

## BAB V

### HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

#### A. Umum

Hasil penelitian di lapangan berupa data yang mengacu pada maksud dan tujuan penelitian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh jenis truk yang tepat dan pengaturan jadwal truk yang efisien. Untuk menentukan jenis truk, perlu diketahui besarnya pasir besi yang akan diangkut. Besarnya pasir besi dipengaruhi oleh produksi dari alat tambang yang digunakan.

Pemilihan jenis truk dan jumlah truk dipengaruhi oleh kemampuan pelayanan “loader” yang ada. Pemilihan truk yang akan digunakan sebagai pengangkut pasir besi didasarkan pada beberapa pertimbangan, yaitu:

1. Biaya angkut dari truk trayek dan truk sewa atau kombinasi dari kedua jenis truk
2. Investasi untuk pembelian truk baru
3. Kondisi sosial ekonomi masyarakat daerah sekitar penambangan

Dari hasil analisis pertimbangan, diambil penggunaan truk yang paling sesuai dan tepat agar proses penambangan dapat berjalan lancar.

Arus dan komposisi lalu-lintas yang ada, akan berpengaruh pada waktu tempuh truk. Sehingga perlu dianalisis kapasitas jalan dan waktu tempuh berdasar arus dan komposisi yang ada dengan menggunakan metode pada MKJI 1997. Sedangkan penggunaan truk sebagai pengangkut pasir besi, akan berdampak pada struktur perkerasan dan arus lalu-lintas yang ada. Dampak dari penggunaan truk dianalisis pada struktur perkerasan dan arus lalu-lintas. Analisis dengan menambahkan pemakaian truk pada arus dan komposisi lalu-lintas saat ini.

Jadual pemberangkatan truk dipengaruhi oleh waktu putar (“cycle time”) dari truk pengangkut pasir besi. Waktu putar dipengaruhi oleh kondisi arus dan komposisi lalu-lintas. Semakin kecil waktu putar, maka besarnya pasir besi yang dapat diangkut semakin besar.

## B. Hasil Penelitian

Hasil penelitian berupa data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari pengamatan dan pencatatan langsung di lokasi penelitian, sedangkan data sekunder diperoleh dari instansi yang terkait.

### 1. Data Hasil Penelitian (Data Primer)

Data hasil penelitian merupakan data primer. Data primer yang diperoleh adalah sebagai berikut.

#### a) Data arus dan komposisi lalu lintas ruas jalan Ketawang – Kutoarjo

Hasil pengamatan dan pencacahan kendaraan secara langsung yang dilaksanakan tanggal 21, 22 dan 24 Nopember 2001 dapat dilihat pada lampiran 1. Dari pengamatan diperoleh data rerata seperti pada tabel 5.1 sebagai berikut.

Tabel 5.1 Hasil pencacahan arus dan komposisi lalu-lintas

No	Jam	Kend. Ringan (LV)			Kend. Sedang (MHV)			Bus Besar (LB)			Truk Besar (LT)			Sepeda Motor (MC)		
		U	S	Jml	U	S	Jml	U	S	Jml	U	S	Jml	U	S	Jml
1	06.00-07.00	31	10	41	4	1	5	0	0	0	1	0	1	121	35	156
2	07.00-08.00	55	32	87	12	5	17	0	0	0	1	1	2	349	150	499
3	08.00-09.00	55	61	116	18	23	41	0	0	0	1	0	1	230	221	451
4	09.00-10.00	15	17	32	3	7	10	0	0	0	0	1	1	76	58	134
5	10.00-11.00	15	13	28	6	5	11	0	0	0	0	0	0	74	73	147
6	11.00-12.00	18	20	38	6	6	12	0	0	0	0	0	0	75	86	161
7	12.00-13.00	19	16	35	8	6	14	0	0	0	0	0	0	65	86	151
8	13.00-14.00	15	16	31	7	7	14	0	0	0	0	0	0	70	81	151
9	14.00-15.00	17	16	33	8	6	14	0	0	0	0	0	0	53	59	112
10	15.00-16.00	25	46	71	8	10	18	0	0	0	0	0	0	132	179	311
11	16.00-17.00	33	39	72	8	4	12	0	0	0	0	0	0	149	144	293

