

## DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
DAFTAR NOTASI .....	xiv
ABSTRAKSI .....	xxi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Pokok Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
1.5 Batasan Penelitian .....	3
1.6 Variabel Penelitian .....	3
1.7 Metode Penelitian .....	4

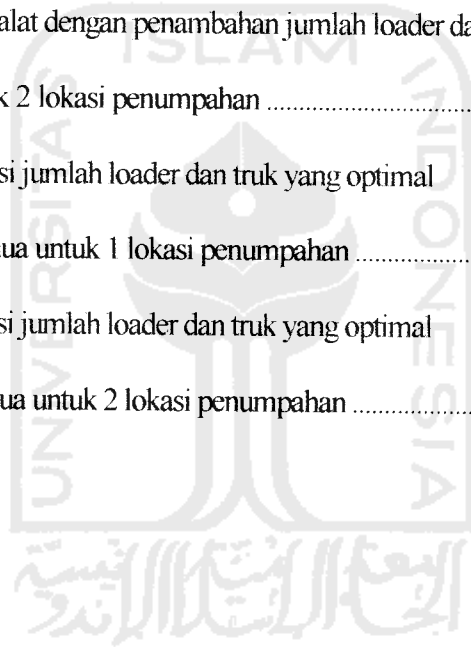
	Hal.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	8
2.1 Simulasi .....	8
 BAB III LANDASAN TEORI .....	 13
3.1 Teori tentang Alat-alat Berat .....	13
3.1.1 Pertimbangan dalam penggunaan alat-alat berat .....	13
3.1.2 Kapasitas produksi .....	17
3.1.3 Loader .....	18
3.1.4 Truk .....	20
3.2 Teori tentang Model Simulasi .....	24
3.2.1 Model .....	24
3.2.2 Simulasi .....	27
3.2.3 Simulasi Monte Carlo .....	29
3.2.4 Distribusi probabilitas kontinu .....	36
 BAB IV MODEL SIMULASI OPERASI ANTARA LOADER DENGAN TRUK .....	  44
4.1 Karakteristik Operasi .....	44
4.2 Batasan Suatu Operasi .....	47
4.3 Model Operasi .....	51
4.4 Algoritma Simulasi .....	60
4.5 Program Komputer .....	103

	Hal.
BAB V PELAKSANAAN DAN HASIL SIMULASI .....	104
5.1 Data Simulasi .....	104
5.1.1 Kasus pertama .....	104
5.1.2 Kasus kedua .....	107
5.2 Pelaksanaan Simulasi .....	110
5.3 Hasil Simulasi .....	111
5.3.1 Studi kasus pertama .....	112
5.3.2 Studi kasus kedua .....	120
 BAB VI PEMBAHASAN .....	 128
6.1 Produksi Total Kombinasi Alat .....	128
6.2 Biaya Satuan Produksi Alat .....	131
6.3 Efisiensi Operasi Truk .....	134
6.4 Efisiensi Operasi Loader .....	137
6.5 Kombinasi Jumlah Loader dan Truk yang Optimal .....	139
 BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN .....	 148
7.1 Kesimpulan .....	148
7.2 Saran .....	149
 DAFTAR PUSTAKA .....	 151
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 5.1 Hasil simulasi kasus pertama untuk 1 loader dan 1 lokasi penumpahan .....	112
Tabel 5.2 Hasil simulasi kasus pertama untuk 2 loader dan 1 lokasi penumpahan .....	113
Tabel 5.3 Hasil simulasi kasus pertama untuk 3 loader dan 1 lokasi penumpahan .....	114
Tabel 5.4 Hasil simulasi kasus pertama untuk 4 loader dan 1 lokasi penumpahan .....	115
Tabel 5.5 Hasil simulasi kasus pertama untuk 1 loader dan 2 lokasi penumpahan .....	116
Tabel 5.6 Hasil simulasi kasus pertama untuk 2 loader dan 2 lokasi penumpahan .....	117
Tabel 5.7 Hasil simulasi kasus pertama untuk 3 loader dan 2 lokasi penumpahan .....	118
Tabel 5.8 Hasil simulasi kasus pertama untuk 4 loader dan 2 lokasi penumpahan .....	119
Tabel 5.9 Hasil simulasi kasus kedua untuk 1 loader dan 1 lokasi penumpahan .....	120
Tabel 5.10 Hasil simulasi kasus kedua untuk 2 loader dan 1 lokasi penumpahan .....	121
Tabel 5.11 Hasil simulasi kasus kedua untuk 3 loader dan 1 lokasi penumpahan .....	122
Tabel 5.12 Hasil simulasi kasus kedua untuk 4 loader dan 1 lokasi penumpahan .....	123
Tabel 5.13 Hasil simulasi kasus kedua untuk 1 loader dan 2 lokasi penumpahan .....	124
Tabel 5.14 Hasil simulasi kasus kedua untuk 2 loader dan 2 lokasi penumpahan .....	125
Tabel 5.15 Hasil simulasi kasus kedua untuk 3 loader dan 2 lokasi penumpahan .....	126
Tabel 5.16 Hasil simulasi kasus kedua untuk 4 loader dan 2 lokasi penumpahan .....	127
Tabel 6.1 Kombinasi jumlah loader dan truk yang optimal kasus pertama untuk 1 lokasi penumpahan .....	140

