LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Customer

No	Costumer	Alamat	Jarak Tempuh
1	Al izzah	Batu, malang	192 KM
2	Tk. Indah Barokah	Bangkalan, Madura	114 KM
3	Tk. Harapan Baru	Sampang, Madura	183 KM
4	PT. Gentayu Cakra Wibowo	Surabaya	99 KM
5	TB. Sabar jaya	Malang	176 KM
6	Success warehouse	Maospati, Magetan	124 km
7	PT. Bumindo	Surabaya	75 KM
8	Depo Adamix	Sleman	251 KM
9	BJT Bangunan	Semarang	273 KM
10	CV sasgong	Surakarta	186 KM
11	TB aneka baru	Ngawi	137 KM
12	Araya	Malang	176 KM
13	UD al rahmah	Bangkalan, Madura	115 KM
14	TB vista kaca	Pasuruan	167 KM
15	TB soponyono	Ngopak, Pasuruan	167 KM
16	Jaya zian	Probolinggo	184 KM
17	TB. Agung Sentosa	Tuban	17 KM
18	UD. Jaya	Tuban	19 KM
19	TB radjawali	Tuban	14 KM

Lampiran 2 Rute Awal PT. XYZ

Tgl	Armada	Tujuan	Jenis Pesanan	Jumlah
1				
2	Engkel 1	Al Izzah (Malang)	plester 180	180
	Engkel 2	Tk. Indah Barokah - Tk Harapan Baru	plester 30 + thinbad 100, Thinbed 50, skimcoat 50	230
3	Engkel 1	TB. Sabar Jaya (Malang)	thinbad 10 + acian 40	50
	Engkel 2	Succes Warehouse (Magetan)	Plester	180
	Engkel 3	Bumindo (Surabaya)	Thinbad 53, Acian 9, TA 100	162
4	Engkel 1	Depo Adamix (Sleman)	Plester 50, Thinbad 120, Acian 56	220
	Engkel 2	BJT Bangunan (Semarang)	Plester 120, Render 50, TA 50	240
	Engkel 3	UD Al Rahmah (Madura)	Thinbad 100, Plester 90	190
5	Engkel 1	CV. Sasgong	Acian 40, Render 100, Plester 50	190
6	Engkel 1	Araya (Malang)	Plester 180	180
7	Engkel 1	Al Izzah (Malang)	Plester 180	180
	Engkel 2	TB. Radjawali (Tuban)	Plester 90, Acian 40	130
8	Engkel 1	Al Izzah (Malang)	Plester 100, Acian 120	220
	Engkel 2	TB. Agung Sentosa (Tuban)	Thinbad 70, Acian 40	110
9	Engkel 1	Al Izzah (Malang)	Plester 180	180
	Engkel 2	PT. Bumindo (Surabaya)	TA 90, Plester 122	212
	Engkel 3	Depo Adamix (Sleman)	Plester 100, Thinbad 85, Skimcoat 15	200
10	Engkel 1	UD Al Rahmah (Madura)	Plester 180	180
11	Engkel 1	Depo Adamix (Sleman)	Plester 75, Thinbad 62, Acian 91	228
	Engkel 2	UD Al Rahmah (Madura)	Thinbad 225	225
	Engkel 3	Araya (Malang)	Thinbad 100	100
12				
13	Engkel 1	Succes Warehouse (Magetan)	Plester 180	180
14	Engkel 1	Al Izzah (Malang)	Plester 180	180
	Engkel 2	PT. Bumindo (Surabaya)	Plester 182, Skimcoat 30	212

15	Engkel 1	Al Izzah (Malang)	Plester 180	180
	Engkel 2	Depo Adamix (Sleman)	Plester 100, Skimcoat 50, Thinbed 62	212
16	Engkel 1	Al Izzah (Malang)	Thinbed 125, Acian 125	250
	Engkel 2	TB. Vista Kaca	Thinbed 75, Acian 25	100
	Engkel 3	TB. Soponyono - Jaya zian	Thinbed 130. Thinbed 20	150
17				
18	Engkel 1	Araya (Malang)	Plester 90	90
	Engkel 2	Depo Adamix (Sleman)	Plaster 50, Render 50, Acian 100	200
19	Engkel 1	TB. Aneka Baru (Ngawi)	Thinbed 100	100
20	Engkel 1	Depo Adamix (Sleman)	Thinbed 100, Plester 50	150
21	Engkel 1	Al Izzah (Malang)	Plester 100, Thinbed 100	200
	Engkel 2	CV. Sasgong	Thinbed 50, Plester 100, Render 50	200
	Engkel 3	TB. Agung Sentosa (Tuban)	Skimcoat 110	110
22	Engkel 1	CV. Sasgong	Thinbed 200	200
23	Engkel 1	Araya (Malang)	Plester 100, Acian 100	200
	Engkel 2	Succes Warehouse (Magetan)	Plester 180	180
24	Engkel 1	Al Izzah (Malang)	Plester 180	180
	Engkel 2	PT. Gentayu Cakra W (Malang)	Plester 180	180
	Engkel 3	Depo Adamix (Sleman)	Plester 50, Acian 50, Skimcoat 50, Render 50	200
25				
26	Engkel 1	Al Izzah (Malang)	Plester 100, Thinbed 100	100
	Engkel 2	TB. Sabar Jaya (Malang)	Thinbed 50, Acian 50	100
27				
28	Engkel 1	Al Izzah (Malang)	Plester 180	180
	Engkel 2	PT. Gentayu Cakra W (Malang)	Plester 200	200
29	Engkel 1	Al Izzah (Malang)	Plester 120, Acian 100	220
	Engkel 2	Depo Adamix (Sleman)	Acian 120, Thinbed 80	200
30	Engkel 1	Tk. Indah Barokah	Thinbed 100	100
	Engkel 2	PT. Gentayu Cakra W (Malang)	Plester 180	180

