

## BAB V

### PELAKSANAAN DAN HASIL SIMULASI

#### 5.1 Data Simulasi

##### 5.1.1 Kasus pertama

Dalam kasus pertama ini perhitungan waktu siklus truk dan waktu siklus loader dapat dilihat pada lampiran B. Sedangkan data-data studi kasus yang pertama adalah sebagai berikut:

- a. Tipe tanah yang dikerjakan adalah tanah liat campur pasir.
- b. Jarak angkut loader untuk memuati truk adalah 10 m.
- c. Jarak angkut truk dari lokasi pemuatan ke lokasi penumpahan adalah 10 km.
- d. Lama operasi adalah 7 (tujuh) jam atau 420 menit/hari.
- e. Jenis loader yang digunakan mempunyai tenaga 120 HP dan kapasitas *bucket* (munjung)  $1,5 \text{ m}^3$ , serta dengan biaya sewa dan operasi 1 loader sebesar Rp 125.000,00 per jam.
- f. Jenis truk yang digunakan mempunyai tenaga 100 HP dan kapasitas *bucket* (munjung)  $4 \text{ m}^3$ , serta dengan biaya sewa dan operasi 1 truk sebesar Rp 42.000,00 per jam.
- g. Waktu siklus loader

Waktu siklus loader terdiri dari:

1. Waktu pelayanan loader untuk memuat 1 truk sampai penuh ( $XLoad$ ), dihasilkan oleh komputer dengan cara membangkitkan variabel acak memakai persamaan (3.48). Variabel acak tersebut merupakan interval antara waktu tercepat dengan waktu terlama, yaitu:

- waktu terlama = 2,22 menit (lihat lampiran B)
- waktu tercepat = 1,56 menit (lihat lampiran B)

Dalam program tertulis: *Exponensial* (2.22,1.56,  $XLoad$ )

2. Waktu tunggu loader ( $IdleLoader$ ), dihitung oleh komputer selama simulasi.

#### h. Waktu siklus truk

Dalam simulasi ini waktu siklus 1 truk terdiri dari:

1. Waktu truk dimuat loader sampai penuh atau waktu pelayanan loader ( $XLoad$ ).

2. Waktu angkut truk dari lokasi pemuatan ke lokasi penumpahan ( $XHaul$ ), dihasilkan oleh komputer dengan cara membangkitkan variabel acak memakai persamaan (3.48). Variabel acak tersebut merupakan interval antara waktu tercepat dengan waktu terlama, yaitu:

- waktu terlama = 34,23 menit (lihat lampiran B)
- waktu tercepat = 30,41 menit (lihat lampiran B)

Dalam program tertulis: *Exponensial* (34.23,30.41,  $XHaul$ )

3. Waktu tunggu truk di lokasi penumpahan ( $IdleDumping$ ), dihitung oleh komputer selama simulasi.

4. Waktu truk mengambil posisi untuk melakukan penumpahan ( $FPosition$ ), dihasilkan oleh komputer dengan cara membangkitkan variabel acak memakai persamaan (3.36). Variabel acak tersebut merupakan interval antara waktu tercepat dengan waktu terlama, yaitu:

- waktu terlama = 0,50 menit (lihat lampiran B).
- waktu tercepat = 0,20 menit (lihat lampiran B).

Dalam program tertulis: *Uniform (0.20,0.50, FPosition)*.

5. Waktu truk melakukan penumpahan ( $XDump$ ), dihasilkan oleh komputer dengan cara membangkitkan variabel acak memakai persamaan (3.48). Variabel acak tersebut merupakan interval antara waktu tercepat dengan waktu terlama, yaitu:

- waktu terlama = 1,75 menit (kondisi operasi kerja baik) (Rochmanhadi, 1987).
- waktu tercepat = 0,60 menit (kondisi operasi kerja kurang) (Rochmanhadi, 1987).

Dalam program tertulis: *Exponensial (1.75,0.60, XDump)*.

6. Waktu kembali truk ke lokasi pemuatan ( $XReturn$ ), dihasilkan oleh komputer dengan cara membangkitkan variabel acak memakai persamaan (3.48). Variabel acak tersebut merupakan interval antara waktu tercepat dengan waktu terlama, yaitu:

- waktu terlama = 21,38 menit (lihat lampiran B).
- waktu tercepat = 17,88 menit (lihat lampiran B).

Dalam program tertulis: *Exponensial (21.38,17.88, XReturn)*.

7. Waktu tunggu truk untuk mendapatkan pelayanan loader (*IdleLoading*), dihitung oleh komputer selama simulasi.
8. Waktu truk untuk mendekati loader (*I:Spot*), dihasilkan oleh komputer dengan cara membangkitkan variabel acak memakai persamaan (3.36). Variabel acak tersebut merupakan interval antara waktu tercepat dengan waktu terlama, yaitu:
  - waktu terlama = 0,50 menit (kondisi operasi kerja baik) (Rochmanhadi, 1987).
  - waktu tercepat = 0,20 menit (kondisi operasi kerja kurang) (Rochmanhadi, 1987).

Dalam program tertulis: *Uniform (0.20,0.50, I:Spot)*.