	Hal.
Tabel 6.2 Kombinasi jumlah loader dan truk yang optimal	
kasus pertama untuk 2 lokasi penumpahan .....	140
Tabel 6.3 Perbandingan antara produksi total alat dan biaya satuan	
produksi alat dengan penambahan jumlah loader dan jumlah	
truk untuk 1 lokasi penumpahan .....	143
Tabel 6.4 Perbandingan antara produksi total alat dan biaya satuan	
produksi alat dengan penambahan jumlah loader dan jumlah	
truk untuk 2 lokasi penumpahan .....	144
Tabel 6.5 Kombinasi jumlah loader dan truk yang optimal	
kasus kedua untuk 1 lokasi penumpahan .....	146
Tabel 6.6 Kombinasi jumlah loader dan truk yang optimal	
kasus kedua untuk 2 lokasi penumpahan .....	147

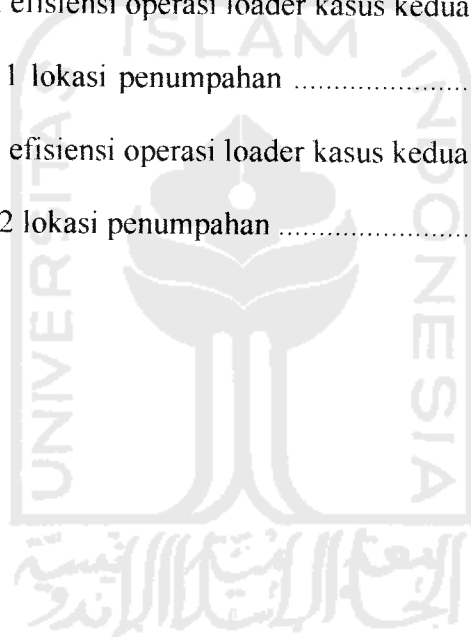


## DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 1.1 Bagan metode pelaksanaan penelitian .....	6
Gambar 1.2 Diagram alir proses simulasi .....	7
Gambar 3.1 Skema proses pembuatan model matematika .....	26
Gambar 3.2 Grafik distribusi seragam .....	31
Gambar 3.3 Grafik fungsi distribusi kumulatif dari $x$ .....	35
Gambar 3.4 Grafik fungsi kepekatan dari $x$ .....	35
Gambar 3.5 Grafik dari distribusi seragam .....	36
Gambar 3.6 Grafik dari distribusi eksponensial .....	37
Gambar 3.7 Grafik distribusi eksponensial untuk $x \geq a$ .....	38
Gambar 3.8 Grafik dari distribusi normal .....	40
Gambar 4.1 Skema operasi pemuatan loader ke truk bentuk huruf V.....	41
Gambar 4.2 Skema operasi pemuatan loader ke truk bentuk melintang.....	44
Gambar 4.3 Skema model sistem operasi antara loader dengan truk .....	45
Gambar 4.4 Bagan antrian truk satu baris.....	46
Gambar 4.5 Bagan antrian truk 2 baris.....	50
Gambar 4.6 Bagan antrian truk 3 baris.....	50
Gambar 4.7 Bagan antrian truk 4 baris.....	51
Gambar 4.8 Bagan alir program SIM.EXE .....	51
	75

