menggunakan jumlah generasi sebanyak 1000 dan populasi sebanyak 30 dengan nilai *fitness* sebesar 0.14218. Gambar 4.7 menyajikan gambar grafik konvergensi seperti berikut.



Gambar 4.7 Grafik Konvergensi Kromosom 1 pada Kendaraan 1

( $p_c = 0,95$  dan  $p_m = 0,01$ )

Gambar 4.7 menunjukkan hasil perhitungan *fitness* dengan 1000 generasi. Nilai *fitness* terbesar ditunjukkan pada generasi ke 234 dengan perolehan *fitness* 0.14218. Grafik menunjukkan konvergensi pada generasi ke 234-1000 yang menunjukkan tidak terjadinya perubahan nilai *fitness* atau hampir sama. Hal tersebut terjadi karena nilai *fitness* yang dihasilkan hampir mendekati nilai optimum global. Sehingga pada perhitungan tersebut, kromosom dengan rute optimal dihasilkan pada generasi 234.

## 2. Rute terbaik kromosom 2 pada kendaraan 2

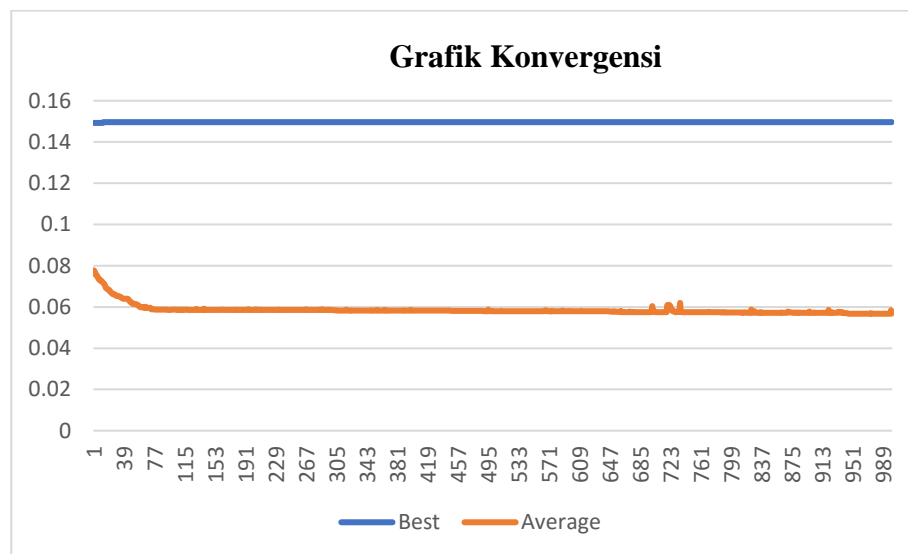
Pengolahan dalam penentuan rute terbaik kendaraan 2 dengan menggunakan nilai probabilitas *crossover* sebesar ( $p_c$ ) 0,8 dan probabilitas mutasi ( $p_m$ ) sebesar 0,01 menghasilkan rute yang disajikan pada Gambar 4.8 seperti berikut:

1	2	3	4	5	6	7	....	....	23	24	25	26	27	28	29	31	30	32
---	---	---	---	---	---	---	------	------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Gambar 4.8 Hasil Rute Terbaik Kromosom 2 pada Kendaraan 2

( $p_c = 0,8$  dan  $p_m = 0,01$ )

Urutan rute dari Gambar 4.8 pada kendaraan 2 menunjukkan adanya perubahan rute dari rute kendaraan 2 hasil dari algoritma *Nearest Neighbor*. Adapun urutan dari rute optimal kendaraan 2 adalah agen 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-31-30-32. Pengujian tersebut menggunakan jumlah generasi sebanyak 1000 dan populasi sebanyak 30 dengan nilai *fitness* sebesar 0.149626. Gambar 4.9 menyajikan gambar grafik konvergensi seperti berikut.



Gambar 4.9 Grafik Konvergensi Kromosom 2 pada Kendaraan 2

( $p_c = 0,8$  dan  $p_m = 0,01$ )

Gambar 4.9 menunjukkan hasil perhitungan *fitness* dengan 1000 generasi. Nilai *fitness* terbesar ditunjukkan pada generasi ke 13 dengan perolehan *fitness* 0.149626. Grafik menunjukkan konvergensi pada generasi ke 13-1000 yang menunjukkan tidak terjadinya perubahan nilai *fitness*. Hal tersebut terjadi karena nilai *fitness* yang dihasilkan hampir mendekati nilai optimum global. Sehingga pada perhitungan