### 5.1.2 Kasus kedua

Dalam kasus kedua ini perhitungan waktu siklus truk dan waktu siklus loader dapat dilihat pada lampiran B. Sedangkan data-data studi kasus yang kedua adalah sebagai berikut:

- a. Tipe tanah yang dikerjakan adalah tanah liat campur pasir.
- b. Jarak angkut loader untuk memuati truk adalah 10 m.
- c. Jarak angkut truk dari lokasi pemuatan ke lokasi penumpahan adalah 10 km.
- d. Lama operasi adalah 7 (tujuh) jam atau 420 menit/hari.
- e. Jenis loader yang digunakan mempunyai tenaga 120 HP dan kapasitas *bucket* (munjung)  $0,8 \text{ m}^3$ , serta dengan biaya sewa dan operasi 1 loader sebesar Rp 125.000,00 per jam.
- f. Jenis truk yang digunakan mempunyai tenaga 100 HP dan kapasitas *bucket* (munjung)  $4,5 \text{ m}^3$ , serta dengan biaya sewa dan operasi 1 truk sebesar Rp

42.000,00 per jam.

g. Waktu siklus loader

Waktu siklus loader terdiri dari:

1. Waktu pelayanan loader untuk memuat 1 truk sampai penuh ( $XLoad$ ), dihasilkan oleh komputer dengan cara membangkitkan variabel acak memakai persamaan (3.48). Variabel acak tersebut merupakan interval antara waktu tercepat dengan waktu terlama, yaitu:

- waktu terlama = 3,92 menit (lihat lampiran B)
- waktu tercepat = 3,01 menit (lihat lampiran B)

Dalam program tertulis: *Exponensial* (3.92,3.01,  $XLoad$ )

2. Waktu tunggu loader ( $IdleLoader$ ), dihitung oleh komputer selama simulasi.

h. Waktu siklus truk

Dalam simulasi ini waktu siklus 1 truk terdiri dari:

1. Waktu truk dimuat loader sampai penuh atau waktu pelayanan loader ( $XLoad$ ).
2. Waktu angkut truk dari lokasi pemuatan ke lokasi penumpahan ( $XHaul$ ), dihasilkan oleh komputer dengan cara membangkitkan variabel acak memakai persamaan (3.48). Variabel acak tersebut merupakan interval antara waktu tercepat dengan waktu terlama, yaitu:

- waktu terlama = 40,79 menit (lihat lampiran B)
- waktu tercepat = 34,23 menit (lihat lampiran B)

Dalam program tertulis: *Exponensial* (40.79,34.23,  $XHaul$ )

3. Waktu tunggu truk di lokasi penumpahan (*IdleDumping*), dihitung oleh komputer selama simulasi.
4. Waktu truk mengambil posisi untuk melakukan penumpahan (*FPosition*), dihasilkan oleh komputer dengan cara membangkitkan variabel acak memakai persamaan (3.36). Variabel acak tersebut merupakan interval antara waktu tercepat dengan waktu terlama, yaitu:

- waktu terlama = 0,50 menit (lihat lampiran B).
- waktu tercepat = 0,20 menit (lihat lampiran B).

Dalam program tertulis: *Uniform (0.20,0.50, FPosition)*.

5. Waktu truk melakukan penumpahan (*XDump*), dihasilkan oleh komputer dengan cara membangkitkan variabel acak memakai persamaan (3.48). Variabel acak tersebut merupakan interval antara waktu tercepat dengan waktu terlama, yaitu:

- waktu terlama = 1,75 menit (kondisi operasi kerja baik) (Rochmanhadi, 1987).
- waktu tercepat = 0,60 menit (kondisi operasi kerja kurang) (Rochmanhadi, 1987).

Dalam program tertulis: *Exponensial (1.75,0.60, XDump)*.

6. Waktu kembali truk ke lokasi pemuatan (*XReturn*), dihasilkan oleh komputer dengan cara membangkitkan variabel acak memakai persamaan (3.48). Variabel acak tersebut merupakan interval antara waktu tercepat dengan waktu terlama, yaitu:

- waktu terlama = 21,38 menit (lihat lampiran B).
- waktu tercepat = 17,88 menit (lihat lampiran B).

Dalam program tertulis: *Exponensial* (21.38,17.88, *XReturn*).

7. Waktu tunggu truk untuk mendapatkan pelayanan loader (*IdleLoading*), dihitung oleh komputer selama simulasi.
8. Waktu truk untuk mendekati loader (*FSpot*), dihasilkan oleh komputer dengan cara membangkitkan variabel acak memakai persamaan (3.36). Variabel acak tersebut merupakan interval antara waktu tercepat dengan waktu terlama, yaitu:
  - waktu terlama = 0,50 menit (kondisi operasi kerja baik) (Rochmanhadi, 1987).
  - waktu tercepat = 0,20 menit (kondisi operasi kerja kurang) (Rochmanhadi, 1987).

Dalam program tertulis: *Uniform* (0.20,0.50, *FSpot*).

## 5.2 Pelaksanaan Simulasi

Proses pelaksanaan simulasi dengan program SIM.EXE dilakukan dengan urutan sebagai berikut:

- a. Untuk satu lokasi penumpahan, dilakukan simulasi terhadap 1 loader, 2 loader, 3 loader, dan 4 loader terhadap berbagai jumlah truk yang dilayani (5 sampai 30 truk).
- b. Untuk lokasi penumpahan ditambah menjadi 2 buah, dilakukan simulasi seperti pada langkah (a) di atas, yaitu simulasi terhadap 1 loader, 2 loader, 3 loader, dan 4 loader terhadap berbagai jumlah truk yang dilayani (5 sampai 30 truk). Proses ini dilakukan untuk menganalisa kepekaan sistem, yaitu pengaruh penambahan lokasi penumpahan terhadap biaya satuan pekerjaan, produksi

total dan efisiensi operasi rata-rata loader dan truk.

- c. Pemasukan simulasi selain jumlah truk (5 sampai 30 truk), jumlah loader (1 sampai 4 truk), dan jumlah kapasitas penumpahan (1 sampai 2 buah), juga biaya sewa dan operasi 1 truk per jam (Rp 42.000,00 /jam), biaya sewa dan operasi 1 loader per jam (Rp 125.000,00 /jam), dan lama operasi/waktu pekerjaan per hari (420 menit).