	Hal.
Gambar 6.1 Grafik produksi total alat kasus pertama untuk 1 lokasi penumpahan.....	128
Gambar 6.2 Grafik produksi total alat kasus pertama untuk 2 lokasi penumpahan.....	129
Gambar 6.3 Grafik produksi total alat kasus kedua untuk 1 lokasi penumpahan.....	130
Gambar 6.4 Grafik produksi total alat kasus kedua untuk 2 lokasi penumpahan.....	130
Gambar 6.5 Grafik biaya satuan produksi alat kasus pertama untuk 1 lokasi penumpahan .....	131
Gambar 6.6 Grafik biaya satuan produksi alat kasus pertama untuk 2 lokasi penumpahan .....	131
Gambar 6.7 Grafik biaya satuan produksi alat kasus kedua untuk 1 lokasi penumpahan .....	133
Gambar 6.8 Grafik biaya satuan produksi alat kasus kedua untuk 2 lokasi penumpahan .....	133
Gambar 6.9 Grafik efisiensi operasi truk kasus pertama untuk 1 lokasi penumpahan .....	134
Gambar 6.10 Grafik efisiensi operasi truk kasus pertama untuk 2 lokasi penumpahan .....	135
Gambar 6.11 Grafik efisiensi operasi truk kasus kedua untuk 1 lokasi penumpahan .....	136

	Hal.
Gambar 6.12 Grafik efisiensi operasi truk kasus kedua	
untuk 2 lokasi penumpahan .....	136
Gambar 6.13 Grafik efisiensi operasi loader kasus pertama	
untuk 1 lokasi penumpahan .....	137
Gambar 6.14 Grafik efisiensi operasi loader kasus pertama	
untuk 2 lokasi penumpahan .....	138
Gambar 6.15 Grafik efisiensi operasi loader kasus kedua	
untuk 1 lokasi penumpahan .....	138
Gambar 6.16 Grafik efisiensi operasi loader kasus kedua	
untuk 2 lokasi penumpahan .....	139





## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Lembar Konsultasi
- Lampiran B Perhitungan Waktu Siklus
- Lampiran C List Program Komputer
- Lampiran D Keluaran Perhitungan Komputer



## DAFTAR NOTASI

- $\mu$  = nilai harapan
- $\sigma$  = deviasi
- $a$  = tinggi penahan tumpahan di tengah-tengah *bucket*, tegak lurus garis operasi  
(mm, inch)
- $A$  = penampang melintang di tengah-tengah *bucket* ( $\text{mm}^2$ )
- $A = 1$  (modulo  $p$ ) bila  $p$  faktor prima  $M$
- $ArrAtDumpSite = TAD_{i,f} = \text{Time Arrive Dumpsite}$ , jam simulasi dimana truk  
sampai di lokasi penumpahan
- $ArrAtLoadSite = TAL_{i,f} = \text{Time Arrive Loadsite}$ , jam simulasi dimana truk  
kembali ke lokasi pemuatan
- $b$  = panjang bukaan pada tengah-tengah *bucket* (mm, inch)
- $B$  = volume/berat jenis tanah dalam keadaan asli ( $\text{m}^3/\text{ton}$ )
- $C$  = bilangan ganjil
- $C$  = volume/berat jenis tanah pada keadaan padat ( $\text{m}^3/\text{ton}$ )
- $C_l$  = kapasitas rata-rata truk ( $\text{m}^3$ , ton)
- $C_m$  = waktu siklus (menit)
- $C_{ms}$  = waktu siklus pemuat (menit)
- $Clock = OT = \text{Operation Time}$ , jam simulasi
- $ClockLoader = TL_{j,g} = \text{Time Loader}$ , jam simulasi dimana loader selesai  
melakukan pemuatan