Sumber: Pencacahan tanggal 21,22 dan 24 Nopember 2001 pada ruas jalan Ketawang - Kutoarjo

b) Data kondisi geometrik ruas jalan

Geometrik ruas jalan Ketawang-Kutoarjo merupakan jalan datar dengan sedikit tikungan, hampir tidak ada tikungan yang tajam. Samping ruas jalan berupa sawah pertanian dan ada pula yang berupa kampung atau tempat bermukim. Geometrik ruas jalan Purworejo-Kebumen merupakan jalan datar dengan samping ruas jalan berupa rumah penduduk, perkantoran ataupun berupa toko-toko. Dari hasil pengukuran dan pengamatan di lapangan diperoleh data pada tabel 5.2 sebagai berikut:

Tabel 5.2 Kondisi ruas jalan Ketawang-Kutoarjo dan Purworejo-Kebumen

No	Kondisi yang ditinjau	Jalan Ketawang-Kutoarjo	Jalan Purworejo-Kebumen
1	Alinyement jalan	Datar	Datar
2	Panjang jalan	20 km	2 km
3	Lebar ruas jalan	6,10 m	7,45 m
4	Lapis permukaan atas jalan	Lapen sejauh 12 km Latasir sejauh 7 km Tanah pasir 1 km	ATB dan AC
5	Kondisi permukaan jalan	Banyak berlubang dan retak-retak	Baik
6	Fasilitas jalan yang ada (rambu-rambu lalu-lintas)	- Banyak persimpangan yang tidak diberi rambu - Garis marka tidak ada pada ruas jalan - Tidak ada lampu penerangan jalan	- Rambu lalu-lintas sudah terpasang lengkap - Lampu penerangan jalan lengkap terpasang

c) Moda Truk

Truk yang dipakai pada pengangkutan pasir besi saat ini adalah truk dengan kapasitas angkut 8 ton. Jenis bongkar muatan membuang ke belakang dengan tenaga manusia (tanpa hidrolis). Pemakaian truk kapasitas 8 ton dikarenakan jenisnya yang kecil sehingga mudah dan lincah untuk ruas jalan yang relatif sempit.

Kondisi moda truk yang diperoleh dari pengamatan adalah sebagai berikut:

1. Truk yang digunakan saat ini adalah truk trayek (milik pengusaha truk swasta).
2. Umur dari truk, rata-rata sudah berumur lebih dari 5 tahun.
3. Truk yang dipakai dalam kondisi 60 – 90% (prakiraan).
4. Jenis truk yang digunakan adalah jenis truk buang ke belakang tanpa hidrolis.
5. Bahan bakar untuk truk berupa solar

Pencatatan waktu tempuh truk dari penambangan ke penampungan di Kutoarjo, diperoleh data pada tabel 5.3 sebagai berikut.

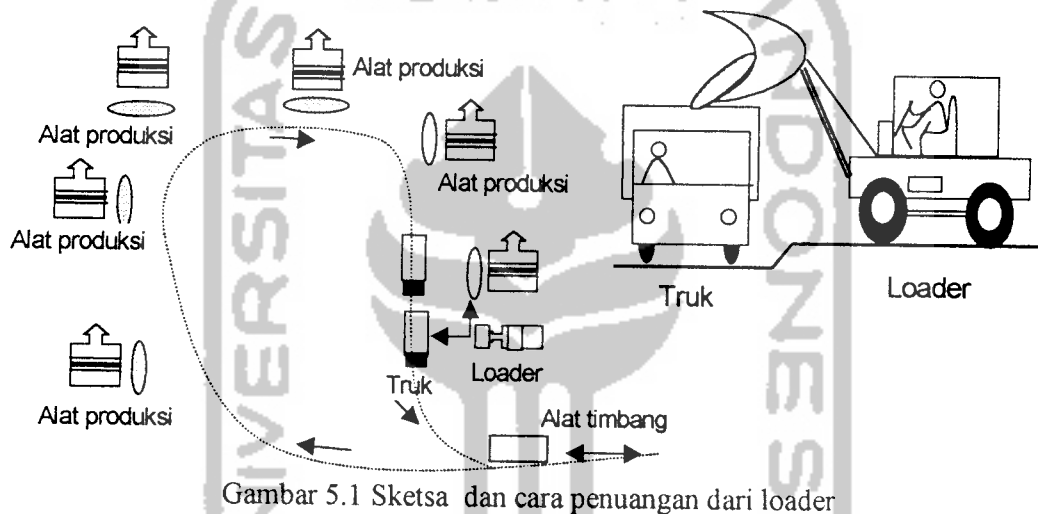
Tabel 5.3 Waktu tempuh truk ke penampungan