### 5.3 Hasil Simulasi

Pada simulasi Monte Carlo, setiap kali iterasi akan memberi hasil keluaran yang berbeda untuk masukan terkendali yang sama. Untuk mengatasi hal itu, salah satu cara dan yang digunakan dalam model tugas akhir ini, yaitu *random sampling*. Metoda ini melakukan simulasi sebanyak mungkin dan kemudian mengambil harga rata-rata dari sejumlah keluaran tersebut. Pada model tugas akhir ini dilakukan simulasi sebanyak 100 kali iterasi.

Hasil rata-rata simulasi operasi antara loader dengan truk dalam pekerjaan pemindahan tanah yang berjarak tetap memakai program SIM.EXE dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini.



### 5.3.1 Studi kasus pertama

#### A. Satu (1) lokasi penumpahan

Tabel 5.1 Hasil simulasi kasus pertama untuk 1 loader dan 1 lokasi penumpahan

Jumlah Truk	Efisiensi truk (%)	Efisiensi loader (%)	Total biaya per hari (Rp)	Produksi total alat (ton/hari)	Biaya satuan produksi alat (Rp/ton)
5	81,03	13,65	2.345.000,00	281,69	8.716,33
6	79,73	15,37	2.639.000,00	327,01	8.645,87
7	79,14	16,58	2.933.000,00	359,20	8.571,52
8	77,52	19,09	3.227.000,00	405,62	██████████
9	75,57	20,52	3.521.000,00	427,07	8.764,11
10	74,37	22,27	3.815.000,00	464,42	8.835,37
11	72,99	23,05	4.109.000,00	487,41	8.949,57
12	71,39	24,83	4.403.000,00	508,24	9.139,86
13	70,69	26,07	4.697.000,00	546,94	9.148,72
14	69,90	27,09	4.991.000,00	570,40	9.261,64
15	68,51	28,16	5.285.000,00	587,58	9.478,03
16	67,62	29,06	5.579.000,00	605,96	9.670,19
17	66,75	31,07	5.873.000,00	633,60	9.872,65
18	65,49	31,99	6.167.000,00	666,17	9.946,06
19	64,39	32,40	6.461.000,00	681,73	10.000,82
20	63,21	33,83	6.755.000,00	699,27	10.055,56
21	62,07	34,34	7.049.000,00	709,54	10.214,91
22	61,62	35,48	7.343.000,00	737,93	10.301,46
23	61,19	36,30	7.637.000,00	751,54	10.336,36
24	60,61	37,88	7.931.000,00	772,47	10.656,39
25	60,23	38,73	8.225.000,00	795,35	10.700,83
26	59,37	39,25	8.519.000,00	801,80	10.842,21
27	59,20	40,71	8.813.000,00	832,79	10.993,41
28	58,46	41,03	9.107.000,00	850,69	11.084,88
29	57,95	42,26	9.401.000,00	868,68	11.182,45
30	56,36	43,34	9.695.000,00	892,90	11.321,53

Tabel 5.2 Hasil simulasi kasus pertama untuk 2 loader dan 1 lokasi penumpahan

Jumlah Truk	Efisiensi truk (%)	Efisiensi loader (%)	Total biaya per hari (Rp)	Produksi total alat (ton/hari)	Biaya satuan produksi alat (Rp/ton)
5	84,86	7,09	3.220.000,00	303,64	11.276,95
6	84,59	8,30	3.514.000,00	344,03	10.989,26
7	84,11	9,28	3.808.000,00	404,66	10.551,16
8	83,36	10,15	4.102.000,00	443,26	10.324,23
9	82,81	11,05	4.396.000,00	475,24	10.126,66
10	81,65	12,36	4.690.000,00	506,23	9.835,25
11	80,71	13,11	4.984.000,00	537,66	9.525,42
12	80,09	14,17	5.278.000,00	581,15	9.459,57
13	79,33	15,09	5.572.000,00	615,94	9.368,31
14	79,15	16,02	5.866.000,00	663,57	██████████
15	78,41	16,81	6.160.000,00	692,30	9.450,47
16	76,30	16,94	6.454.000,00	707,61	9.479,14
17	75,98	17,80	6.748.000,00	724,91	9.569,78
18	75,37	18,57	7.042.000,00	765,88	9.681,25
19	74,16	19,13	7.336.000,00	784,84	9.732,69
20	73,97	20,01	7.630.000,00	813,46	9.787,80
21	72,84	20,29	7.924.000,00	841,07	9.868,31
22	71,99	20,69	8.218.000,00	872,39	9.990,12
23	71,09	21,21	8.512.000,00	894,06	10.010,11
24	70,07	22,01	8.806.000,00	912,24	10.181,63
25	69,50	22,16	9.100.000,00	920,53	10.202,91
26	69,01	22,88	9.394.000,00	946,66	10.360,95
27	68,87	23,19	9.688.000,00	965,78	10.442,12
28	68,58	23,50	9.982.000,00	995,75	10.556,14
29	67,74	24,10	10.276.000,00	1.002,00	10.785,30
30	66,90	24,56	10.570.000,00	1.020,00	11.063,62