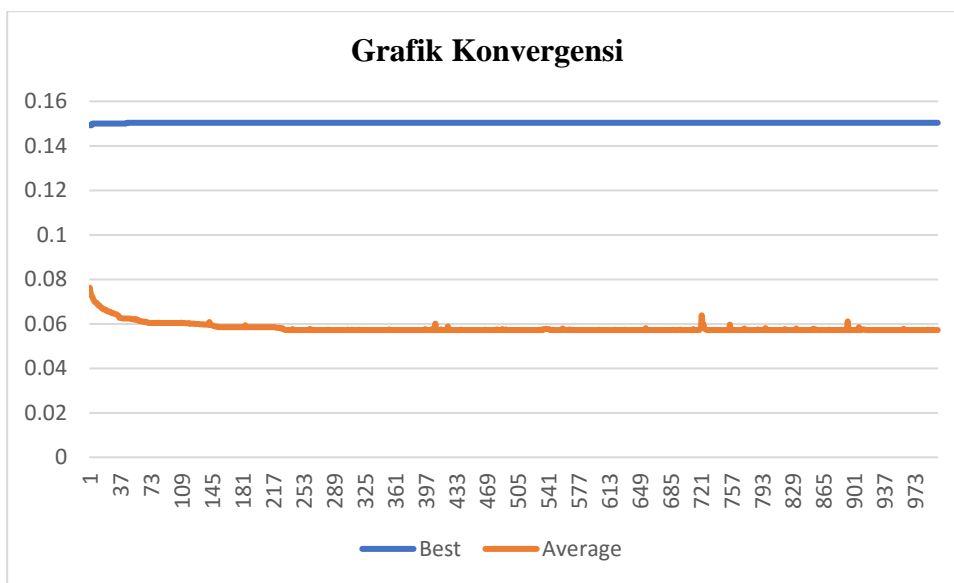
tersebut, kromosom dengan rute optimal dihasilkan pada generasi 13. Pengolahan selanjutnya adalah pencarian kromosom optimal dengan menggunakan probabilitas *crossover* ( $p_c$ ) sebesar 95% = 0,95 dan probabilitas mutasi ( $p_m$ ) sebesar 0,01. Gambar 4.10 menunjukkan hasil dari pencarian kromosom optimal sebagai berikut.

1	2	3	4	5	6	7	....	....	23	24	25	26	27	28	32	29	31	30
---	---	---	---	---	---	---	------	------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Gambar 4.10 Hasil Rute Terbaik Kromosom 2 pada Kendaraan 2

( $p_c = 0,95$  dan  $p_m = 0,01$ )

Urutan rute dari gambar 4.10 pada kendaraan 2 menunjukkan adanya perubahan rute dari rute kendaraan 2 hasil dari algoritma *Nearest Neighbor*. Adapun urutan dari rute optimal kendaraan 2 adalah agen 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-32-29-31-30. Pengujian tersebut menggunakan jumlah generasi sebanyak 1000 dan populasi sebanyak 30 dengan nilai *fitness* sebesar 0.150376. Gambar 4.11 menyajikan gambar grafik konvergensi seperti berikut.



Gambar 4.11 Grafik Konvergensi Kromosom 2 pada Kendaraan 2

( $p_c = 0,95$  dan  $p_m = 0,01$ )

Gambar 4.11 menunjukkan hasil perhitungan *fitness* dengan 1000 generasi. Nilai *fitness* terbesar ditunjukkan pada generasi ke 45 dengan perolehan *fitness* 0.150376. Grafik menunjukkan konvergensi pada generasi ke 45-1000 yang menunjukkan tidak terjadinya perubahan nilai *fitness*. Sehingga pada perhitungan tersebut, kromosom dengan rute optimal dihasilkan pada generasi 45. Hal tersebut terjadi karena nilai *fitness* yang dihasilkan hampir mendekati nilai optimum global.

### 3. Rute terbaik kromosom 3 pada kendaraan 3

Pengolahan dalam penentuan rute terbaik kendaraan 3 dengan menggunakan nilai probabilitas *crossover* sebesar ( $p_c$ ) 0,8 dan probabilitas mutasi ( $p_m$ ) sebesar 0,01 menghasilkan rute yang disajikan pada Gambar 4.12 seperti berikut:

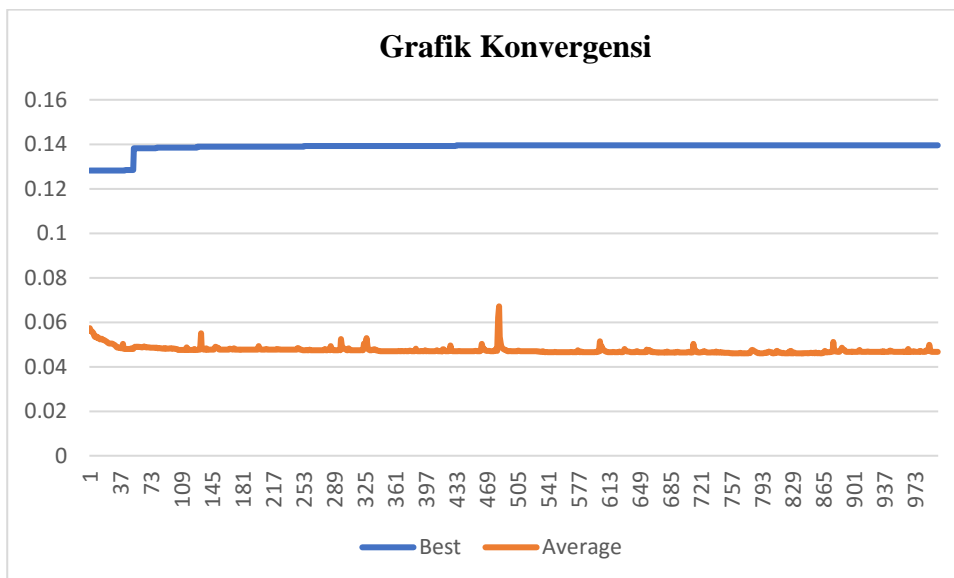
2	1	3	4	5	6	7	....	....	....	24	25	23	27	26	21	28	29
---	---	---	---	---	---	---	------	------	------	----	----	----	----	----	----	----	----