$COL$  = *Cost of Loader* = biaya sewa dan operasi 1 loader tiap jam  
 $COT$  = *Cost of Truck* = biaya sewa dan operasi 1 truk tiap jam  
 $C_{rr}$  = koefisien tahanan gelinding  
 $C_t$  = koefisien traksi  
 $c$  = panjang garis normal ke garis operasi (mm, inch)  
 $D$  = bilangan ganjil  
 $D$  = jarak angkut (m, yd)  
 $DIF_{ik}$  = *Difference* 1, selisih waktu antara jam lokasi penumpahan dapat digunakan oleh truk berikutnya ( $NSA_t$ ) dengan jam kedatangan truk berikutnya untuk menumpahkan muatan ( $TAD_{i,f}$ )  
 $DT_i$  = *Dump Time*, waktu truk nomor  $i$  menumpahkan muatan  
 $EFT_{AT}$  = *Efficiency Truck Average*, efisiensi rata-rata truk  
 $EFL_{AL}$  = *Efficiency Loader Average*, efisiensi rata-rata loader  
 $EL_j$  = *Efficiency Loader*, efisiensi operasi loader nomor  $j$   
 $ET_i$  = *Efficiency Truck*, efisiensi operasi truk nomor  $i$   
 $f$  = faktor kembang tanah  
 $f$  = siklus operasi ke- $f$  dari truk  
 $F$  = kecepatan maju (m/menit, yd/menit)  
 $f(x_0)$  = fungsi kepekatan probabilitas  
 $F(x_0)$  = fungsi distribusi kumulatif  
 $FinishLoading = TFL_{ij} = Time Finish Loading$ , jam simulasi truk selesai dimuati oleh loader

$FinishDumping = TFD_{i,f} = Time\ Finish\ Dumping$ , jam simulasi dimana truk selesai menumpahkan muatan

$FSpot = ST_{i,j} = Spot\ Time$ , waktu truk untuk mendekati loader

$FPosition = PT_i = Position\ Time$ , waktu truk mengambil posisi untuk melakukan penumpahan

$g =$  siklus operasi ke- $g$  dari loader

$h =$  jumlah lokasi penumpahan

$HT_i = Haul\ Time$ , waktu angkut truk nomor  $i$  menuju lokasi penumpahan

$i =$  nomor truk,  $1, \dots, m$

$IdleDumping = TWDI_i = Total\ Wait\ Dump\ Time$ , waktu tunggu truk di lokasi penumpahan

$IdleLoading = TWLI_i = Total\ Wait\ Load\ Time$ , waktu tunggu truk untuk dimuati oleh loader

$IdleTruck = TWT_i = Total\ Wait\ Time$ , waktu tunggu total truk

$IdleLoader = IL_{j,g} = Idle\ Loader$ , waktu tunggu loader

$IL_{ji} = Idle\ Loader$ , waktu loader nomor  $j$  menunggu truk nomor  $i$

$j =$  nomor loader,  $1, \dots, n$

$k =$  faktor *bucket* pemuat yang besarnya tergantung tipe dan keadaan tanah

$k =$  nomor lokasi penumpahan,  $1, \dots, h$

$L =$  volume/berat jenis tanah pada keadaan lepas ( $m^3/ton$ )

$LST_{ji} = Loader\ Service\ Time$ , waktu pelayanan loader nomor  $j$  kepada truk nomor  $i$

$LT_{ij}$  = *Load Time*, waktu pemuatan truk nomor  $i$  oleh loader nomor  $j$

$m$  = jumlah truk yang beroperasi

$M$  = bilangan bulat

$n$  = jumlah loader yang beroperasi

$N$  =  $n$ , jumlah siklus per jam

$NSA_k$  = *Number Site Available*, jam lokasi penumpahan ke- $k$  dapat digunakan oleh truk berikutnya

$OT$  = *Operation Time*, lama operasi alat

$PT_i$  = *Position Time*, waktu truk nomor  $i$  mengambil posisi untuk menumpahkan muatan

$q$  = produksi per siklus ( $m^3$ , ton)

$q'$  = kapasitas *bucket* pemuat, loader/excavator ( $m^3$ )

$Q$  = kapasitas produksi alat berat per jam ( $m^3$ /jam, ton/jam)

$QM_{i,f}$  = *Quantity Material* = jumlah tanah yang dipindahkan oleh truk nomor  $i$  pada siklus operasi ke- $f$

$RR$  = *Rolling Resistance* = tahanan gelinding

$r_i$  = harga awal atau bilangan acak sebelumnya

$R$  = kecepatan mundur (m/menit, yd/menit)

$R$  = bilangan *pseudorandom*/acak berdistribusi seragam dalam wilayah (0,1)