No	No Truk	Jam		waktu isi dan tunggu (menit)	waktu putar (menit)	No	No Truk	waktu		waktu isi dan tunggu (menit)	waktu putar (menit)
		datang	pergi					datang	pergi		
1	AA 5173 BC	08.02	08.07	5	102	36	AB 9523 PE	08.07	08.15	8	102
2	AA 5173 BC	09.43	09.49	6	103	37	AB 9523 PE	09.50	09.57	7	107
3	AA 5173 BC	11.21	11.32	11	99	38	AB 9523 PE	11.32	11.44	12	103
4	AA 5173 BC	13.02	13.11	9		39	AB 9523 PE	13.15	13.27	12	
5	AA 9000 EC	08.28	08.35	7	102	40	BG 4505 KA	08.17	08.25	8	106
6	AA 9000 EC	10.06	10.17	11	103	41	BG 4505 KA	10.03	10.11	8	91
7	AA 9000 EC	11.44	11.54	10	97	42	BG 4505 KA	11.30	11.42	12	99
8	AA 9000 EC	13.24	13.31	7		43	BG 4505 KA	13.09	13.21	12	
9	AA 9059 PD	08.14	08.22	8	97	44	D 8874 NF	08.01	08.05	4	100
10	AA 9059 PD	09.50	09.59	9	106	45	D 8874 NF	09.40	09.45	5	97
11	AA 9059 PD	11.34	11.45	11	101	46	D 8874 NF	11.16	11.20	4	
12	AA 9059 PD	13.14	13.26	12		47	H 9637 CH	08.22	08.29	7	99
13	AA 9089 CC	08.20	08.27	7	108	48	H 9637 CH	10.00	10.08	8	112
14	AA 9089 CC	10.06	10.15	9	96	49	H 9637 CH	13.05	13.16	11	
15	AA 9089 CC	11.39	11.51	12		50	H 9682 KS	08.14	08.23	9	95
16	AA 9155 DC	08.08	08.16	8	98	51	H 9682 KS	09.50	09.58	8	92
17	AA 9155 DC	09.47	09.54	7	104	52	H 9682 KS	11.19	11.30	11	104
18	AA 9155 DC	11.29	11.38	9	110	53	H 9682 KS	13.07	13.14	7	
19	AA 9155 DC	13.20	13.28	8		54	R 9021 AB	08.29	08.37	8	99
20	AB 9019 GB	08.04	08.10	6	98	55	R 9021 AB	10.06	10.16	10	94
21	AB 9019 GB	09.43	09.48	5	93	56	R 9021 AB	11.43	11.50	7	100
22	AB 9019 GB	11.16	11.21	5	102	57	R 9021 AB	13.26	13.32	6	
23	AB 9019 GB	12.59	13.03	4		58	R 9135 PA	08.20	08.26	6	95
24	AB 9043 AC	08.25	08.32	7	102	59	R 9135 PA	09.51	10.01	10	98
25	AB 9043 AC	10.06	10.16	10	103	60	R 9135 PA	11.36	11.49	13	98
26	AB 9043 AC	11.47	11.59	12	99	61	R 9135 PA	13.22	13.30	8	
27	AB 9043 AC	13.29	13.38	9		62	R 9295 FC	08.05	08.13	8	97
28	AB 9125 SA	08.05	08.12	7	101	63	R 9295 FC	09.43	09.50	7	98
29	AB 9125 SA	09.47	09.53	6	94	64	R 9295 FC	11.19	11.28	9	99
30	AB 9125 SA	11.19	11.27	8	103	65	R 9295 FC	13.01	13.07	6	
31	AB 9125 SA	13.02	13.10	8		66	R 9678 BD	08.10	08.19	9	96
32	AB 9214 KB	08.10	08.18	8	102	67	R 9678 BD	09.47	09.55	8	102
33	AB 9214 KB	09.51	10.00	9	101	68	R 9678 BD	11.29	11.37	8	100
34	AB 9214 KB	11.30	11.41	11	99	69	R 9678 BD	13.07	13.17	10	
35	AB 9214 KB	13.07	13.20	13							
Rata-rata										8,4	100,1

Sumber: Pencatatan waktu di penimbangan pasir besi pantai Ketawang

## d) Kerja "loader"

Loader yang digunakan pada penambangan di PT Aneka Tambang saat ini berjumlah 1 buah. Kondisi loader  $\pm 90\%$ , dengan kapasitas bucket  $3,25 \text{ m}^3$  (kapasitas  $\pm 4$  ton sekali muat). Cara kerja "loader" tergantung dari pasir besi yang dihasilkan alat produksi yang tersedia. Ini disebabkan jumlah alat produksi ada 6 buah, sehingga "loader" harus berpindah dari satu alat ke alat lain. Gerakan dari loader berupa V dan cara penuangannya dapat dilihat pada sketsa berikut:



Pencatatan waktu kerja dari "loader" diperoleh data pada Tabel 5.4 sebagai berikut.