Gambar 4.12 Hasil Rute Terbaik Kromosom 3 pada Kendaraan 3

( $p_c = 0,8$  dan  $p_m = 0,01$ )

Urutan rute dari gambar 4.12 pada kendaraan 3 menunjukkan adanya perubahan rute dari rute kendaraan 3 hasil dari algoritma *Nearest Neighbor*. Adapun urutan dari rute optimal kendaraan 3 adalah agen 2-1-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-22-24-25-23-27-26-21-28-29. Pengujian tersebut menggunakan jumlah generasi sebanyak 1000 dan populasi sebanyak 30 dengan nilai *fitness* sebesar 0.139535. Gambar 4.13 menyajikan gambar grafik konvergensi seperti berikut.





Gambar 4.13 Grafik Konvergensi Kromosom 3 pada Kendaraan 3  
( $p_c = 0,8$  dan  $p_m = 0,01$ )

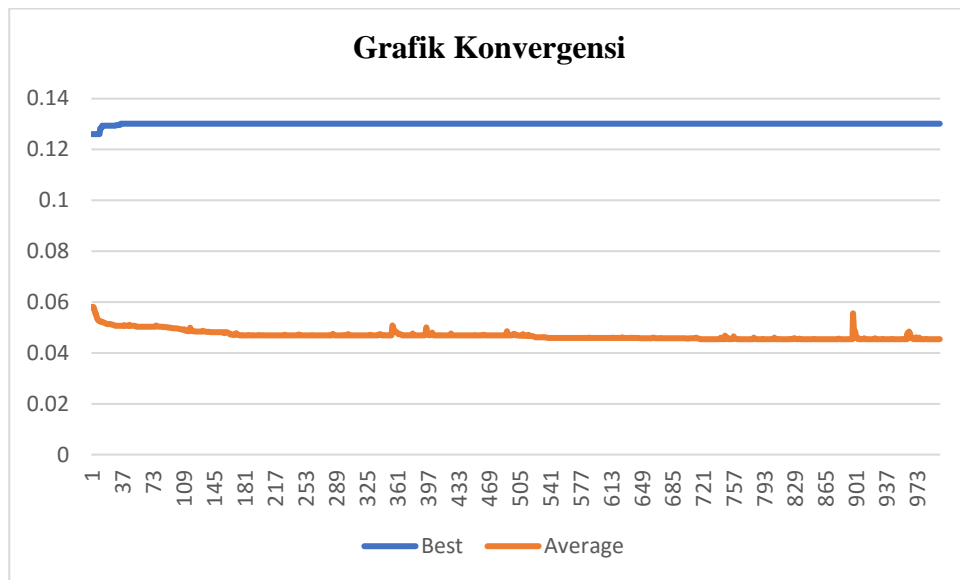
Gambar 4.13 menunjukkan hasil perhitungan *fitness* dengan 1000 generasi. Nilai *fitness* terbesar ditunjukkan pada generasi ke 433 dengan perolehan *fitness* 0.139535. Grafik menunjukkan konvergensi pada generasi ke 433-1000 yang menunjukkan tidak terjadinya perubahan nilai *fitness*. Sehingga pada perhitungan tersebut, kromosom dengan rute optimal dihasilkan pada generasi 433. Hal tersebut terjadi karena nilai *fitness* yang dihasilkan hampir mendekati nilai optimum global. Pengolahan selanjutnya adalah pencarian kromosom optimal dengan menggunakan probabilitas *crossover* ( $p_c$ ) sebesar 95% = 0,95 dan probabilitas mutasi ( $p_m$ ) sebesar 0,01. Gambar 4.14 menunjukkan hasil dari pencarian kromosom optimal sebagai berikut.

2	1	3	4	5	6	7	....	....	....	22	24	25	27	26	23	29	28
---	---	---	---	---	---	---	------	------	------	----	----	----	----	----	----	----	----

Gambar 4.14 Hasil Rute Terbaik Kromosom 3 pada Kendaraan 3  
( $p_c = 0,95$   $p_m = 0,01$ )

Urutan rute dari gambar 4.12 pada kendaraan 3 menunjukkan adanya perubahan rute dari rute kendaraan 3 hasil dari algoritma *Nearest Neighbor*. Adapun urutan dari rute optimal kendaraan 3 adalah agen 2-1-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-

20-21-22-24-25-27-26-23-29-28. Pengujian tersebut menggunakan jumlah generasi sebanyak 1000 dan populasi sebanyak 30 dengan nilai *fitness* sebesar 0.130152. Gambar 4.15 menyajikan gambar grafik konvergensi seperti berikut.