Lampiran 3 Data Pengiriman Bulan Juni 2021

No	Customer	Pengiriman Bulan Juni 2021																													
		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
1	Al izzah		180					180	220	180					180	180	250					200			180		200		180	220	
2	Tk. Indah Barokah		130																												100
3	Tk.Harapan Baru		100																												
4	PT. Gentayu																								180				200		190
5	TB. Sabar Jaya			50																							100				
6	Succes Marehouse			180										180										180							
7	PT. Bumindo			162						212					212																
8	Depo adamix				220					200		228				212			200		150				200					200	
9	BJT bangunan				240																										
10	CV sasgong					190																200	200								

11	TB aneka baru																				100											
12	Araya						180					100								90					200							
13	UD al rahmah				190						180	180																				
14	TB vista kaca																10 0															
15	TB soponyono																130															
16	Jaya zian																20															
17	TB. Agung Sentosa								110														110									
18	UD. Jaya														130																	
19	TB radjawali							130																								130

Lampiran 4 Matrik Jarak Antar Customer

No	Costumer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	PT XYZ	0	192	114	183	99	176	124	75	251	273	186	137	176	115	167	167	184	17	19	14
2	Al izzah	192 KM	0	137	206	98	18	169	119	318	341	253	217	23	138	102	101	118	200	202	200
3	Tk. Indah Barokah	114 KM	137	0	88	37	120	199	41	348	371	283	247	120	0.85	111	111	128	122	124	122
4	Tk. Harapan Baru	183 KM	206	88	0	106	188	267	110	417	439	352	315	189	89	180	179	197	190	193	191
5	PT. Gentayu Cakra Wibowo	99 KM	98	37	106	0	80	164	29	313	336	248	212	81	38	72	72	89	109	111	109
6	TB. Sabar jaya	176 KM	18	120	188	80	0	237	102	387	409	322	285	4.7	120	84	83	100	182	184	182
7	Success warehouse	124 km	169	199	267	164	237	0	185	171	193	106	58	239	204	230	230	247	180	137	138
8	PT. Bumindo	75 KM	119	41	110	29	102	185	0	321	343	256	219	105	43	96	96	113	83	85	83
9	Depo Adamix	251 KM	318	348	417	313	387	171	321	0	102	65	124	394	359	385	385	402	269	269	271
10	BJT Bangunan	273 KM	341	371	439	336	409	193	343	102	0	97	141	411	376	402	401	419	286	286	287
11	CV sasgong	186 KM	253	283	352	248	322	106	256	65	97	0	54	324	289	315	315	332	199	199	200
12	TB aneka baru	137 KM	217	247	315	212	285	58	219	124	141	54	0	284	248	275	274	292	159	159	160
13	Araya	176 KM	23	120	189	81	4.7	239	105	394	411	324	284	0	122	85	85	102	184	186	184
14	UD al rahmah	115 KM	138	0.85	89	38	120	204	43	359	376	289	248	122	0	112	112	129	123	125	123
15	TB vista kaca	167 KM	102	111	180	72	84	230	96	385	402	315	275	85	112	0	5.7	11	175	177	175
16	TB soponyono	167 KM	101	111	179	72	83	230	96	385	401	315	274	85	122	5.7	0	23	172	174	172
17	Jaya zian	184 KM	118	128	179	89	100	247	113	402	419	332	292	102	129	11	23	0	191	194	192
18	TB. Agung Sentosa	17 KM	200	122	190	109	182	180	83	269	286	199	159	184	123	175	172	191	0	2.3	0.85
19	UD. Jaya	19 KM	202	124	193	111	184	137	85	269	286	199	159	186	125	177	174	194	2.3	0	5.4
20	TB radjawali	14 KM	200	122	191	109	182	138	83	271	287	200	160	184	123	175	172	192	0.85	5.4	0

Lampiran 5 Matrik Waktu Antar Customer

No	Costumer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	PT XYZ	0	230.4	136.8	219.6	118.8	211.2	148.8	90	301.2	327.6	223.2	164.4	211.2	138	200.4	200.4	220.8	20.4	22.8	16.8
2	Al izzah	230.4	0	164.4	247.2	117.6	21.6	202.8	142.8	381.6	409.2	303.6	260.4	27.6	165.6	122.4	121.2	141.6	240	242.4	240
3	Tk. Indah Barokah	136.8	164.4	0	105.6	44.4	144	238.8	49.2	417.6	445.2	339.6	296.4	144	1.02	133.2	133.2	153.6	146.4	148.8	146.4
4	Tk. Harapan Baru	219.6	247.2	105.6	0	127.2	225.6	320.4	132	500.4	526.8	422.4	378	226.8	106.8	216	214.8	236.4	228	231.6	229.2
5	PT. Gentayu Cakra Wibowo	118.8	117.6	44.4	127.2	0	96	196.8	34.8	375.6	403.2	297.6	254.4	97.2	45.6	86.4	86.4	106.8	130.8	133.2	130.8
6	TB. Sabar jaya	211.2	21.6	144	225.6	96	0	284.4	122.4	464.4	490.8	386.4	342	5.64	144	100.8	99.6	120	218.4	220.8	218.4
7	Success warehouse	148.8	202.8	238.8	320.4	196.8	284.4	0	222	205.2	231.6	127.2	69.6	286.8	244.8	276	276	296.4	216	164.4	165.6
8	PT. Bumindo	90	142.8	49.2	132	34.8	122.4	222	0	385.2	411.6	307.2	262.8	126	51.6	115.2	115.2	135.6	99.6	102	99.6
9	Depo Adamix	301.2	381.6	417.6	500.4	375.6	464.4	205.2	385.2	0	122.4	78	148.8	472.8	430.8	462	462	482.4	322.8	322.8	325.2
10	BJT Bangunan	327.6	409.2	445.2	526.8	403.2	490.8	231.6	411.6	122.4	0	116.4	169.2	493.2	451.2	482.4	481.2	502.8	343.2	343.2	344.4
11	CV sasgong	223.2	303.6	339.6	422.4	297.6	386.4	127.2	307.2	78	116.4	0	64.8	388.8	346.8	378	378	398.4	238.8	238.8	240
12	TB aneka baru	164.4	260.4	296.4	378	254.4	342	69.6	262.8	148.8	169.2	64.8	0	340.8	297.6	330	328.8	350.4	190.8	190.8	192
13	Araya	211.2	27.6	144	226.8	97.2	5.64	286.8	126	472.8	493.2	388.8	340.8	0	146.4	102	102	122.4	220.8	223.2	220.8
14	UD al rahmah	138	165.6	1.02	106.8	45.6	144	244.8	51.6	430.8	451.2	346.8	297.6	146.4	0	134.4	134.4	154.8	147.6	150	147.6
15	TB vista kaca	200.4	122.4	133.2	216	86.4	100.8	276	115.2	462	482.4	378	330	102	134.4	0	6.84	13.2	210	212.4	210
16	TB soponyono	200.4	121.2	133.2	214.8	86.4	99.6	276	115.2	462	481.2	378	328.8	102	146.4	6.84	0	27.6	206.4	208.8	206.4
17	Jaya zian	220.8	141.6	153.6	214.8	106.8	120	296.4	135.6	482.4	502.8	398.4	350.4	122.4	154.8	13.2	27.6	0	229.2	232.8	230.4
18	TB. Agung Sentosa	20.4	240	146.4	228	130.8	218.4	216	99.6	322.8	343.2	238.8	190.8	220.8	147.6	210	206.4	229.2	0	2.76	1.02
19	UD. Jaya	22.8	242.4	148.8	231.6	133.2	220.8	164.4	102	322.8	343.2	238.8	190.8	223.2	150	212.4	208.8	232.8	2.76	0	6.48
20	TB radjawali	16.8	240	146.4	229.2	130.8	218.4	165.6	99.6	325.2	344.4	240	192	220.8	147.6	210	206.4	230.4	1.02	6.48	0