Tabel 5.3 Hasil simulasi kasus pertama untuk 3 loader dan 1 lokasi penumpahan

Jumlah truk	Efisiensi truk (%)	Efisiensi loader (%)	Total biaya per hari (Rp)	Produksi total alat (ton/hari)	Biaya satuan produksi alat (Rp/ton)
5	86,32	4,89	4.095.000,00	310,79	14.227,29
6	85,30	5,74	4.389.000,00	360,95	13.783,87
7	84,54	6,39	4.683.000,00	407,56	12.931,41
8	84,12	7,18	4.977.000,00	448,24	12.070,22
9	83,99	7,72	5.271.000,00	493,48	11.677,36
10	82,82	8,37	5.565.000,00	536,54	11.198,65
11	82,59	9,30	5.859.000,00	572,31	10.766,13
12	82,31	9,73	6.153.000,00	621,42	10.643,17
13	82,03	10,53	6.447.000,00	646,07	10.449,63
14	81,50	10,94	6.741.000,00	699,56	10.332,01
15	81,05	11,40	7.035.000,00	733,93	10.292,11
16	80,48	12,01	7.329.000,00	747,66	10.127,42
17	79,64	12,50	7.623.000,00	797,24	10.028,66
18	79,15	13,15	7.917.000,00	813,41	████████
19	78,52	13,44	8.211.000,00	835,60	10.163,49
20	77,94	13,77	8.505.000,00	863,41	10.275,17
21	76,90	14,05	8.799.000,00	870,69	10.304,46
22	76,50	14,72	9.093.000,00	930,36	10.400,10
23	76,27	15,02	9.387.000,00	945,56	10.483,15
24	75,87	15,55	9.681.000,00	964,23	10.527,35
25	74,64	15,83	9.975.000,00	988,59	10.570,40
26	73,37	16,15	10.269.000,00	997,24	10.635,41
27	73,07	16,92	10.563.000,00	1.049,04	10.701,44
28	71,91	17,02	10.857.000,00	1.061,65	10.813,99
29	71,13	17,26	11.151.000,00	1.079,88	11.000,42
30	70,51	17,63	11.445.000,00	1.098,69	11.192,18

Tabel 5.4 Hasil simulasi kasus pertama untuk 4 loader dan 1 lokasi penumpahan

Jumlah truk	Efisiensi truk (%)	Efisiensi loader (%)	Total biaya per hari (Rp)	Produksi total alat (ton/hari)	Biaya satuan produksi alat (Rp/ton)
5	85,99	3,78	4.970.000,00	312,49	17.082,75
6	85,88	4,22	5.264.000,00	361,59	16.712,40
7	85,22	5,00	5.558.000,00	409,53	15.489,63
8	84,58	5,54	5.852.000,00	465,96	14.462,76
9	84,24	6,03	6.146.000,00	502,31	13.384,02
10	83,88	6,80	6.440.000,00	552,79	12.899,20
11	83,66	7,10	6.734.000,00	595,00	12.398,02
12	83,14	7,53	7.028.000,00	643,70	12.001,03
13	82,95	8,06	7.322.000,00	684,11	11.940,70
14	82,91	8,62	7.616.000,00	713,30	11.561,59
15	82,02	9,00	7.910.000,00	743,40	11.386,57
16	81,89	9,34	8.204.000,00	781,31	11.144,09
17	81,14	9,86	8.498.000,00	819,67	10.953,00
18	80,78	10,03	8.792.000,00	843,56	10.872,73
19	79,88	10,25	9.086.000,00	865,38	10.794,36
20	79,09	10,93	9.380.000,00	905,44	10.601,74
21	78,81	11,48	9.674.000,00	946,29	10.516,07
22	78,52	11,68	9.968.000,00	984,81	10.475,96
23	78,01	12,06	10.262.000,00	997,04	█
24	77,88	12,24	10.556.000,00	1.012,93	10.703,22
25	77,61	12,43	10.850.000,00	1.047,74	10.804,58
26	77,18	12,82	11.144.000,00	1.076,36	10.890,73
27	76,48	13,01	11.438.000,00	1.081,62	10.994,82
28	74,84	13,33	11.732.000,00	1.110,07	11.002,02
29	74,23	13,45	12.026.000,00	1.125,66	11.105,99
30	72,87	13,86	12.320.000,00	1.162,93	11.416,64

### B. Dua (2) lokasi penumpahan

Tabel 5.5 Hasil simulasi kasus pertama untuk 1 loader dan 2 lokasi penumpahan

Jumlah Truk	Efisiensi truk (%)	Efisiensi loader (%)	Total biaya per hari (Rp)	Produksi total alat (ton/hari)	Biaya satuan produksi alat (Rp/ton)
5	81,70	13,73	2.345.000,00	283,33	8.683,59
6	80,36	15,52	2.639.000,00	331,17	8.519,58
7	79,77	17,58	2.933.000,00	369,30	8.381,22
8	79,01	20,87	3.227.000,00	428,94	██████████
9	77,49	21,25	3.521.000,00	438,50	8.424,68
10	75,24	22,52	3.815.000,00	470,70	8.594,68
11	74,60	24,23	4.109.000,00	500,76	8.611,38
12	73,86	25,17	4.403.000,00	523,94	8.729,95
13	73,44	26,86	4.697.000,00	569,24	8.894,53
14	70,97	27,75	4.991.000,00	585,31	8.939,21
15	70,45	29,06	5.285.000,00	605,72	9.108,20
16	69,26	30,86	5.579.000,00	633,67	9.271,25
17	68,61	31,37	5.873.000,00	657,27	9.382,96
18	67,72	32,42	6.167.000,00	672,28	9.590,06
19	65,92	32,83	6.461.000,00	696,52	9.861,77
20	65,00	34,05	6.755.000,00	717,81	10.017,11
21	64,72	35,89	7.049.000,00	732,72	10.023,43
22	64,35	36,06	7.343.000,00	746,19	10.206,45
23	63,54	36,55	7.637.000,00	762,38	10.254,75
24	62,72	38,56	7.931.000,00	791,96	10.395,94
25	62,39	39,96	8.225.000,00	818,29	10.423,47
26	61,60	40,35	8.519.000,00	830,04	10.471,22
27	61,25	41,14	8.813.000,00	878,75	10.569,63
28	59,85	43,04	9.107.000,00	881,45	10.613,85
29	59,56	44,17	9.401.000,00	908,56	10.806,18
30	58,64	44,89	9.695.000,00	920,55	11.015,41