Gambar 4.15 Grafik Konvergensi Kromosom 3 pada Kendaraan 3  
( $p_c = 0,95$   $p_m = 0,01$ )

Gambar 4.15 menunjukkan hasil perhitungan *fitness* dengan 1000 generasi. Nilai *fitness* terbesar ditunjukkan pada generasi ke 35 dengan perolehan *fitness* 0.130152. Grafik menunjukkan konvergensi pada generasi ke 35-1000 yang menunjukkan tidak terjadinya perubahan nilai *fitness*. Sehingga pada perhitungan tersebut, kromosom dengan rute optimal dihasilkan pada generasi 35. Hal tersebut terjadi karena nilai *fitness* yang dihasilkan hampir mendekati nilai optimum global.

### 4.3.3 Pehitungan Waktu Kembali Tiap Kendaraan

Pengolahan selanjutnya adalah menghitung waktu kembali ke depot dari masing-masing kendaraan berdasarkan hasil penentuan rute optimal menggunakan AG. Tabel 4.13 menyajikan perhitungan waktu kembali kendaraan 1 dengan probabilitas *crossover* sebesar 80% = 0,8 dan probabilitas mutasi sebesar 1% = 0,01 seperti berikut.

Tabel 4.13 Waktu Kembali Kendaraan 1 ( $p_c = 0,8$  dan  $p_m = 0,01$ )

No	Awal	Tujuan	Waktu Perjalanan	Waktu Pelayanan	Jam Awal Keberangkatan	Jam Tiba	Jam Akhir
1	Depot	Iwa-19	0:05	0:10	8:00	8:05	8:15
2	Iwa-19	Sum-12	0:05	0:10	8:15	8:20	8:30
3	Sum-12	Wah-4	0:08	0:10	8:30	8:38	8:48
4	Wah-4	Wah-5	0:03	0:10	8:48	8:51	9:01
5	Wah-5	Wah-28	0:03	0:10	9:01	9:04	9:14
6	Wah-29	Wah-17	0:02	0:10	9:14	9:16	9:26
7	Wah-18	Wah-21	0:07	0:10	9:26	9:33	9:43
8	Wah-22	Wah-24	0:00	0:10	9:43	9:43	9:53
9	Wah-25	Wah-25	0:00	0:10	9:53	9:53	10:03
10	Wah-26	Wah-18	0:02	0:10	10:03	10:05	10:15
11	Wah-19	Wah-10	0:03	0:10	10:15	10:18	10:28
12	Wah-10	Wah-16	0:03	0:10	10:28	10:31	10:41
13	Wah-17	Wah-6	0:01	0:10	10:41	10:42	10:52
14	Wah-6	Wah-19	0:01	0:10	10:52	10:53	11:03
15	Wah-20	Wah-11	0:04	0:10	11:03	11:07	11:17
16	Wah-11	Wah-29	0:02	0:10	11:17	11:19	11:29
17	Wah-29	Sum-24	0:02	0:10	11:29	11:31	11:41
18	Sum-24	Sum-15	0:01	0:10	11:41	11:42	11:52
19	Sum-15	Sum-28	0:05	0:10	11:52	11:57	12:07
		Istirahat					13:00
20	Sum-28	Sum-17	0:01	0:10	13:00	13:00	13:10
21	Sum-17	Sum-10	0:02	0:10	13:10	13:12	13:22
22	Sum-10	Sum-11	0:01	0:10	13:22	13:23	13:33
23	Sum-11	Sum-14	0:01	0:10	13:33	13:34	13:44
24	Sum-14	Sum-9	0:01	0:10	13:44	13:45	13:55
25	Sum-9	Sum-2	0:03	0:10	13:55	13:58	14:08
26	Sum-2	Sum-16	0:01	0:10	14:08	14:09	14:19
27	Sum-16	Sum-20	0:01	0:10	14:19	14:20	14:30
28	Sum-20	Sum-19	0:01	0:10	14:30	14:31	14:41
29	Sum-19	Sum-8	0:01	0:10	14:41	14:42	14:52
30	Sum-8	Sum-28	0:01	0:10	14:52	14:53	15:03
31	Sum-28	Sum-3	0:02	0:10	15:03	15:05	15:15
32	Sum-3	Sum-21	0:01	0:10	15:15	15:16	15:26
33	Sum-21	Sum-1	0:02	0:10	15:26	15:28	15:38
34	Sum-1	Depot	0:19		15:38		15:57

Berdasarkan Tabel 4.13 menunjukkan waktu kembali kendaraan 1 ke depot dengan menggunakan probabilitas *crossover* ( $p_c$ ) sebesar  $80\% = 0,8$  dan probabilitas mutasi ( $p_m$ ) sebesar  $1\% = 0,01$ . Pada perhitungan tersebut, kendaraan 1 kembali pada pukul 15:57 WIB yang membuktikan tidak adanya keterlambatan waktu kembali ke depot.

Perhitungan selanjutnya menggunakan probabilitas *crossover* sebesar  $95\% = 0,95$  dan probabilitas mutasi sebesar  $1\% = 0,01$ . Tabel 4.14 menyajikan hasil perhitungan waktu kembali kendaraan 1 dengan probabilitas *crossover* ( $p_c$ )  $95\% = 0,95$  dan probabilitas mutasi ( $p_m$ ) sebesar  $1\% = 0,01$  seperti berikut.