Lampiran 6 Pemrograman Lingo

b. Pemrograman Lingo untuk perhitungan jarak pada *cluster* 2

```
model:

!parameter model:
      Bongkar     = waktu loading/unloading di customer
      D           = jarak antar customer
      T           = waktu memulai pelayanan pada customer
      Durasi      = Durasi pengiriman
      R           = bilangan rill yang bernilai besar
;
!variabel keputusan:
      x(i, j) = 1 jika kendaraan k beroperasi dari i ke j
;


sets:
customer/1..3/: Bongkar, T;
rute(customer, customer) : x, D, durasi;
endsets


data:
Bongkar = 60 90 60;
R = 10000000;

D =
!customer;
```

0	176	75
176	0	102
75	102	0

```
;
durasi =
```

0	211.2	90
211.2	0	122.4
90	122.4	0

```
;

@text() = @write("Rute yang paling optimal adalah: ",
@newline(1));

@text() = @writefor(rute(i, j) | x(i, j) #NE# 0 : "rute
pengiriman dari customer ", i, " ke customer ", j, " sebesar
", D(i, j), " km ",
@newline(1));
```

```
enddata

!fungsi objektif;
MIN =
@SUM (customer(i) :
      @SUM(customer (j) | i#NE# j: D (i, j) * x(i, j))
);


!Fungsi batasan;

!setiap customer dikunjungi satu kali;
@FOR(customer (j) | j #GT# 1 :
      @SUM(customer (i) | i #NE# j: x(i, j)) = 1
);

!perjalanan diawali dari depot;
@FOR (customer (i) | i #EQ# 1 :
      @SUM (customer (J) | j #GT# 1 :x(i, j)) = 1
);

!perjalanan diawali dari depot menuju customer;
@FOR (customer (i) | i #EQ# 1 :
      @SUM (customer (J) | j #GT# 1 :x(i, j)) = x(1, 2)
);

!perjalanan akan berakhir di depot;
@FOR (customer (j) | j #EQ# 1 :
      @SUM (customer (i) | i #GT# 1 : x(i, j)) = 1
);

!pelaksanaan;
@FOR (customer (i)| i #NE# 1 :
      @FOR (customer (j) : T(j) >= T(i) + Bongkar(i) +
durasi(i, j) - R * (1 - x(i, j)))
);

!rute;
@FOR (customer (z) :
      @SUM(customer (i) | i #NE# z : x(i, z)) - @SUM(customer
(j) | j #NE# z : x(z, j)) = 0
);

! Variabel keputusan yang memiliki variabel biner;
@FOR (rute (i, j):
      @BIN(x(i, j)));

End
```

c. Pemrograman Lingo untuk perhitungan biaya pada *cluster* 2

```
DATA :
 JUMLAH_KENDARAAN = 1;

ENDDATA

!parameter model:
      Bongkar     = waktu loading/unloading di customer
      Cost        = biaya antar customer
      T           = waktu memulai pelayanan pada customer
      Durasi      = Durasi pengiriman
      R           = bilangan rill yang bernilai besar
;
!variabel keputusan:
      x(i, j) = 1 jika kendaraan k beroperasi dari i ke j
;


sets:
customer/1..3/: Bongkar, T;
rute(customer, customer) : x, cost, durasi;
endsets


data:
Bongkar = 60 90 60;
R = 10000000;

cost =
!customer;
```

0	302133	128750
302133	0	175100
128750	175100	0

```
;
durasi =
```

0	211.2	90
211.2	0	122.4
90	122.4	0

```
;

enddata

!fungsi objektif;
MIN =
@SUM (customer(i) :
      @SUM(customer (j) | i#NE# j: cost (i, j) * x(i, j))
```

```
);


!Fungsi batasan;

!setiap customer dikunjungi satu kali;
@FOR(customer (j) | j #GT# 1 :
      @SUM(customer (i) | i #NE# j: x(i, j)) = 1
);

!perjalanan diawali dari depot;
@FOR (customer (i) | i #EQ# 1 :
      @SUM (customer (J) | j #GT# 1 :x(i, j)) = 1
);

!perjalanan diawali dari depot menuju customer;
@FOR (customer (i) | i #EQ# 1 :
      @SUM (customer (J) | j #GT# 1 :x(i, j)) = x(1, 2)
);

!perjalanan akan berakhir di depot;
@FOR (customer (j) | j #EQ# 1 :
      @SUM (customer (i) | i #GT# 1 : x(i, j)) = 1
);

!pelaksanaan;
@FOR (customer (i)| i #NE# 1 :
      @FOR (customer (j) : T(j) >= T(i) + Bongkar(i) +
durasi(i, j) - R * (1 - x(i, j)))
);

!rute;
@FOR (customer (z) :
      @SUM(customer (i) | i #NE# z : x(i, z)) - @SUM(customer
(j) | j #NE# z : x(z, j)) = 0
);

! Variabel keputusan yang memiliki variabel biner;
@FOR (rute (i, j):
      @BIN(x(i, j)));

End
```