$RT_i$  = *Return Time*, waktu truk nomor  $i$  kembali ke lokasi pemuatan

$Sh$  = faktor susut tanah

$ST_{ij}$  = *Spot Time*, waktu truk nomor  $i$  untuk mendekati loader nomor  $j$

- $t$  = bilangan bulat
- $T$  = *Time*, jam simulasi
- $t_1$  = waktu buang, menunggu sampai pembuangan mulai (menit)
- $t_2$  = waktu untuk posisi pengisian dan pemuat mulai mengisi (menit)
- $TAD_{i,f}$  = *Time Arrive Dumpsite*, jam truk nomor  $i$  tiba di lokasi penumpahan pada siklus operasi ke- $f$
- $TAL_{i,f}$  = *Time Arrive Loadsite*, jam truk nomor  $i$  tiba kembali di lokasi pemuatan pada siklus operasi ke- $f$
- $TAL_{i,f-1}$  = *Time Arrive Loadsite*, jam truk nomor  $i$  tiba kembali di lokasi pemuatan pada siklus ke- $f-1$
- $TFD_{i,f}$  = *Time Finish Dumping*, jam truk nomor  $i$  selesai menumpahkan muatan pada siklus operasi ke- $f$
- $TFL_{i,f}$  = *Time Finish Loading*, jam truk nomor  $i$  selesai dimuati loader pada siklus operasi ke- $f$
- $TIL_{AV}$  = *Total Idle Loader Average*, waktu tunggu loader rata-rata
- $TL_{j,g}$  = *Time Loader*, jam operasi loader nomor  $j$  selesai melakukan siklus operasinya yang ke- $g$
- $TL_{j,g-1}$  = *Time Loader*, jam operasi loader nomor  $j$  selesai melakukan siklus operasinya yang ke- $g-1$
- $TWLT_i$  = *Total Wait Load Time*, jumlah waktu tunggu truk nomor  $i$  di lokasi pemuatan untuk mendapatkan pelayanan loader
- $TWDT_i$  = *Total Wait Dump Time*, jumlah waktu tunggu truk nomor  $i$  di lokasi

penumpahan

$TQM_i$  = *Total Quantity Material*, jumlah tanah yang dipindahkan oleh truk nomor  $i$  pada akhir operasi

$TRIP$  = *Trip*, satu kali perjalanan truk pulang pergi dari lokasi pemuatan ke lokasi penumpahan

$TWT_i$  = *Total Wait Time*, waktu tunggu truk nomor  $i$  selama operasi

$TWT_{AV}$  = *Total Wait Time Average*, waktu tunggu truk rata-rata

$TTRIP$  = *Total Trip*, jumlah trip yang dilakukan oleh semua truk

$TTQM$  = *Total Total Quantity Material*, jumlah total tanah yang dipindahkan selama waktu operasi alat

$TotalTripTruck$  =  $TTRIP$ , jumlah trip seluruh truk

$TripTruk$  =  $TRIP_i$ , jumlah trip yang dilakukan truk

$UCOST$  = *Unit Cost*, biaya satuan pekerjaan

$V_1$  = kecepatan rata-rata truk bermuatan (m/menit, yd/menit)

$V_2$  = kecepatan rata-rata truk kosong (m/menit, yd/menit)

$V_s$  = kapasitas peres ( $m^3$ )

$V_r$  = kapasitas munjung ( $m^3$ )

$W$  = lebar rata-rata *bucket* (mm, inch)

$WDT_{ik}$  = *Wait Dump Time*, waktu truk nomor  $i$  menunggu giliran melakukan penumpahan di lokasi penumpahan  $k$

$WLT_{ij}$  = *Wait Load Time*, waktu truk nomor  $i$  menunggu pelayanan loader nomor  $j$  di lokasi pemuatan

$x$  = variabel acak yang berdistribusi normal

$X_{Load} = LT_i = Load\ Time$ , waktu muat truk atau waktu pelayanan loader

$X_{Haul} = HT_i = Haul\ Time$ , waktu angkut truk

$X_{Dump} = DT_i = Dump\ Time$ , waktu truk melakukan penumpahan

$X_{Return} = RT_i = Return\ Time$ , waktu kembali truk ke lokasi pemuatan

$z$  = variabel acak yang berdistribusi normal standar

$Z$  = waktu tetap (menit), yaitu waktu loader untuk ganti persneling, memuat, putar, buang dan menunggu