Tabel 5.6 Hasil simulasi kasus pertama untuk 2 loader dan 2 lokasi penumpahan

Jumlah truk	Efisiensi truk (%)	Efisiensi loader (%)	Total biaya per hari (Rp)	Produksi total alat (ton/hari)	Biaya satuan Produksi alat (Rp/ton)
5	85,66	7,29	3.220.000,00	308,60	11.094,96
6	84,49	8,53	3.514.000,00	354,13	10.646,35
7	83,92	9,58	3.808.000,00	424,41	10.403,11
8	83,68	10,43	4.102.000,00	456,22	10.307,75
9	83,17	11,69	4.396.000,00	481,85	9.949,68
10	82,83	12,52	4.690.000,00	514,38	9.728,23
11	81,85	13,14	4.984.000,00	550,81	9.416,78
12	81,15	14,58	5.278.000,00	593,81	9.353,08
13	80,70	15,24	5.572.000,00	627,24	9.288,30
14	80,63	16,16	5.866.000,00	669,19	
15	79,57	17,13	6.160.000,00	697,68	9.275,79
16	79,23	17,52	6.454.000,00	724,92	9.350,03
17	78,97	18,27	6.748.000,00	756,96	9.479,43
18	77,03	18,75	7.042.000,00	775,51	9.574,07
19	76,65	19,49	7.336.000,00	822,13	9.629,64
20	75,71	20,11	7.630.000,00	831,00	9.743,45
21	75,03	20,37	7.924.000,00	859,87	9.832,87
22	73,43	20,97	8.218.000,00	899,24	9.891,81
23	73,16	21,39	8.512.000,00	910,59	9.962,00
24	72,92	22,24	8.806.000,00	931,51	10.055,88
25	72,69	22,48	9.100.000,00	976,69	10.146,65
26	71,80	23,77	9.394.000,00	990,14	10.299,94
27	71,11	24,09	9.688.000,00	1.001,94	10.395,12
28	70,90	24,74	9.982.000,00	1.025,21	10.529,39
29	70,33	25,06	10.276.000,00	1.047,22	10.738,06
30	69,76	25,38	10.570.000,00	1.081,50	10.982,72

Tabel 5.7 Hasil simulasi kasus pertama untuk 3 loader dan 2 lokasi penumpahan

Jumlah truk	Efisiensi Truk (%)	Efisiensi loader (%)	Total biaya per hari (Rp)	Produksi total alat (ton/hari)	Biaya satuan produksi alat (Rp/ton)
5	86,90	4,97	4.095.000,00	316,18	13.983,52
6	86,36	5,89	4.389.000,00	367,93	12.899,03
7	85,78	6,46	4.683.000,00	415,60	12.458,63
8	85,29	7,33	4.977.000,00	459,17	11.712,12
9	84,74	7,89	5.271.000,00	515,08	11.397,43
10	84,64	8,79	5.565.000,00	539,73	10.857,49
11	84,18	9,40	5.859.000,00	580,89	10.624,90
12	83,95	10,23	6.153.000,00	625,44	10.567,18
13	83,33	10,61	6.447.000,00	654,70	10.352,56
14	83,14	11,19	6.741.000,00	719,38	10.195,61
15	82,97	11,57	7.035.000,00	746,89	10.006,06
16	82,20	12,13	7.329.000,00	769,06	9.886,13
17	81,86	12,82	7.623.000,00	806,72	
18	81,19	13,37	7.917.000,00	826,97	9.809,33
19	80,98	13,88	8.211.000,00	863,49	9.939,86
20	80,21	14,17	8.505.000,00	891,32	10.013,12
21	79,41	14,37	8.799.000,00	927,84	10.149,28
22	78,50	14,83	9.093.000,00	948,31	10.223,96
23	77,90	15,25	9.387.000,00	968,83	10.309,85
24	77,45	15,85	9.681.000,00	979,94	10.369,94
25	76,66	16,10	9.975.000,00	1.001,20	10.460,16
26	76,43	16,93	10.269.000,00	1.022,49	10.578,70
27	75,69	17,13	10.563.000,00	1.083,12	10.624,20
28	75,12	17,90	10.857.000,00	1.103,91	10.783,91
29	74,90	18,10	11.151.000,00	1.119,51	10.840,31
30	74,52	18,26	11.445.000,00	1.133,03	10.915,66

Tabel 5.8 Hasil simulasi kasus pertama untuk 4 loader dan 2 lokasi penumpahan

Jumlah truk	Efisiensi truk (%)	Efisiensi loader (%)	Total biaya per hari (Rp)	Produksi total alat (ton/hari)	Biaya satuan produksi alat (Rp/ton)
5	87,05	3,78	4.970.000,00	318,47	16.722,56
6	86,66	4,46	5.264.000,00	371,16	16.013,51
7	86,30	5,27	5.558.000,00	422,39	14.337,73
8	86,19	5,83	5.852.000,00	484,08	13.534,55
9	85,84	6,16	6.146.000,00	516,07	12.877,00
10	85,21	7,27	6.440.000,00	555,69	12.598,39
11	84,97	7,73	6.734.000,00	617,19	12.231,74
12	84,48	8,26	7.028.000,00	656,89	11.963,69
13	83,91	8,66	7.322.000,00	699,40	11.664,04
14	83,56	8,94	7.616.000,00	715,15	11.487,68
15	83,20	9,26	7.910.000,00	750,85	11.315,34
16	82,97	9,46	8.204.000,00	797,60	11.054,02
17	82,47	10,01	8.498.000,00	821,49	10.940,32
18	82,25	10,57	8.792.000,00	868,72	10.766,54
19	82,02	10,82	9.086.000,00	896,20	10.579,48
20	81,83	11,25	9.380.000,00	940,00	10.497,26
21	81,22	11,72	9.674.000,00	963,94	10.210,53
22	80,91	12,17	9.968.000,00	994,09	██████████
23	80,27	12,39	10.262.000,00	1.012,34	10.277,63
24	79,74	12,69	10.556.000,00	1.035,83	10.321,44
25	78,99	12,77	10.850.000,00	1.060,89	10.540,77
26	78,26	13,45	11.144.000,00	1.081,20	10.646,34
27	77,91	13,52	11.438.000,00	1.121,42	10.783,41
28	77,59	13,73	11.732.000,00	1.141,87	10.864,81
29	77,02	13,95	12.026.000,00	1.176,56	11.038,02
30	76,81	14,22	12.320.000,00	1.186,40	11.149,73