Hasil dari *solution report* pada *cluster* 2 :

```
  Global optimal solution found.
  Objective value:                              353.0000
  Objective bound:                              353.0000
  Infeasibilities:                              0.000000
  Extended solver steps:                               0
  Total solver iterations:                             0
  Elapsed runtime seconds:                          0.58


Rute yang paling optimal adalah:
rute pengiriman dari customer 1 ke customer 2 sebesar 176 km
rute pengiriman dari customer 2 ke customer 3 sebesar 102 km
rute pengiriman dari customer 3 ke customer 1 sebesar 75 km
  Model Class:                                      MILP

  Total variables:                    12
  Nonlinear variables:                 0
  Integer variables:                   9

  Total constraints:                  15
  Nonlinear constraints:               0

  Total nonzeros:                     41
  Nonlinear nonzeros:                  0



                             Variable           Value
Reduced Cost
                                    R       0.1000000E+08
0.000000
                           BONGKAR( 1)        60.00000
0.000000
                           BONGKAR( 2)        90.00000
0.000000
                           BONGKAR( 3)        60.00000
0.000000
                                 T( 1)        362.4000
0.000000
                                 T( 2)        0.000000
0.000000
                                 T( 3)        212.4000
0.000000
                              X( 1, 1)        0.000000
0.000000
                              X( 1, 2)        1.000000
176.0000
```

75.00000
176.0000
0.000000
102.0000
75.00000
102.0000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000

X(1, 3)	0.000000
X(2, 1)	0.000000
X(2, 2)	0.000000
X(2, 3)	1.000000
X(3, 1)	1.000000
X(3, 2)	0.000000
X(3, 3)	0.000000
D(1, 1)	0.000000
D(1, 2)	176.0000
D(1, 3)	75.00000
D(2, 1)	176.0000
D(2, 2)	0.000000
D(2, 3)	102.0000
D(3, 1)	75.00000
D(3, 2)	102.0000
D(3, 3)	0.000000
DURASI(1, 1)	0.000000
DURASI(1, 2)	211.2000
DURASI(1, 3)	90.00000
DURASI(2, 1)	211.2000
DURASI(2, 2)	0.000000
DURASI(2, 3)	122.4000
DURASI(3, 1)	90.00000
DURASI(3, 2)	122.4000

```
                            DURASI( 3, 3)        0.000000
0.000000

                                      Row    Slack or Surplus
Dual Price
                                        1        353.0000
-1.000000
                                        2        0.000000
0.000000
                                        3        0.000000
0.000000
                                        4        0.000000
0.000000
                                        5        0.000000
0.000000
                                        6        0.000000
0.000000
                                        7       0.1000006E+08
0.000000
                                        8        9999910.
0.000000
                                        9        0.000000
0.000000
                                       10        0.000000
0.000000
                                       11        9999605.
0.000000
                                       12        9999940.
0.000000
                                       13        0.000000
0.000000
                                       14        0.000000
0.000000
                                       15        0.000000
0.000000
```

d. Pemrograman Lingo untuk perhitungan jarak pada *cluster* 3

```
model:

!parameter model:
      Buka         = waktu buka customer
      Tutup        = waktu tutup customer
      Bongkar      = waktu loading/unloading di customer
      D            = jarak antar customer
      T            = waktu memulai pelayanan pada customer
      Durasi       = Durasi pengiriman
      R            = bilangan rill yang bernilai besar
```

```
;
!variabel keputusan:
      x(i, j) = 1 jika kendaraan k beroperasi dari i ke j
;


sets:
customer/1..3/: Bongkar, buka, tutup, T;
rute(customer, customer) : x, D, durasi;
endsets


data:
buka = 1440 510 510;
tutup = 0 930 930;
Bongkar = 60 90 90;
R = 10000000;

D =
!customer;
```

0	17	14
17	0	0.85
14	0.85	0

```
;
durasi =
```

0	20.4	16.8
20.4	0	1.02
16.8	1.02	0

```
;

@text() = @write("Rute yang paling optimal adalah: ",
@newline(1));

@text() = @writefor(rute(i, j) | x(i, j) #NE# 0 : "rute
pengiriman dari customer ", i, " ke customer ", j, " sebesar
", D(i, j), " km ",
@newline(1));

enddata

!fungsi objektif;
MIN =
@SUM (customer(i) :
      @SUM(customer (j) | i#NE# j: D (i, j) * x(i, j))
);
```

```
!Fungsi batasan;

!setiap customer dikunjungi satu kali;
@FOR(customer (j) | j #GT# 1 :
      @SUM(customer (i) | i #NE# j: x(i, j)) = 1
);

!perjalanan diawali dari depot;
@FOR (customer (i) | i #EQ# 1 :
      @SUM (customer (J) | j #GT# 1 :x(i, j)) = 1
);

!perjalanan diawali dari depot menuju customer;
@FOR (customer (i) | i #EQ# 1 :
      @SUM (customer (J) | j #GT# 1 :x(i, j)) = x(1, 3)
);

!perjalanan akan berakhir di depot;
@FOR (customer (j) | j #EQ# 1 :
      @SUM (customer (i) | i #GT# 1 : x(i, j)) = 1
);

!pelaksanaan;
@FOR (customer (i)| i #NE# 1 :
      @FOR (customer (j) : T(j) >= T(i) + Bongkar(i) +
durasi(i, j) - R * (1 - x(i, j)))
);

!rute;
@FOR (customer (z) :
      @SUM(customer (i) | i #NE# z : x(i, z)) - @SUM(customer
(j) | j #NE# z : x(z, j)) = 0
);

!time windows;
@FOR (customer (i) | i #NE# 1 : buka(i) <= T(i)
);

@FOR (customer (i) | i #NE# 1 : tutup(i) >= T(i) + Bongkar(i)
);

! Variabel keputusan yang memiliki variabel biner;
@FOR (rute (i, j):
      @BIN(x(i, j)));

End
```