Tabel 5.4 Waktu kerja dari " loader"

No	Waktu pengisian bucket (detik)	Waktu gerakan tuang dan menuang (detik)	Waktu untuk kembali mengisi (detik)	Waktu kerja (detik)	Waktu kerja (menit)
1	17	96	55	168	2,8
2	19	100	57	176	3
3	20	98	59	177	3
4	18	95	58	171	3
5	22	97	54	173	3
Rata-rata	19,2	97,2	56,6	173,0	2,9

Sumber: Pencatatan di lokasi penambangan Pantai Ketawang

## 2. Data Hasil Inventarisasi (Data Sekunder)

Data hasil inventarisasi berupa data sekunder yang diperoleh dari berbagai instansi yang terkait. Adapun data sekunder yang diperoleh adalah sebagai berikut.

- a) Data dari Biro Pusat Statistik dan DLLAJR Purworejo, berupa:
  1. Data arus dan komposisi lalu lintas ruas jalan Purworejo (Lampiran 2).
  2. Peta situasi jalan daerah Ketawang dan Purworejo (Lampiran 3).
- b) Data dari PT Aneka Tambang, berupa:
  1. Peta lokasi daerah penambangan (Lampiran 4).
  2. Data perkiraan cadangan produksi pasir besi di Kutoarjo (Lampiran 5).
  3. Data rencana produksi pasir besi di Kutoarjo tahun 2001 (Lampiran 6).
  4. Data produksi pasir besi untuk tahun 2001 (Lampiran 7).
  5. Produksi alat tambang 5 ton/jam berjumlah 6 unit bekerja 24 jam/hari.
  6. Produksi pasir besi dalam 1 hari sebesar 500 – 700 ton
  7. Kapasitas angkut tiap truk (truk trayek) yang digunakan 8 ton.
  8. Kapasitas “bucket loader”  $\pm 3,25 \text{ m}^3$  bekerja selama 7 jam/hari.
  9. Berat jenis pasir besi  $2,5 \text{ ton/m}^3$ .
  10. Biaya angkut dari penambangan ke Kutoarjo untuk truk trayek Rp 7.500,-/ton
  11. Biaya sewa 1 truk dengan kapasitas 8 ton sebesar Rp 200.000,-/hari
  12. Biaya sewa 1 truk dengan kapasitas 16 ton sebesar Rp 300.000,-/hari
  13. Jam kerja di penambangan jam 08.00 – 16.00 WIB.
  14. Istirahat jam 12.00 – 13.00 WIB
- c) Data dari Dinas Pekerjaan Umum dan Lingkungan Hidup (DPULH) kabupaten Purworejo (Lampiran 8), berupa:
  1. Data nilai CBR
  2. Data susunan perkerasan jalan

### C. Analisis Data

Data primer dan data sekunder digunakan untuk analisis. Analisis untuk menentukan jenis truk dan jadwal truk, dilakukan tahapan analisis. Tahapan pertama yaitu dengan analisis dari data yang diperoleh. Tahapan kedua yaitu pengembangan dari hasil analisis tahapan pertama dengan asumsi-asumsi yang ditentukan. Tahapan ketiga yaitu menentukan jenis dan jadwal truk yang dapat digunakan dan sesuai.

Analisis jenis dan kebutuhan truk berdasar pada produksi alat tambang dalam satu hari. Analisis arus dan komposisi lalu-lintas yang digunakan pada penelitian ini, memakai prosedur Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

#### 1. Kebutuhan Truk

Kebutuhan truk ditentukan oleh besarnya produksi alat tambang pasir besi dalam 1 hari. Kemampuan loader dalam melayani truk akan berpengaruh pada jumlah siklus dan waktu putar dari truk dalam 1 hari.

##### a) Produksi Pasir Besi

Cadangan pasir besi di Kutoarjo untuk tahun 2000 sebesar 915.006 ton. Produksi pasir besi tahun 2001 diperkirakan sebesar 150.007 ton. Cadangan pasir besi wilayah Kutoarjo akhir tahun 2001 sebesar  $915.006 - 150.007 = 764.999$  ton.