### 5.3.2 Studi kasus kedua

#### A. Satu (1) lokasi penumpahan

Tabel 5.9 Hasil simulasi kasus kedua untuk 1 loader dan 1 lokasi penumpahan

Jumlah Truk	Efisiensi truk (%)	Efisiensi loader (%)	Total biaya per hari (Rp)	Produksi total alat (ton/hari)	Biaya satuan produksi alat (Rp/ton)
5	78,32	39,88	2.345.000,00	244,78	11.080,85
6	75,88	40,78	2.639.000,00	274,95	10.814,37
7	74,86	41,21	2.933.000,00	309,00	10.669,93
8	71,47	41,99	3.227.000,00	329,32	10.420,29
9	70,46	42,76	3.521.000,00	365,01	10.281,25
10	69,18	44,36	3.815.000,00	385,00	██████████
11	66,47	45,29	4.109.000,00	409,03	10.555,63
12	64,42	46,42	4.403.000,00	429,89	10.967,76
13	63,55	47,21	4.697.000,00	453,46	11.439,05
14	62,33	47,90	4.991.000,00	469,84	11.895,69
15	61,52	48,91	5.285.000,00	485,58	12.345,36
16	60,63	49,53	5.579.000,00	496,75	12.681,75
17	58,06	50,03	5.873.000,00	510,37	13.156,10
18	57,74	50,67	6.167.000,00	526,26	13.551,86
19	56,92	51,24	6.461.000,00	537,14	14.115,29
20	55,55	51,96	6.755.000,00	550,30	14.528,49
21	54,84	52,38	7.049.000,00	563,23	14.888,05
22	53,99	53,02	7.343.000,00	579,05	15.369,11
23	52,82	53,39	7.637.000,00	589,35	15.793,59
24	51,33	53,83	7.931.000,00	603,25	15.938,39
25	50,48	54,21	8.225.000,00	613,84	16.346,77
26	49,51	54,66	8.519.000,00	631,92	16.790,14
27	48,18	55,10	8.813.000,00	640,31	17.285,70
28	46,78	55,72	9.107.000,00	653,49	17.742,68
29	45,06	56,33	9.401.000,00	662,84	18.376,20
30	44,13	56,89	9.695.000,00	675,82	19.047,19

Tabel 5.10 Hasil simulasi kasus kedua untuk 2 loader dan 1 lokasi penumpahan

Jumlah truk	Efisiensi truk (%)	Efisiensi loader (%)	Total biaya per hari (Rp)	Produksi total alat (ton/hari)	Biaya satuan produksi alat (Rp/ton)
5	83,55	17,50	3.220.000,00	264,99	13.730,83
6	82,31	18,46	3.514.000,00	302,58	13.492,81
7	81,06	19,43	3.808.000,00	342,49	13.225,98
8	80,21	20,74	4.102.000,00	382,35	12.992,06
9	79,28	21,81	4.396.000,00	413,29	12.744,33
10	77,83	22,77	4.690.000,00	445,62	12.635,27
11	76,49	23,82	4.984.000,00	464,71	12.364,52
12	75,36	24,53	5.278.000,00	499,16	11.999,49
13	74,07	25,17	5.572.000,00	533,16	11.765,25
14	73,02	25,99	5.866.000,00	552,41	11.547,88
15	72,27	27,17	6.160.000,00	570,31	11.241,07
16	71,86	27,97	6.454.000,00	608,01	
17	70,81	28,65	6.748.000,00	626,61	11.265,75
18	69,85	29,53	7.042.000,00	638,34	11.504,98
19	68,75	30,47	7.336.000,00	664,96	11.957,32
20	67,94	31,11	7.630.000,00	690,53	12.181,14
21	67,17	31,75	7.924.000,00	719,31	12.364,52
22	66,60	32,22	8.218.000,00	734,43	12.635,27
23	65,90	32,77	8.512.000,00	753,15	12.810,45
24	65,07	33,56	8.806.000,00	771,10	13.059,22
25	64,77	34,52	9.100.000,00	789,56	13.429,00
26	64,16	35,06	9.394.000,00	810,54	13.551,86
27	63,70	35,56	9.688.000,00	830,56	13.893,34
28	62,83	36,09	9.982.000,00	845,75	14.105,36
29	62,27	36,53	10.276.000,00	855,70	14.503,72
30	61,65	37,11	10.570.000,00	867,88	14.679,87

Tabel 5.11 Hasil simulasi kasus kedua untuk 3 loader dan 1 lokasi penumpahan

Jumlah truk	Efisiensi truk (%)	Efisiensi loader (%)	Total biaya per hari (Rp)	Produksi total alat (ton/hari)	Biaya satuan produksi alat (Rp/ton)
5	84,29	12,21	4.095.000,00	272,76	16.094,03
6	83,70	12,84	4.389.000,00	313,94	15.884,82
7	83,26	13,32	4.683.000,00	355,73	15.441,90
8	82,88	13,76	4.977.000,00	397,50	15.268,58
9	82,24	14,04	5.271.000,00	438,28	14.973,15
10	81,75	14,69	5.565.000,00	461,59	14.610,54
11	80,63	15,02	5.859.000,00	496,19	14.315,32
12	80,00	15,65	6.153.000,00	539,15	14.031,65
13	79,43	16,17	6.447.000,00	568,11	13.884,82
14	78,60	16,60	6.741.000,00	603,79	13.522,25
15	77,76	17,27	7.035.000,00	630,53	13.286,73
16	76,83	18,07	7.329.000,00	650,48	13.080,64
17	76,06	18,80	7.623.000,00	677,67	12.864,98
18	75,68	19,94	7.917.000,00	710,70	12.522,25
19	74,78	20,48	8.211.000,00	733,26	12.216,78
20	73,70	21,19	8.505.000,00	760,22	11.941,16
21	72,80	21,73	8.799.000,00	786,79	█
22	71,90	22,33	9.093.000,00	810,85	11.962,31
23	70,91	23,16	9.387.000,00	824,84	12.181,04
24	69,72	23,60	9.681.000,00	855,57	12.315,32
25	69,07	24,22	9.975.000,00	869,23	12.649,17
26	68,84	24,88	10.269.000,00	879,97	12.733,94
27	68,30	25,43	10.563.000,00	901,36	12.941,16
28	67,58	25,92	10.857.000,00	918,35	13.156,13
29	66,67	26,36	11.151.000,00	927,44	13.369,46
30	66,09	26,94	11.445.000,00	945,63	13.577,33