e. Pemrograman Lingo untuk perhitungan biaya pada *cluster* 3

```
DATA :
 JUMLAH_KENDARAAN = 1;

ENDDATA

!parameter model:
      Buka         = waktu buka customer
      Tutup        = waktu tutup customer
      Bongkar      = waktu loading/unloading di customer
      Cost         = biaya antar customer
      T            = waktu memulai pelayanan pada customer
      Durasi       = Durasi pengiriman
      R            = bilangan rill yang bernilai besar
;
!variabel keputusan:
      x(i, j) = 1 jika kendaraan k beroperasi dari i ke j
;


sets:
customer/1..3/: Bongkar, buka, tutup, T;
rute(customer, customer) : x, cost, durasi;
endsets


data:
buka = 1440 510 510;
tutup = 0 930 930;
Bongkar = 60 90 90;
R = 10000000;

cost =
!customer;
```

0	29183	24033
29183	0	1459
24033	1459	0

```
;
durasi =
```

0	20.4	16.8
20.4	0	1.02
16.8	1.02	0

```
;

enddata
```

```
!fungsi objektif;
MIN =
@SUM (customer(i) :
      @SUM(customer (j) | i#NE# j: cost (i, j) * x(i, j))
);


!Fungsi batasan;

!setiap customer dikunjungi satu kali;
@FOR(customer (j) | j #GT# 1 :
      @SUM(customer (i) | i #NE# j: x(i, j)) = 1
);

!perjalanan diawali dari depot;
@FOR (customer (i) | i #EQ# 1 :
      @SUM (customer (J) | j #GT# 1 :x(i, j)) = 1
);

!perjalanan diawali dari depot menuju customer;
@FOR (customer (i) | i #EQ# 1 :
      @SUM (customer (J) | j #GT# 1 :x(i, j)) = x(1, 3)
);

!perjalanan akan berakhir di depot;
@FOR (customer (j) | j #EQ# 1 :
      @SUM (customer (i) | i #GT# 1 : x(i, j)) = 1
);

!pelaksanaan;
@FOR (customer (i)| i #NE# 1 :
      @FOR (customer (j) : T(j) >= T(i) + Bongkar(i) +
durasi(i, j) - R * (1 - x(i, j)))
);

!rute;
@FOR (customer (z) :
      @SUM(customer (i) | i #NE# z : x(i, z)) - @SUM(customer
(j) | j #NE# z : x(z, j)) = 0
);

!time windows;
@FOR (customer (i) | i #NE# 1 : buka(i) <= T(i)
);

@FOR (customer (i) | i #NE# 1 : tutup(i) >= T(i) + Bongkar(i)
);

! Variabel keputusan yang memiliki variabel biner;
```

```
@FOR (rute (i, j):
      @BIN(x(i, j)));

End
```

Hasil dari *solution report* pada *cluster* 3 :

```
  Global optimal solution found.
  Objective value:                              31.85000
  Objective bound:                              31.85000
  Infeasibilities:                              0.000000
  Extended solver steps:                               0
  Total solver iterations:                             0
  Elapsed runtime seconds:                          0.09


Rute yang paling optimal adalah:
rute pengiriman dari customer 1 ke customer 3 sebesar 14 km
rute pengiriman dari customer 2 ke customer 1 sebesar 17 km
rute pengiriman dari customer 3 ke customer 2 sebesar 0.85 km
  Model Class:                                        MILP

  Total variables:                    12
  Nonlinear variables:                 0
  Integer variables:                   9

  Total constraints:                  19
  Nonlinear constraints:               0

  Total nonzeros:                     45
  Nonlinear nonzeros:                  0


                             Variable           Value
Reduced Cost
                                    R       0.1000000E+08
0.000000
                           BONGKAR( 1)        60.00000
0.000000
                           BONGKAR( 2)        90.00000
0.000000
                           BONGKAR( 3)        90.00000
0.000000
                              BUKA( 1)        1440.000
0.000000
                              BUKA( 2)        510.0000
0.000000
```

BUKA(3)	510.0000
TUTUP(1)	0.000000
TUTUP(2)	930.0000
TUTUP(3)	930.0000
T(1)	950.4000
T(2)	840.0000
T(3)	510.0000
X(1, 1)	0.000000
X(1, 2)	0.000000
X(1, 3)	1.000000
X(2, 1)	1.000000
X(2, 2)	0.000000
X(2, 3)	0.000000
X(3, 1)	0.000000
X(3, 2)	1.000000
X(3, 3)	0.000000
D(1, 1)	0.000000
D(1, 2)	17.00000
D(1, 3)	14.00000
D(2, 1)	17.00000
D(2, 2)	0.000000
D(2, 3)	0.8500000
D(3, 1)	14.00000
D(3, 2)	0.8500000

0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
17.00000
14.00000
17.00000
0.000000
0.8500000
14.00000
0.8500000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000

D(3, 3)	0.000000
DURASI(1, 1)	0.000000
DURASI(1, 2)	20.40000
DURASI(1, 3)	16.80000
DURASI(2, 1)	20.40000
DURASI(2, 2)	0.000000
DURASI(2, 3)	1.020000
DURASI(3, 1)	16.80000
DURASI(3, 2)	1.020000
DURASI(3, 3)	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	31.85000	-1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	0.000000	0.000000
7	0.000000	0.000000
8	9999910.	0.000000
9	9999579.	0.000000
10	0.1000033E+08	0.000000
11	238.9800	0.000000
12	9999910.	0.000000
13	0.000000	0.000000

```
                                          14          0.000000
0.000000
                                          15          0.000000
0.000000
                                          16          330.0000
0.000000
                                          17          0.000000
0.000000
                                          18          0.000000
0.000000
                                          19          330.0000
0.000000
```

f. Pemrograman Lingo untuk perhitungan jarak pada *cluster* 4

```
model:

!parameter model:
      Buka        = waktu buka customer
      Tutup       = waktu tutup customer
      Bongkar     = waktu loading/unloading di customer
      D           = jarak antar customer
      T           = waktu memulai pelayanan pada customer
      Durasi      = Durasi pengiriman
      R           = bilangan rill yang bernilai besar
;
!variabel keputusan:
      x(i, j) = 1 jika kendaraan k beroperasi dari i ke j
;


sets:
customer/1..4/: Bongkar, buka, tutup, T;
rute(customer, customer) : x, D, durasi;
endsets


data:
buka = 1440 510 510 510;
tutup = 0 930 930 930;
Bongkar = 60 90 90 90;
R = 10000000;

D =
!customer;
```