Tabel 4.14 Waktu Kembali Kendaraan 1 ( $p_c = 0,95$  dan  $p_m = 0,01$ )

No	Awal	Tujuan	Waktu Perjalanan	Waktu Pelayanan	Jam Awal Keberangkatan	Jam Tiba	Jam Akhir
1	Depot	Iwa-19	0:05	0:10	8:00	8:05	8:15
2	Iwa-19	Sum-12	0:05	0:10	8:15	8:20	8:30
3	Sum-12	Wah-4	0:08	0:10	8:30	8:38	8:48
4	Wah-4	Wah-5	0:03	0:10	8:48	8:51	9:01
5	Wah-5	Wah-28	0:03	0:10	9:01	9:04	9:14
6	Wah-29	Wah-17	0:02	0:10	9:14	9:16	9:26
7	Wah-18	Wah-21	0:07	0:10	9:26	9:33	9:43
8	Wah-22	Wah-24	0:00	0:10	9:43	9:43	9:53
9	Wah-25	Wah-25	0:00	0:10	9:53	9:53	10:03
10	Wah-26	Wah-18	0:02	0:10	10:03	10:05	10:15
11	Wah-19	Wah-10	0:03	0:10	10:15	10:18	10:28
12	Wah-10	Wah-16	0:03	0:10	10:28	10:31	10:41
13	Wah-17	Wah-6	0:01	0:10	10:41	10:42	10:52
14	Wah-6	Wah-19	0:01	0:10	10:52	10:53	11:03
15	Wah-20	Wah-11	0:04	0:10	11:03	11:07	11:17
16	Wah-11	Wah-29	0:02	0:10	11:17	11:19	11:29
17	Wah-29	Sum-24	0:02	0:10	11:29	11:31	11:41
18	Sum-24	Sum-15	0:01	0:10	11:41	11:42	11:52
19	Sum-15	Sum-9	0:04	0:10	11:52	11:56	12:06
		Istirahat					13:00
20	Sum-9	Sum-10	0:02	0:10	13:00	13:00	13:10
21	Sum-10	Sum-2	0:01	0:10	13:10	13:11	13:21
22	Sum-2	Sum-28	0:01	0:10	13:21	13:22	13:32
23	Sum-28	Sum-16	0:01	0:10	13:32	13:33	13:43
24	Sum-16	Sum-17	0:01	0:10	13:43	13:44	13:54
25	Sum-17	Sum-8	0:00	0:10	13:54	13:54	14:04
26	Sum-8	Sum-5	0:01	0:10	14:04	14:05	14:15
27	Sum-5	Sum-19	0:01	0:10	14:15	14:16	14:26
28	Sum-19	Sum-20	0:01	0:10	14:26	14:27	14:37
29	Sum-20	Sum-11	0:02	0:10	14:37	14:39	14:49
30	Sum-11	Sum-14	0:01	0:10	14:49	14:50	15:00
31	Sum-14	Sum-3	0:02	0:10	15:00	15:02	15:12
32	Sum-3	Sum-21	0:01	0:10	15:12	15:13	15:23
33	Sum-21	Sum-1	0:02	0:10	15:23	15:25	15:35
34	Sum-1	Depot	0:19		15:35	15:54	15:54

Berdasarkan Tabel 4.14 menunjukkan waktu kembali kendaraan 1 ke depot dengan menggunakan probabilitas *crossover* sebesar  $95\% = 0,95$  dan probabilitas mutasi sebesar  $1\% = 0,01$ . Pada perhitungan tersebut, kendaraan 1 kembali pada pukul 15:54 WIB yang membuktikan tidak adanya keterlambatan waktu kembali ke depot. Perhitungan selanjutnya merupakan perhitungan waktu kembali kendaraan 2 menuju depot yang disajikan pada Tabel 4.15 dengan menggunakan probabilitas *crossover* ( $p_c$ ) sebesar  $80\% = 0,8$  dan probabilitas mutasi ( $p_m$ ) sebesar  $1\% = 0,01$  sebagai berikut.

Tabel 4.15 Waktu Kembali Kendaraan 2 ( $p_c = 0,8$  dan  $p_m = 0,01$ )