Tabel 5.12 Hasil simulasi kasus kedua untuk 4 loader dan 1 lokasi penumpahan

Jumlah truk	Efisiensi truk (%)	Efisiensi loader (%)	Total biaya per hari (Rp)	Produksi total alat (ton/hari)	Biaya satuan produksi alat (Rp/ton)
5	84,99	9,33	4.970.000,00	274,33	19.695,18
6	84,21	10,28	5.264.000,00	322,65	18.629,01
7	83,80	11,10	5.558.000,00	361,25	17.860,48
8	83,25	11,87	5.852.000,00	406,15	16.975,93
9	82,84	12,22	6.146.000,00	442,74	15.701,92
10	82,26	12,94	6.440.000,00	472,32	15.398,81
11	81,93	13,40	6.734.000,00	512,90	15.219,86
12	81,54	14,01	7.028.000,00	554,66	14.959,68
13	81,14	14,43	7.322.000,00	582,02	14.873,74
14	80,82	14,77	7.616.000,00	614,16	14.600,68
15	80,27	15,33	7.910.000,00	645,33	14.503,72
16	79,75	16,16	8.204.000,00	678,95	14.287,71
17	79,30	16,71	8.498.000,00	690,72	14.122,66
18	78,82	17,25	8.792.000,00	727,11	13.912,89
19	78,23	17,72	9.086.000,00	758,02	13.871,04
20	77,63	18,03	9.380.000,00	779,19	13.427,42
21	76,92	18,49	9.674.000,00	808,36	13.287,71
22	76,24	18,88	9.968.000,00	826,04	13.087,55
23	75,79	19,02	10.262.000,00	855,64	12.931,56
24	75,19	19,27	10.556.000,00	886,38	12.599,20
25	74,20	19,52	10.850.000,00	918,12	
26	73,53	19,81	11.144.000,00	928,44	12.504,37
27	72,61	20,33	11.438.000,00	939,47	12.589,81
28	71,90	20,70	11.732.000,00	958,52	12.812,28
29	71,13	21,14	12.026.000,00	980,89	13.028,39
30	70,26	21,27	12.320.000,00	993,92	13.206,94

### B. Dua (2) lokasi penumpahan

Tabel 5.13 Hasil simulasi kasus kedua untuk 1 loader dan 2 lokasi penumpahan

Jumlah Truk	Efisiensi truk (%)	Efisiensi loader (%)	Total biaya per hari (Rp)	Produksi total alat (ton/hari)	Biaya satuan produksi alat (Rp/ton)
5	79,12	43,97	2.345.000,00	246,67	10.967,76
6	76,30	44,79	2.639.000,00	276,01	10.778,33
7	74,92	45,93	2.933.000,00	309,92	10.558,72
8	73,36	46,56	3.227.000,00	342,43	10.385,99
9	71,71	47,35	3.521.000,00	376,89	10.197,85
10	69,70	48,24	3.815.000,00	390,42	██████████
11	68,01	49,05	4.109.000,00	421,65	10.472,41
12	65,62	49,79	4.403.000,00	442,02	10.890,05
13	64,22	50,37	4.697.000,00	451,32	11.326,31
14	63,10	51,24	4.991.000,00	474,49	11.679,46
15	62,23	51,77	5.285.000,00	483,38	12.194,29
16	61,14	52,14	5.579.000,00	503,70	12.505,50
17	59,96	52,80	5.873.000,00	522,14	12.984,08
18	58,66	53,24	6.167.000,00	532,81	13.268,08
19	57,64	53,76	6.461.000,00	542,96	13.965,54
20	56,32	54,12	6.755.000,00	558,96	14.302,40
21	55,53	54,56	7.049.000,00	567,79	14.685,94
22	54,51	54,91	7.343.000,00	580,88	14.933,86
23	53,70	55,27	7.637.000,00	598,04	15.305,86
24	52,66	55,63	7.931.000,00	611,82	15.822,77
25	51,69	56,10	8.225.000,00	624,17	16.154,36
26	50,26	56,34	8.519.000,00	636,76	16.559,15
27	49,74	56,71	8.813.000,00	644,36	17.077,62
28	48,64	57,13	9.107.000,00	654,33	17.314,13
29	47,63	57,44	9.401.000,00	666,02	18.154,36
30	46,18	57,92	9.695.000,00	677,99	18.834,10