0	167	167	184
167	0	5.7	23

167	5.7	0	11
184	23	11	0

;

durasi =

0	200.4	200.4	220.8
200.4	0	6.84	27.6
200.4	6.84	0	13.2
220.8	27.6	13.2	0

;

```
@text() = @write("Rute yang paling optimal adalah: ",
@newline(1));

@text() = @writefor(rute(i, j) | x(i, j) #NE# 0 : "rute
pengiriman dari customer ", i, " ke customer ", j, " sebesar
", D(i, j), " km ",
@newline(1));

enddata

!fungsi objektif;
MIN =
@SUM (customer(i) :
      @SUM(customer (j) | i#NE# j: D (i, j) * x(i, j))
);


!Fungsi batasan;

!setiap customer dikunjungi satu kali;
@FOR(customer (j) | j #GT# 1 :
      @SUM(customer (i) | i #NE# j: x(i, j)) = 1
);

!perjalanan diawali dari depot;
@FOR (customer (i) | i #EQ# 1 :
      @SUM (customer (J) | j #GT# 1 :x(i, j)) = 1
);

!perjalanan akan berakhir di depot;
@FOR (customer (j) | j #EQ# 1 :
      @SUM (customer (i) | i #GT# 1 : x(i, j)) = 1
);

!pelaksanaan;
@FOR (customer (i)| i #NE# 1 :
```

```
      @FOR (customer (j) : T(j) >= T(i) + Bongkar(i) +
durasi(i, j) - R * (1 - x(i, j)))
);

!rute;
@FOR (customer (z) :
      @SUM(customer (i) | i #NE# z : x(i, z)) - @SUM(customer
(j) | j #NE# z : x(z, j)) = 0
);

!time windows;
@FOR (customer (i) | i #NE# 1 : buka(i) <= T(i)
);

@FOR (customer (i) | i #NE# 1 : tutup(i) >= T(i) + Bongkar(i)
);

! Variabel keputusan yang memiliki variabel biner;
@FOR (rute (i, j):
      @BIN(x(i, j)));

End
```

g. Pemrograman Lingo untuk perhitungan jarak pada *cluster* 2

```
DATA :
 JUMLAH_KENDARAAN = 1;

ENDDATA

!parameter model:
      Buka        = waktu buka customer
      Tutup       = waktu tutup customer
      Bongkar     = waktu loading/unloading di customer
      Cost        = biaya antar customer
      T           = waktu memulai pelayanan pada customer
      Durasi      = Durasi pengiriman
      R           = bilangan rill yang bernilai besar
;
!variabel keputusan:
      x(i, j) = 1 jika kendaraan k beroperasi dari i ke j
;


sets:
customer/1..4/: Bongkar, buka, tutup, T;
```

```
rute(customer, customer) : x, cost, durasi;
endsets


data:
buka = 1440 510 510 510;
tutup = 0 930 930 930;
Bongkar = 60 90 90 90;
R = 10000000;

cost =
!customer;
```

0	286683	286683	315867
286683	0	9785	39483
286683	9785	0	18883
315867	39483	18883	0

```
;
durasi =
```

0	200.4	200.4	220.8
200.4	0	6.84	27.6
200.4	6.84	0	13.2
220.8	27.6	13.2	0

```
;

enddata

!fungsi objektif;
MIN =
@SUM (customer(i) :
      @SUM(customer (j) | i#NE# j: cost (i, j) * x(i, j))
);


!Fungsi batasan;

!setiap customer dikunjungi satu kali;
@FOR(customer (j) | j #GT# 1 :
      @SUM(customer (i) | i #NE# j: x(i, j)) = 1
);

!perjalanan diawali dari depot;
@FOR (customer (i) | i #EQ# 1 :
      @SUM (customer (J) | j #GT# 1 :x(i, j)) = 1
);

!perjalanan akan berakhir di depot;
@FOR (customer (j) | j #EQ# 1 :
```

```
      @SUM (customer (i) | i #GT# 1 : x(i, j)) = 1
);

!pelaksanaan;
@FOR (customer (i)| i #NE# 1 :
      @FOR (customer (j) : T(j) >= T(i) + Bongkar(i) +
durasi(i, j) - R * (1 - x(i, j)))
);

!rute;
@FOR (customer (z) :
      @SUM(customer (i) | i #NE# z : x(i, z)) - @SUM(customer
(j) | j #NE# z : x(z, j)) = 0
);

!time windows;
@FOR (customer (i) | i #NE# 1 : buka(i) <= T(i)
);

@FOR (customer (i) | i #NE# 1 : tutup(i) >= T(i) + Bongkar(i)
);

! Variabel keputusan yang memiliki variabel biner;
@FOR (rute (i, j):
      @BIN(x(i, j)));

End
```

Hasil dari *solution report* pada *cluster* 4 :

```
  Global optimal solution found.
  Objective value:                              367.7000
  Objective bound:                              367.7000
  Infeasibilities:                              0.000000
  Extended solver steps:                               0
  Total solver iterations:                            93
  Elapsed runtime seconds:                          0.36


Rute yang paling optimal adalah:
rute pengiriman dari customer 1 ke customer 4 sebesar 184 km
rute pengiriman dari customer 2 ke customer 1 sebesar 167 km
rute pengiriman dari customer 3 ke customer 2 sebesar 5.7 km
rute pengiriman dari customer 4 ke customer 3 sebesar 11 km
  Model Class:                                        MILP

  Total variables:                     20
  Nonlinear variables:                  0
  Integer variables:                   16

  Total constraints:                   28
  Nonlinear constraints:                0

  Total nonzeros:                      87
  Nonlinear nonzeros:                   0


                             Variable           Value
Reduced Cost
                                    R       0.1000000E+08
0.000000
                           BONGKAR( 1)        60.00000
0.000000
                           BONGKAR( 2)        90.00000
0.000000
                           BONGKAR( 3)        90.00000
0.000000
                           BONGKAR( 4)        90.00000
0.000000
                              BUKA( 1)        1440.000
0.000000
                              BUKA( 2)        510.0000
0.000000
                              BUKA( 3)        510.0000
0.000000
                              BUKA( 4)        510.0000
0.000000
```