Produksi alat tambang 5 ton/jam dengan efisiensi alat 90% dan jumlah mesin produksi ada 6 unit yang bekerja selama 24 jam/hari. Dalam satu hari, alat tambang dapat berproduksi sebagai berikut:

$$Q_p = q \times N \times E$$

$$q = 5 \text{ ton/jam,}$$

$$N = 6 \text{ unit,}$$

$$E = 90\%$$

$$Q_p = 5 \times 6 \times 0,9 = 27 \text{ ton/jam (untuk 6 alat tambang)}$$

$$\text{Produksi 1 alat tambang} = 5 \times 0,9 = 4,5 \text{ ton/jam}$$

$$\text{Produksi 1 hari untuk 6 alat tambang} = 27 \times 24 = 648 \text{ ton/hari.}$$

Jika dalam 1 hari direncanakan jumlah produksi sebesar 600 ton dan 1 tahun dihitung 350 hari, maka penambangan pasir besi untuk wilayah Kutoarjo berdasar perkiraan masih dapat berlangsung selama:

$$\begin{aligned} \text{Waktu} &= \text{perkiraan cadangan} / \text{produksi 1 tahun} \\ &= (915.006 - 150.007) / (600 \times 350) \\ &= 764.999 / 210.000 \\ &= 3,6 \text{ tahun} \end{aligned}$$

b) Pelayanan Loader

Digunakan 1 unit "loader" kapasitas bucket  $3,25 \text{ m}^3$  dengan berat jenis pasir besi  $2,5 \text{ ton/m}^3$ , maka kapasitas loader  $3,25 \times 2,5 = 8,125 \approx 8$  ton sekali muat.

Waktu kerja "loader" 2,9 menit untuk 1 truk kapasitas 8 ton dan "Loader" bekerja selama 7 jam per hari. Jadi "loader" dapat melayani truk sebanyak  $(7 \times 60) / 2,9 = 144$  truk kapasitas 8 ton.

Produksi pasir besi dalam 1 hari = 600 ton

Dibutuhkan truk kapasitas 8 ton sebanyak  $600/8 = 75$  truk

Jika digunakan truk kapasitas 16 ton, kebutuhan truk =  $600/16 = 37,8 \approx 38$  truk

Waktu "loader" untuk melayani truk kapasitas 16 ton sebesar 2 kali waktu "loader" untuk melayani truk kapasitas 8 ton, yaitu  $2 \times 2,9 = 5,8$  menit.

Pelayanan loader sebanyak  $(7 \times 60) / 5,8 = 72$  truk kapasitas 16 ton

Pelayanan "loader" adalah 144 truk dan kebutuhan untuk mengangkut pasir besi sebanyak 75 truk, maka "loader" dapat memenuhi kebutuhan.



c) Jumlah Siklus Truk dalam 1 hari

Jumlah siklus truk adalah berapa kali truk dapat mengangkut pasir besi dari penambangan ke penampungan. Jam kerja pada penambangan 8 jam dengan istirahat selama 1 jam. Jumlah siklus dihitung dengan cara jam kerja dikurangi waktu istirahat kemudian dibagi dengan waktu putar. Untuk 1 putaran (cycle time) dibutuhkan waktu 100,1 menit, maka banyaknya siklus =  $\{(8 - 1) \times 60\} / 100,1 = 4,2 \approx 4$  kali putaran

Kebutuhan truk dihitung berdasar produksi pasir besi yang direncanakan sebesar 600 ton per hari dan truk dapat mengangkut 4 kali putaran dalam 1 hari dengan kapasitas 8 ton sekali angkut.

$$\text{Kebutuhan truk} = 600 / (4 \times 8) = 18,75 \text{ unit} \approx 19 \text{ unit truk kapasitas 8 ton}$$

## 2. Pemilihan Truk

Pemilihan truk akan berpengaruh pada biaya pengangkutan pasir besi. Semakin kecil biaya pengangkutan pasir besi, maka keuntungan akan semakin besar. Agar didapatkan pemakaian truk yang optimal, ada 3 hal yang berpengaruh yaitu:

- a. Produksi tambang dalam satu hari.
- b. Banyaknya pasir besi yang diangkut ke penampungan dalam satu hari.
- c. Biaya yang dikeluarkan untuk mengangkut pasir besi dalam satu hari.