Tabel 5.14 Hasil simulasi kasus kedua untuk 2 loader dan 2 lokasi penumpahan

Jumlah truk	Efisiensi truk (%)	Efisiensi loader (%)	Total biaya per hari (Rp)	Produksi total alat (ton/hari)	Biaya satuan Produksi alat (Rp/ton)
5	83,68	22,18	3.220.000,00	268,36	13.492,81
6	82,57	22,88	3.514.000,00	304,54	13.149,11
7	81,72	23,59	3.808.000,00	347,99	12.967,64
8	80,64	24,26	4.102.000,00	382,77	12.796,45
9	79,63	24,94	4.396.000,00	418,60	12.451,97
10	78,52	25,74	4.690.000,00	455,86	12.217,95
11	77,75	26,35	4.984.000,00	478,26	12.041,55
12	76,83	27,21	5.278.000,00	507,93	11.578,96
13	75,93	28,22	5.572.000,00	540,30	11.403,08
14	74,61	29,11	5.866.000,00	557,42	11.123,09
15	73,72	29,64	6.160.000,00	587,94	10.826,21
16	72,87	30,60	6.454.000,00	620,35	
17	72,17	31,50	6.748.000,00	641,83	10.866,10
18	71,40	32,12	7.042.000,00	662,87	11.195,69
19	70,79	32,78	7.336.000,00	688,10	11.346,27
20	69,19	33,58	7.630.000,00	696,63	11.584,32
21	68,32	34,06	7.924.000,00	722,63	11.859,34
22	67,74	34,51	8.218.000,00	747,59	12.041,55
23	67,24	34,99	8.512.000,00	753,70	12.347,15
24	66,74	35,41	8.806.000,00	773,17	12.730,83
25	66,25	35,73	9.100.000,00	798,49	12.967,64
26	65,83	36,17	9.394.000,00	816,33	13.149,11
27	65,18	36,54	9.688.000,00	833,46	13.339,89
28	64,69	36,94	9.982.000,00	863,11	13.527,69
29	63,50	37,61	10.276.000,00	884,05	13.822,71
30	62,34	38,27	10.570.000,00	898,09	14.099,54

Tabel 5.15 Hasil simulasi kasus kedua untuk 3 loader dan 2 lokasi penumpahan

Jumlah truk	Efisiensi Truk (%)	Efisiensi loader (%)	Total biaya per hari (Rp)	Produksi total alat (ton/hari)	Biaya satuan produksi alat (Rp/ton)
5	84,89	13,58	4.095.000,00	276,60	15.970,01
6	84,32	14,04	4.389.000,00	319,21	15.801,64
7	83,78	14,47	4.683.000,00	357,71	15.339,89
8	83,06	14,98	4.977.000,00	399,64	15.080,89
9	82,62	15,60	5.271.000,00	439,86	14.831,98
10	81,97	16,46	5.565.000,00	467,52	14.545,09
11	80,76	17,12	5.859.000,00	504,98	14.147,77
12	80,28	17,98	6.153.000,00	545,04	14.014,41
13	79,97	18,37	6.447.000,00	571,49	13.608,29
14	79,18	18,84	6.741.000,00	613,80	13.339,89
15	78,63	19,26	7.035.000,00	634,96	13.015,78
16	77,97	19,69	7.329.000,00	670,88	12.822,71
17	77,29	20,01	7.623.000,00	690,19	12.524,65
18	76,66	20,56	7.917.000,00	714,07	12.224,19
19	75,87	21,07	8.211.000,00	742,74	11.879,29
20	75,39	21,63	8.505.000,00	768,73	11.510,75
21	74,45	22,18	8.799.000,00	792,07	█
22	73,88	22,87	9.093.000,00	813,19	11.638,83
23	73,36	23,76	9.387.000,00	832,75	11.795,95
24	72,62	24,28	9.681.000,00	861,91	12.058,94
25	72,15	24,70	9.975.000,00	880,10	12.387,03
26	71,65	25,25	10.269.000,00	893,49	12.458,16
27	70,81	25,92	10.563.000,00	907,75	12.879,29
28	69,87	26,56	10.857.000,00	934,54	13.012,23
29	69,13	27,02	11.151.000,00	952,63	13.245,73
30	68,23	27,49	11.445.000,00	966,10	13.479,61

Tabel 5.16 Hasil simulasi kasus kedua untuk 4 loader dan 2 lokasi penumpahan

Jumlah truk	Efisiensi truk (%)	Efisiensi loader (%)	Total biaya per hari (Rp)	Produksi total alat (ton/hari)	Biaya satuan produksi alat (Rp/ton)
5	86,45	9,98	4.970.000,00	283,36	19.320,48
6	85,25	10,76	5.264.000,00	329,83	18.229,38
7	84,94	11,43	5.558.000,00	376,29	17.378,81
8	84,43	11,97	5.852.000,00	407,65	16.836,11
9	83,84	12,45	6.146.000,00	450,48	15.618,51
10	83,29	13,11	6.440.000,00	479,72	15.340,46
11	82,86	13,60	6.734.000,00	530,90	15.182,88
12	82,58	14,33	7.028.000,00	562,83	14.901,97
13	82,14	14,97	7.322.000,00	589,79	14.663,44
14	81,70	15,30	7.616.000,00	617,23	14.468,05
15	81,15	15,85	7.910.000,00	651,86	14.295,50
16	80,84	16,29	8.204.000,00	696,97	14.031,74
17	80,23	16,87	8.498.000,00	713,84	13.805,09
18	79,89	17,38	8.792.000,00	742,00	13.574,20
19	79,43	17,91	9.086.000,00	768,59	13.397,58
20	79,03	18,47	9.380.000,00	793,43	13.145,65
21	78,64	19,09	9.674.000,00	825,99	12.904,25
22	78,21	19,59	9.968.000,00	846,73	12.720,38
23	77,85	20,15	10.262.000,00	872,65	12.393,89
24	77,29	20,40	10.556.000,00	903,14	12.155,52
25	76,82	20,69	10.850.000,00	927,60	
26	76,33	20,97	11.144.000,00	946,03	12.210,61
27	75,57	21,20	11.438.000,00	954,77	12.422,10
28	74,88	21,44	11.732.000,00	987,18	12.651,35
29	74,15	21,66	12.026.000,00	1.003,37	12.840,68
30	73,09	21,81	12.320.000,00	1.032,22	13.022,22