TUTUP(1)	0.000000
TUTUP(2)	930.0000
TUTUP(3)	930.0000
TUTUP(4)	930.0000
T(1)	1150.800
T(2)	710.0400
T(3)	613.2000
T(4)	510.0000
X(1, 1)	0.000000
X(1, 2)	0.000000
X(1, 3)	0.000000
X(1, 4)	1.000000
X(2, 1)	1.000000
X(2, 2)	0.000000
X(2, 3)	0.000000
X(2, 4)	0.000000
X(3, 1)	0.000000
X(3, 2)	1.000000
X(3, 3)	0.000000
X(3, 4)	0.000000
X(4, 1)	0.000000
X(4, 2)	0.000000
X(4, 3)	1.000000
X(4, 4)	0.000000

0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
167.0000
167.0000
184.0000
167.0000
0.000000
5.700000
23.00000
167.0000
5.700000
0.000000
11.00000
184.0000
23.00000
11.00000
0.000000

0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000

D(1, 1) 0.000000
D(1, 2) 167.0000
D(1, 3) 167.0000
D(1, 4) 184.0000
D(2, 1) 167.0000
D(2, 2) 0.000000
D(2, 3) 5.700000
D(2, 4) 23.00000
D(3, 1) 167.0000
D(3, 2) 5.700000
D(3, 3) 0.000000
D(3, 4) 11.00000
D(4, 1) 184.0000
D(4, 2) 23.00000
D(4, 3) 11.00000
D(4, 4) 0.000000
DURASI(1, 1) 0.000000
DURASI(1, 2) 200.4000
DURASI(1, 3) 200.4000
DURASI(1, 4) 220.8000
DURASI(2, 1) 200.4000
DURASI(2, 2) 0.000000
DURASI(2, 3) 6.840000
DURASI(2, 4) 27.60000

DURASI(3, 1)	200.4000
DURASI(3, 2)	6.840000
DURASI(3, 3)	0.000000
DURASI(3, 4)	13.20000
DURASI(4, 1)	220.8000
DURASI(4, 2)	27.60000
DURASI(4, 3)	13.20000
DURASI(4, 4)	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	367.7000	-1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	0.000000	0.000000
7	150.3600	0.000000
8	9999910.	0.000000
9	9999806.	0.000000
10	9999682.	0.000000
11	0.1000025E+08	0.000000
12	0.000000	0.000000
13	9999910.	0.000000
14	9999794.	0.000000
15	0.1000033E+08	0.000000

```
                                    16       0.1000008E+08
0.000000
                                    17        0.000000
0.000000
                                    18        9999910.
0.000000
                                    19        0.000000
0.000000
                                    20        0.000000
0.000000
                                    21        0.000000
0.000000
                                    22        0.000000
0.000000
                                    23        200.0400
0.000000
                                    24        103.2000
0.000000
                                    25        0.000000
0.000000
                                    26        129.9600
0.000000
                                    27        226.8000
0.000000
                                    28        330.0000
0.000000
```

Pemrograman Lingo untuk *cluster* 5

```
model:

!parameter model:
      Bongkar     = waktu loading/unloading di customer
      D           = jarak antar customer
      T           = waktu memulai pelayanan pada customer
      Durasi      = Durasi pengiriman
      R           = bilangan rill yang bernilai besar
;
!variabel keputusan:
      x(i, j) = 1 jika kendaraan k beroperasi dari i ke j
;


sets:
customer/1..3/: Bongkar, T;
rute(customer, customer) : x, D, durasi;
endsets
```

```
data:
Bongkar = 60 90 60;
R = 10000000;

D =
!customer;
```

0	137	176
137	0	284
176	284	0

```
;
durasi =
```

0	164.4	211.2
164.4	0	340.8
211.2	340.8	0

```
;

@text() = @write("Rute yang paling optimal adalah: ",
@newline(1));

@text() = @writefor(rute(i, j) | x(i, j) #NE# 0 : "rute
pengiriman dari customer ", i, " ke customer ", j, " sebesar
", D(i, j), " km ",
@newline(1));

enddata

!fungsi objektif;
MIN =
@SUM (customer(i) :
      @SUM(customer (j) | i#NE# j: D (i, j) * x(i, j))
);


!Fungsi batasan;

!setiap customer dikunjungi satu kali;
@FOR(customer (j) | j #GT# 1 :
      @SUM(customer (i) | i #NE# j: x(i, j)) = 1
);

!perjalanan diawali dari depot;
@FOR (customer (i) | i #EQ# 1 :
      @SUM (customer (J) | j #GT# 1 :x(i, j)) = 1
);

!perjalanan diawali dari depot menuju customer;
```

```
@FOR (customer (i) | i #EQ# 1 :
      @SUM (customer (J) | j #GT# 1 :x(i, j)) = x(1, 2)
);

!perjalanan akan berakhir di depot;
@FOR (customer (j) | j #EQ# 1 :
      @SUM (customer (i) | i #GT# 1 : x(i, j)) = 1
);

!pelaksanaan;
@FOR (customer (i)| i #NE# 1 :
      @FOR (customer (j) : T(j) >= T(i) + Bongkar(i) +
durasi(i, j) - R * (1 - x(i, j)))
);

!rute;
@FOR (customer (z) :
      @SUM(customer (i) | i #NE# z : x(i, z)) - @SUM(customer
(j) | j #NE# z : x(z, j)) = 0
);

! Variabel keputusan yang memiliki variabel biner;
@FOR (rute (i, j):
      @BIN(x(i, j)));

End
```