No	Awal	Tujuan	Waktu Perjalanan	Waktu Pelayanan	Jam Awal Keberangkatan	Jam Tiba	Jam Akhir
1	Depot	Iwa-28	0:06	0:10	8:00	8:06	8:16
2	Iwa-28	Iwa-32	0:05	0:10	8:16	8:21	8:31
3	Iwa-32	Iwa-1	0:03	0:10	8:31	8:34	8:44
4	Iwa-1	Iwa-2	0:00	0:10	8:44	8:44	8:54
5	Iwa-2	Iwa-4	0:01	0:10	8:54	8:55	9:05
6	Iwa-4	Iwa-6	0:01	0:10	9:05	9:06	9:16
7	Iwa-6	Iwa-10	0:00	0:10	9:16	9:16	9:26
8	Iwa-10	Iwa-11	0:00	0:10	9:26	9:26	9:36
9	Iwa-11	Iwa-15	0:00	0:10	9:36	9:36	9:46
10	Iwa-15	Iwa-20	0:00	0:10	9:46	9:46	9:56
11	Iwa-20	Iwa-22	0:00	0:10	9:56	9:56	10:06
12	Iwa-22	Iwa-25	0:00	0:10	10:06	10:06	10:16
13	Iwa-25	Iwa-21	0:01	0:10	10:16	10:17	10:27
14	Iwa-21	Iwa-27	0:02	0:10	10:27	10:29	10:39
15	Iwa-27	Iwa-5	0:02	0:10	10:39	10:41	10:51
16	Iwa-5	Iwa-8	0:03	0:10	10:51	10:54	11:04
17	Iwa-8	Iwa-26	0:01	0:10	11:04	11:05	11:15
18	Iwa-26	Iwa-30	0:01	0:10	11:15	11:16	11:26
19	Iwa-30	Iwa-9	0:04	0:10	11:26	11:30	11:40
20	Iwa-9	Iwa-31	0:04	0:10	11:40	11:44	11:54
21	Iwa-31	Iwa-29	0:03	0:10	11:54	11:57	12:07
	Istirahat						13:00
22	Iwa-29	Iwa-14	0:01	0:10	13:00	13:00	13:10
23	Iwa-14	Iwa-7	0:08	0:10	13:10	13:18	13:28
24	Iwa-7	Iwa-33	0:01	0:10	13:28	13:29	13:39
25	Iwa-33	Iwa-12	0:07	0:10	13:39	13:46	13:56
26	Iwa-12	Iwa-16	0:04	0:10	13:56	14:00	14:10
27	Iwa-16	Iwa-3	0:05	0:10	14:10	14:15	14:25
28	Iwa-3	Iwa-17	0:01	0:10	14:25	14:26	14:36
29	Iwa-17	Iwa-23	0:01	0:10	14:36	14:37	14:47
30	Iwa-23	Iwa-24	0:05	0:10	14:47	14:52	15:02

Tabel 4.15 Waktu Kembali Kendaraan 2 ( $p_c = 0,8$  dan  $p_m = 0,01$ ) (Lanjutan)

No	Agen	Tujuan	Waktu Perjalanan	Waktu Pelayanan	Jam Awal Keberangkatan	Jam Tiba	Jam Akhir
31	Iwa-24	Iwa-13	0:02	0:10	15:02	15:04	15:14
32	Iwa-13	Iwa-18	0:09	0:10	15:14	15:23	15:33
33	Iwa-18	Depot	0:14		15:33	15:47	15:47

Berdasarkan Tabel 4.15 menunjukkan waktu kembali kendaraan 2 ke depot dengan menggunakan probabilitas *crossover* sebesar 80% = 0,8 dan probabilitas mutasi sebesar 1% = 0,01. Pada perhitungan tersebut, kendaraan 2 kembali pada pukul 15:47 WIB yang membuktikan tidak adanya keterlambatan waktu kembali ke depot. Perhitungan selanjutnya menggunakan probabilitas *crossover* ( $p_c$ ) sebesar 95% = 0,95 dan probabilitas mutasi ( $p_m$ ) sebesar 1% = 0,01. Tabel 4.16 menyajikan hasil perhitungan waktu kembali kendaraan 2 dengan probabilitas *crossover* 95% = 0,95 dan probabilitas mutasi sebesar 1% = 0,01 seperti berikut.

Tabel 4.16 Waktu Kembali Kendaraan 2 ( $p_c = 0,95$  dan  $p_m = 0,01$ )

No	Awal	Tujuan	Waktu Perjalanan	Waktu Pelayanan	Jam Awal keberangkatan	Jam Tiba	Jam Akhir
1	Depot	Iwa-28	0:06	0:10	8:00	8:06	8:16
2	Iwa-28	Iwa-32	0:05	0:10	8:16	8:21	8:31
3	Iwa-32	Iwa-1	0:03	0:10	8:31	8:34	8:44
4	Iwa-1	Iwa-2	0:00	0:10	8:44	8:44	8:54
5	Iwa-2	Iwa-4	0:01	0:10	8:54	8:55	9:05
6	Iwa-4	Iwa-6	0:01	0:10	9:05	9:06	9:16
7	Iwa-6	Iwa-10	0:00	0:10	9:16	9:16	9:26
8	Iwa-10	Iwa-11	0:00	0:10	9:26	9:26	9:36
9	Iwa-11	Iwa-15	0:00	0:10	9:36	9:36	9:46
10	Iwa-15	Iwa-20	0:00	0:10	9:46	9:46	9:56
11	Iwa-20	Iwa-22	0:00	0:10	9:56	9:56	10:06
12	Iwa-22	Iwa-25	0:00	0:10	10:06	10:06	10:16
13	Iwa-25	Iwa-21	0:01	0:10	10:16	10:17	10:27
14	Iwa-21	Iwa-27	0:02	0:10	10:27	10:29	10:39
15	Iwa-27	Iwa-5	0:02	0:10	10:39	10:41	10:51
16	Iwa-5	Iwa-8	0:03	0:10	10:51	10:54	11:04
17	Iwa-8	Iwa-26	0:01	0:10	11:04	11:05	11:15
18	Iwa-26	Iwa-30	0:01	0:10	11:15	11:16	11:26
19	Iwa-30	Iwa-9	0:04	0:10	11:26	11:30	11:40
20	Iwa-9	Iwa-31	0:04	0:10	11:40	11:44	11:54
21	Iwa-31	Iwa-29	0:03	0:10	11:54	11:57	12:07