Dalam analisis, pemilihan truk mempertimbangkan beberapa hal, yaitu:

- a. Pemakaian truk berdasar jenis truk dan biaya angkut
- b. Inventasi untuk pembelian truk dengan modal sendiri atau modal pinjaman bank
- c. Pertimbangan sosial ekonomi bagi masyarakat sekitar penambangan

### a) Jenis Truk dan Biaya Angkut

Pada analisis pemilihan jenis truk, dipakai ketentuan sebagai berikut:

1. Produksi alat tambang sebesar 4,5 ton/jam.
2. Jumlah alat produksi ada 6 unit yang bekerja selama 24 jam/hari.

3. Kapasitas angkut truk trayek sebesar 8 ton
4. Kapasitas angkut truk sewa sebesar 8 ton dan 16 ton
5. Untuk truk trayek dan truk sewa kapasitas 8 ton dalam sehari 4 kali putaran
6. Untuk truk sewa kapasitas 16 ton dalam satu hari 4 kali putaran
7. Biaya pengangkutan untuk 1 ton dengan truk trayek sebesar Rp 7.500,-
8. Biaya sewa truk dengan kapasitas sebesar 8 ton Rp 200.000,- per hari
9. Biaya sewa truk dengan kapasitas sebesar 16 ton Rp 300.000,- per hari
10. Biaya operator untuk truk kapasitas 8 ton sebesar Rp 40.000,- untuk 1 hari
11. Biaya operator untuk truk kapasitas 16 ton sebesar Rp 60.000,- untuk 1 hari
12. Biaya pemeliharaan dan perawatan truk ditanggung oleh pemilik truk.
13. Kapasitas angkut loader  $8 \text{ ton/m}^3$ , waktu kerja sebesar 2,9 menit
14. Pengisian kapasitas 8 ton dilakukan 1 kali pemuatan
15. Harga bahan bakar solar Rp 900,-/liter
16. Truk kapasitas 8 ton membutuhkan 1 liter solar untuk jalan sejauh 5 km.
17. Truk kapasitas 16 ton membutuhkan 1 liter solar untuk jalan sejauh 3 km.

#### Perhitungan produksi pasir besi

Produksi 1 truk trayek kapasitas 8 ton dengan 4 putaran = 32 ton/hari

Produksi 1 truk sewa kapasitas 8 ton dengan 4 putaran = 32 ton/hari

Produksi 1 truk sewa kapasitas 16 ton dengan 4 putaran = 64 ton/hari

Perhitungan biaya pengangkutan pasir besi dengan truk sewa kapasitas 8 ton untuk pemakaian 1 hari, meliputi:

- 1) Bahan bakar =  $(22 \times 2) / 5 = 8,8 \approx 9$  liter (satu putaran)
- 2) Bahan bakar untuk satu hari =  $9 \times 4$  (putaran) = 36 liter.
- 3) Biaya sewa = Rp 200.000,-/hari
- 4) Biaya bahan bakar =  $36 \times \text{Rp } 900 = \text{Rp } 32.400,-$ /hari
- 5) Biaya operator = Rp 40.000,-/hari

Total biaya = Rp 200.000,- + Rp 32.400,- + Rp 40.000,- = Rp 272.400,-/hari

Perhitungan biaya pengangkutan pasir besi dengan truk sewa kapasitas 16 ton untuk pemakaian 1 hari, meliputi:

- 1) Bahan bakar =  $(22 \times 2) / 3 = 14,6 \approx 15$  liter (satu putaran)
- 2) Bahan bakar untuk satu hari =  $15 \times 4$  (putaran) = 60 liter
- 3) Biaya bahan bakar = Rp 900 x 60 = Rp 54.000,-/hari
- 4) Biaya sewa = Rp 300.000,-/hari
- 5) Biaya operator = Rp 60.000,-/hari

Total biaya = Rp 54.000,- + Rp 300.000,- + Rp 60.000,- = Rp 414.000,-/hari

Dalam analisis dibuat beberapa alternatif penggunaan truk, yaitu:

1. Menggunakan truk trayek (truk milik pengusaha swasta sekitar penambangan)
2. Menggunakan truk sewa kapasitas 8 ton
3. Menggunakan truk sewa kapasitas 16 ton
4. Kombinasi truk trayek dan truk sewa kapasitas 8 ton.
5. Kombinasi truk trayek dan truk sewa kapasitas 16 ton.
6. Kombinasi truk trayek, truk sewa kapasitas 8 ton dan kapasitas 16 ton.