Pemrograman Lingo untuk *cluster* 5

```
DATA :
 JUMLAH_KENDARAAN = 1;

ENDDATA

!parameter model:
      Bongkar     = waktu loading/unloading di customer
      Cost        = biaya antar customer
      T           = waktu memulai pelayanan pada customer
      Durasi      = Durasi pengiriman
      R           = bilangan rill yang bernilai besar
;
!variabel keputusan:
```

```
      x(i, j) = 1 jika kendaraan k beroperasi dari i ke j
;


sets:
customer/1..3/: Bongkar, T;
rute(customer, customer) : x, cost, durasi;
endsets


data:
Bongkar = 60 90 60;
R = 10000000;

cost =
!customer;
```

0	235183	302133
235183	0	487533
302133	487533	0

```
;
durasi =
```

0	164.4	211.2
164.4	0	340.8
211.2	340.8	0

```
;

enddata

!fungsi objektif;
MIN =
@SUM (customer(i) :
      @SUM(customer (j) | i#NE# j: cost (i, j) * x(i, j))
);


!Fungsi batasan;

!setiap customer dikunjungi satu kali;
@FOR(customer (j) | j #GT# 1 :
      @SUM(customer (i) | i #NE# j: x(i, j)) = 1
);

!perjalanan diawali dari depot;
@FOR (customer (i) | i #EQ# 1 :
      @SUM (customer (J) | j #GT# 1 :x(i, j)) = 1
);
```

```
!perjalanan diawali dari depot menuju customer;
@FOR (customer (i) | i #EQ# 1 :
      @SUM (customer (J) | j #GT# 1 :x(i, j)) = x(1, 2)
);

!perjalanan akan berakhir di depot;
@FOR (customer (j) | j #EQ# 1 :
      @SUM (customer (i) | i #GT# 1 : x(i, j)) = 1
);

!pelaksanaan;
@FOR (customer (i)| i #NE# 1 :
      @FOR (customer (j) : T(j) >= T(i) + Bongkar(i) +
durasi(i, j) - R * (1 - x(i, j)))
);

!rute;
@FOR (customer (z) :
      @SUM(customer (i) | i #NE# z : x(i, z)) - @SUM(customer
(j) | j #NE# z : x(z, j)) = 0
);

! Variabel keputusan yang memiliki variabel biner;
@FOR (rute (i, j):
      @BIN(x(i, j)));

End
```

Hasil dari *solution report* pada *cluster* 5 :

```
  Global optimal solution found.
  Objective value:                              597.0000
  Objective bound:                              597.0000
  Infeasibilities:                              0.000000
  Extended solver steps:                               0
  Total solver iterations:                             0
  Elapsed runtime seconds:                          0.09


Rute yang paling optimal adalah:
rute pengiriman dari customer 1 ke customer 2 sebesar 137 km
rute pengiriman dari customer 2 ke customer 3 sebesar 284 km
```

rute pengiriman dari customer 3 ke customer 1 sebesar 176 km

```
  Model Class:                                   MILP

  Total variables:                 12
  Nonlinear variables:              0
  Integer variables:                9

  Total constraints:               15
  Nonlinear constraints:            0

  Total nonzeros:                  41
  Nonlinear nonzeros:               0


                             Variable           Value
Reduced Cost
                                    R       0.1000000E+08
0.000000
                           BONGKAR( 1)        60.00000
0.000000
                           BONGKAR( 2)        90.00000
0.000000
                           BONGKAR( 3)        60.00000
0.000000
                                 T( 1)        702.0000
0.000000
                                 T( 2)        0.000000
0.000000
                                 T( 3)        430.8000
0.000000
                              X( 1, 1)        0.000000
0.000000
                              X( 1, 2)        1.000000
137.0000
                              X( 1, 3)        0.000000
176.0000
                              X( 2, 1)        0.000000
137.0000
                              X( 2, 2)        0.000000
0.000000
                              X( 2, 3)        1.000000
284.0000
                              X( 3, 1)        1.000000
176.0000
                              X( 3, 2)        0.000000
284.0000
                              X( 3, 3)        0.000000
0.000000
```

D(1, 1)	0.000000
D(1, 2)	137.0000
D(1, 3)	176.0000
D(2, 1)	137.0000
D(2, 2)	0.000000
D(2, 3)	284.0000
D(3, 1)	176.0000
D(3, 2)	284.0000
D(3, 3)	0.000000
DURASI(1, 1)	0.000000
DURASI(1, 2)	164.4000
DURASI(1, 3)	211.2000
DURASI(2, 1)	164.4000
DURASI(2, 2)	0.000000
DURASI(3, 1)	211.2000
DURASI(3, 2)	340.8000
DURASI(3, 3)	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	597.0000	-1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000

6	0.000000
7	0.1000045E+08
8	9999910.
9	0.000000
10	0.000000
11	9999168.
12	9999940.
13	0.000000
14	0.000000
15	0.000000

0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000
0.000000

BIOGRAFI

Ricky Eka Yulianto lahir di Tuban, 03 Januari 1999. Anak pertama dari 1 saudara dari pasangan Tukianto Slamet dan Sri Kuswati. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN 1 Pakis Grabagan Tuban lulus tahun 2011, lalu melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama di MTsN 1 Rengel Tuban lulus tahun 2014, waktu masih sekolah di MTsN penulis aktif mengikuti kegiatan Ekstrakulikuler yaitu Pramuka dan ke mengikuti perlombaan di kejuaraan Atlit dan Atletik dan kemudian lanjutlah ke Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Rengel Tuban lulus tahun 2017. disaat SMA penulis aktif mengikuti kegiatan Ekstrakulikuler Bola Volly. Hingga pada tahun 2017 penulis memutuskan untuk melanjutkan pendidikan di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, penulis selama masa sekolah maupun dalam perkuliahan aktif dalam segala kegiatan UKM & HIMPUNAN dan menjadi divisi di HIMPUNAN yaitu CO-SDM (sumber daya manusia) sedangkan di UKM menjadi devisi Perlengkapan.