Tabel 4.16 Waktu Kembali Kendaraan 2 ( $p_c = 0,95$  dan  $p_m = 0,01$ ) (Lanjutan)

No	Awal	Tujuan	Waktu Perjalanan	Waktu Pelayanan	Jam Awal keberangkatan	Jam Tiba	Jam Akhir
22	Iwa-29	Iwa-14	0:01	0:10	13:00	13:00	13:10
23	Iwa-14	Iwa-7	0:08	0:10	13:10	13:18	13:28
24	Iwa-7	Iwa-33	0:01	0:10	13:28	13:29	13:39
25	Iwa-33	Iwa-12	0:07	0:10	13:39	13:46	13:56
26	Iwa-12	Iwa-16	0:04	0:10	13:56	14:00	14:10
27	Iwa-16	Iwa-3	0:05	0:10	14:10	14:15	14:25
28	Iwa-3	Iwa-17	0:01	0:10	14:25	14:26	14:36
29	Iwa-17	Iwa-23	0:04	0:10	14:36	14:40	14:50
30	Iwa-23	Iwa-13	0:04	0:10	14:50	14:54	15:04
31	Iwa-13	Iwa-24	0:05	0:10	15:04	15:09	15:19
32	Iwa-24	Iwa-18	0:02	0:10	15:19	15:21	15:31
33	Iwa-18	Depot	0:13		15:31	15:44	15:44

Berdasarkan tabel 4.16 menunjukkan waktu kembali kendaraan 2 ke depot dengan menggunakan probabilitas *crossover* ( $p_c$ ) sebesar 95% = 0,95 dan probabilitas mutasi ( $p_m$ ) sebesar 1% = 0,01. Pada perhitungan tersebut, kendaraan 2 kembali pada pukul 15:44 WIB yang membuktikan tidak adanya keterlambatan waktu kembali ke depot. Perhitungan selanjutnya merupakan perhitungan waktu kembali kendaraan 3 menuju depot yang disajikan pada Tabel 4.17 dengan menggunakan probabilitas *crossover* ( $p_c$ ) sebesar 80% = 0,8 dan probabilitas mutasi ( $p_m$ ) sebesar 1% = 0,01 sebagai berikut.

Tabel 4.17 Waktu Kembali Kendaraan 3 ( $p_c = 0,8$  dan  $p_m = 0,01$ )

No	Awal	Tujuan	Waktu Perjalanan	Waktu Pelayanan	Jam Awal Keberangkatan	Jam Tiba	Jam Akhir
1	Depot	Wah-23	0:16	0:10	8:00	8:16	8:26
2	Wah-23	Wah-9	0:02	0:10	8:26	8:28	8:38
3	Wah-9	Wah-31	0:09	0:10	8:38	8:47	8:57
4	Wah-31	Wah-27	0:02	0:10	8:57	8:59	9:09
5	Wah-27	Wah-15	0:03	0:10	9:09	9:12	9:22
6	Wah-15	Wah-22	0:02	0:10	9:22	9:24	9:34
7	Wah-22	Wah-3	0:03	0:10	9:34	9:37	9:47
8	Wah-3	Wah-2	0:02	0:10	9:47	9:49	9:59
9	Wah-2	Wah-1	0:02	0:10	9:59	10:01	10:11

Tabel 4.17 Waktu Kembali Kendaraan 3 ( $p_c = 0,8$  dan  $p_m = 0,01$ ) (Lanjutan)

No	Awal	Tujuan	Waktu Perjalanan	Waktu Pelayanan	Jam Awal Keberangkatan	Jam Tiba	Jam Akhir	
10	Wah-1	Wah-12	0:01	0:10	10:11	10:12	10:22	
11	Wah-12	Wah-26	0:04	0:10	10:22	10:26	10:36	
12	Wah-26	Wah-30	0:01	0:10	10:36	10:37	10:47	
13	Wah-30	Wah-13	0:08	0:10	10:47	10:55	11:05	
14	Wah-13	Wah-20	0:03	0:10	11:05	11:08	11:18	
15	Wah-20	Wah-14	0:09	0:10	11:18	11:27	11:37	
16	Wah-14	Wah-7	0:08	0:10	11:37	11:45	11:55	
17	Wah-7	Sum-4	0:09	0:10	11:55	12:04	12:14	
Istirahat							13:00	13:00
18	Sum-4	Sum-23	0:02				13:00	
19	Sum-23	Sum-7	0:01	0:10	13:00	13:01	13:11	
20	Sum-7	Sum-6	0:02	0:10	13:11	13:13	13:23	
21	Sum-6	Sum-26	0:01	0:10	13:23	13:24	13:34	
22	Sum-26	Sum-27	0:08	0:10	13:34	13:42	13:52	
23	Sum-27	Sum-29	0:02	0:10	13:52	13:54	14:04	
24	Sum-29	Sum-30	0:02	0:10	14:04	14:06	14:16	
25	Sum-30	Sum25	0:03	0:10	14:16	14:19	14:29	
26	Sum25	Sum-13	0:03	0:10	14:29	14:32	14:42	
27	Sum-13	Sum-22	0:03	0:10	14:42	14:45	14:55	
28	Sum-22	Sum-18	0:06	0:10	14:55	15:01	15:11	
29	Sum-18	Wah-8	0:06	0:10	15:11	15:17	15:27	
30	Wah-8	Depot	0:17			15:44	15:44	