Untuk mengetahui jenis truk yang digunakan dan biaya angkut yang optimal, maka ditentukan jumlah (kapasitas) pasir besi yang diangkut dalam satu hari. Sesuai dengan besarnya produksi yang direncanakan adalah 600 ton/hari. Dengan biaya pengangkutan saat ini sebesar Rp 7.500,-/ton pasir besi, maka biaya yang dikeluarkan adalah sebesar  $600 \times \text{Rp } 7.500,- = \text{Rp } 4.500.000,-/\text{hari}$

Analisis jenis truk yang digunakan dan biaya angkut dapat dilihat pada tabel 5.5 dengan contoh perhitungan sebagai berikut:

Banyaknya pasir besi = 600 ton

Produksi angkut truk trayek kapasitas 8 ton dengan 4 kali putaran = 32 ton/hari

Produksi angkut truk sewa kapasitas 8 ton dengan 4 kali putaran = 32 ton/hari

Produksi angkut truk sewa kapasitas 16 ton dengan 4 kali putaran = 64 ton/hari

Biaya angkut pasir besi untuk truk trayek sebesar Rp 7.500,-/ton

Biaya untuk truk trayek = 32 x Rp 7.500,- = Rp 240.000,-/hari/unit

Truk sewa kapasitas 16 ton = 1 unit, dengan biaya sewa Rp 414.000,-/hari/unit

Truk sewa kapasitas 8 ton = 1 unit, dengan biaya sewa Rp 272.400,-/hari/unit

Perhitungan:

Kapasitas angkut truk sewa kapasitas 16 ton dalam sehari =  $4 \times 16 \times 1 = 64$  ton

Kapasitas angkut truk sewa kapasitas 8 ton dalam sehari =  $4 \times 8 \times 1 = 32$  ton

Kapasitas angkut 1 truk trayek kapasitas 8 ton dalam sehari =  $4 \times 8 = 32$  ton

Besar pasir besi yang diangkut truk trayek =  $600 - (64+32) = 504$  ton

Jumlah truk trayek yang dibutuhkan =  $504/32 = 15,75 \approx 16$  unit

Biaya angkut truk sewa kapasitas 16 ton = Rp 414.000,- x 1 = Rp 414.000,-/hari

Biaya angkut truk sewa kapasitas 8 ton = Rp 272.400,- x 1 = Rp 272.400,-/hari

Biaya angkut truk trayek kapasitas 8 ton = Rp 240.000 x 16 = Rp 3.840.000,-/hari

Biaya total = Rp 414.000,- + Rp 272.400,- + Rp 3.840.000,- = Rp 4.526.400,-/hari

Tabel 5.5 Pemakaian jenis truk dengan kombinasi truk dan biaya angkut

No	Jumlah pasir besi (ton)	Jumlah pemakaian truk			Kapasitas angkut truk (ton)			Biaya angkut truk			Biaya Total (Rp)
		sewa kapasitas		trayek	sewa kapasitas		trayek	sewa kapasitas		trayek	
		16 ton	8 ton		16 ton	8 ton		16 ton	8 ton		
1	600	0	0	19	0	0	608	0	0	4560000	4560000
2	600	0	1	18	0	32	576	0	272400	4320000	4592400
3	600	0	2	17	0	64	544	0	544800	4080000	4624800
4	600	0	3	16	0	96	512	0	817200	3840000	4657200
5	600	0	4	15	0	128	480	0	1089600	3600000	4689600
6	600	0	5	14	0	160	448	0	1362000	3360000	4722000
7	600	0	6	13	0	192	416	0	1634400	3120000	4754400
8	600	0	7	12	0	224	384	0	1906800	2880000	4786800
9	600	0	8	11	0	256	352	0	2179200	2640000	4819200
10	600	0	9	10	0	288	320	0	2451600	2400000	4851600
11	600	0	10	9	0	320	288	0	2724000	2160000	4884000
12	600	0	11	8	0	352	256	0	2996400	1920000	4916400
13	600	0	12	7	0	384	224	0	3268800	1680000	4948800
14	600	0	13	6	0	416	192	0	3541200	1440000	4981200
15	600	0	14	5	0	448	160	0	3813600	1200000	5013600
16	600	0	15	4	0	480	128	0	4086000	960000	5046000
17	600	0	16	3	0	512	96	0	4358400	720000	5078400
18	600	0	17	2	0	544	64	0	4630800	480000	5110800
19	600	0	18	1	0	576	32	0	4903200	240000	5143200
20	600	0	19	0	0	608	0	0	5175600	0	5175600