Berdasarkan Tabel 4.17 menunjukkan waktu kembali kendaraan 3 ke depot dengan menggunakan probabilitas *crossover* ( $p_c$ ) sebesar  $80\% = 0,8$  dan probabilitas mutasi ( $p_m$ ) sebesar  $1\% = 0,01$ . Pada perhitungan tersebut, kendaraan 3 kembali pada pukul 15:44 WIB yang membuktikan tidak adanya keterlambatan waktu kembali ke depot. Perhitungan selanjutnya menggunakan probabilitas *crossover* ( $p_c$ ) sebesar  $95\% = 0,95$  dan probabilitas mutasi ( $p_m$ ) sebesar  $1\% = 0,01$ . Tabel 4.18 menyajikan hasil perhitungan waktu kembali kendaraan 3 dengan probabilitas *crossover* ( $p_c$ )  $95\% = 0,95$  dan probabilitas mutasi ( $p_m$ ) sebesar  $1\% = 0,01$  seperti berikut.

Tabel 4.18 Waktu Kembali Kendaraan 3 ( $p_c = 0,95$  dan  $p_m = 0,01$ )

No	Awal	Tujuan	Waktu Perjalanan	Waktu Pelayanan	Jam Awal keberangkatan	Jam Tiba	Jam Akhir
1	Depot	Wah-23	0:16	0:10	8:00	8:16	8:26
2	Wah-23	Wah-9	0:02	0:10	8:26	8:28	8:38



Tabel 4.18 Waktu Kembali Kendaraan 3 ( $p_c = 0,95$  dan  $p_m = 0,01$ ) (Lanjutan)

No	Awal	Tujuan	Waktu Perjalanan	Waktu Pelayanan	Jam Awal keberangkatan	Jam Tiba	Jam Akhir
3	Wah-9	Wah-31	0:09	0:10	8:38	8:47	8:57
4	Wah-31	Wah-27	0:02	0:10	8:57	8:59	9:09
5	Wah-27	Wah-15	0:03	0:10	9:09	9:12	9:22
6	Wah-15	Wah-22	0:02	0:10	9:22	9:24	9:34
7	Wah-22	Wah-3	0:03	0:10	9:34	9:37	9:47
8	Wah-3	Wah-2	0:02	0:10	9:47	9:49	9:59
9	Wah-2	Wah-1	0:02	0:10	9:59	10:01	10:11
10	Wah-1	Wah-12	0:01	0:10	10:11	10:12	10:22
11	Wah-12	Wah-26	0:04	0:10	10:22	10:26	10:36
12	Wah-26	Wah-30	0:01	0:10	10:36	10:37	10:47
13	Wah-30	Wah-13	0:08	0:10	10:47	10:55	11:05
14	Wah-13	Wah-20	0:03	0:10	11:05	11:08	11:18
15	Wah-20	Wah-14	0:09	0:10	11:18	11:27	11:37
16	Wah-14	Wah-7	0:08	0:10	11:37	11:45	11:55
17	Wah-7	Sum-4	0:09	0:10	11:55	12:04	12:14
Istirahat							13:00
18	Sum-4	Sum-23	0:02	0:10	13:00	13:02	13:12
19	Sum-23	Sum-7	0:01	0:10	13:12	13:13	13:23
20	Sum-7	Sum-6	0:02	0:10	13:23	13:25	13:35
21	Sum-6	Sum-26	0:01	0:10	13:35	13:36	13:46
22	Sum-26	Sum-27	0:01	0:10	13:46	13:47	13:57
23	Sum-27	Sum-30	0:08	0:10	13:57	14:05	14:15
24	Sum-30	Sum25	0:02	0:10	14:15	14:17	14:27
25	Sum25	Sum-22	0:05	0:10	14:27	14:32	14:42
26	Sum-22	Sum-13	0:03	0:10	14:42	14:45	14:55
27	Sum-13	Sum-29	0:06	0:10	14:55	15:01	15:11
28	Sum-29	Wah-8	0:10	0:10	15:11	15:21	15:31
29	Wah-8	Sum-18	0:07	0:10	15:31	15:38	15:48
30	Sum-18	Depot	0:13		15:48	16:01	16:01

Berdasarkan Tabel 4.18 menunjukkan waktu kembali kendaraan 3 ke depot dengan menggunakan probabilitas *crossover* ( $p_c$ ) sebesar  $95\% = 0,95$  dan probabilitas mutasi ( $p_m$ ) sebesar  $1\% = 0,01$ . Pada perhitungan tersebut, kendaraan 3 kembali pada pukul 16:01 WIB yang membuktikan adanya keterlambatan waktu kembali ke depot.