Lanjutan Tabel 5.5 Pemakaian jenis truk dengan kombinasi truk dan biaya angkut

No	Jumlah pasir besi	Jumlah truk			Kapasitas angkut truk			Biaya angkut truk			Biaya Total (Rp)
		sewa kap		trayek	sewa kap		trayek	sewa kapasitas		trayek	
		16 ton	8 ton		16 ton	8 ton		16 ton	8 ton		
21	600	1	0	17	64	0	544	414000	0	4080000	4494000
22	600	1	1	16	64	32	512	414000	272400	3840000	4526400
23	600	1	2	15	64	64	480	414000	544800	3600000	4558800
24	600	1	3	14	64	96	448	414000	817200	3360000	4591200
25	600	1	4	13	64	128	416	414000	1089600	3120000	4623600
26	600	1	5	12	64	160	384	414000	1362000	2880000	4656000
27	600	1	6	11	64	192	352	414000	1634400	2640000	4688400
28	600	1	7	10	64	224	320	414000	1906800	2400000	4720800
29	600	1	8	9	64	256	288	414000	2179200	2160000	4753200
30	600	1	9	8	64	288	256	414000	2451600	1920000	4785600
31	600	1	10	7	64	320	224	414000	2724000	1680000	4818000
32	600	1	11	6	64	352	192	414000	2996400	1440000	4850400
33	600	1	12	5	64	384	160	414000	3268800	1200000	4882800
34	600	1	13	4	64	416	128	414000	3541200	960000	4915200
35	600	1	14	3	64	448	96	414000	3813600	720000	4947600
36	600	1	15	2	64	480	64	414000	4086000	480000	4980000
37	600	1	16	1	64	512	32	414000	4358400	240000	5012400
38	600	1	17	0	64	544	0	414000	4630800	0	5044800
39	600	2	0	15	128	0	480	828000	0	3600000	4428000
40	600	2	1	14	128	32	448	828000	272400	3360000	4460400
41	600	2	2	13	128	64	416	828000	544800	3120000	4492800
42	600	2	3	12	128	96	384	828000	817200	2880000	4525200
43	600	2	4	11	128	128	352	828000	1089600	2640000	4557600
44	600	2	5	10	128	160	320	828000	1362000	2400000	4590000
45	600	2	6	9	128	192	288	828000	1634400	2160000	4622400
46	600	2	7	8	128	224	256	828000	1906800	1920000	4654800
47	600	2	8	7	128	256	224	828000	2179200	1680000	4687200
48	600	2	9	6	128	288	192	828000	2451600	1440000	4719600
49	600	2	10	5	128	320	160	828000	2724000	1200000	4752000
50	600	2	11	4	128	352	128	828000	2996400	960000	4784400
51	600	2	12	3	128	384	96	828000	3268800	720000	4816800
52	600	2	13	2	128	416	64	828000	3541200	480000	4849200
53	600	2	14	1	128	448	32	828000	3813600	240000	4881600
54	600	2	15	0	128	480	0	828000	4086000	0	4914000
55	600	3	0	13	192	0	416	1242000	0	3120000	4362000
56	600	3	1	12	192	32	384	1242000	272400	2880000	4394400
57	600	3	2	11	192	64	352	1242000	544800	2640000	4426800
58	600	3	3	10	192	96	320	1242000	817200	2400000	4459200
59	600	3	4	9	192	128	288	1242000	1089600	2160000	4491600
60	600	3	5	8	192	160	256	1242000	1362000	1920000	4524000
61	600	3	6	7	192	192	224	1242000	1634400	1680000	4556400
62	600	3	7	6	192	224	192	1242000	1906800	1440000	4588800
63	600	3	8	5	192	256	160	1242000	2179200	1200000	4621200
64	600	3	9	4	192	288	128	1242000	2451600	960000	4653600
65	600	3	10	3	192	320	96	1242000	2724000	720000	4686000
66	600	3	11	2	192	352	64	1242000	2996400	480000	4718400
67	600	3	12	1	192	384	32	1242000	3268800	240000	4750800
68	600	3	13	0	192	416	0	1242000	3541200	0	4783200
69	600	4	0	11	256	0	344	1656000	0	2580000	4236000
70	600	4	1	10	256	32	312	1656000	272400	2340000	4268400
71	600	4	2	9	256	64	280	1656000	544800	2100000	4300800
72	600	4	3	8	256	96	248	1656000	817200	1860000	4333200
73	600	4	4	7	256	128	216	1656000	1089600	1620000	4365600
74	600	4	5	6	256	160	184	1656000	1362000	1380000	4398000
75	600	4	6	5	256	192	152	1656000	1634400	1140000	4430400
76	600	4	7	4	256	224	120	1656000	1906800	900000	4462800
77	600	4	8	3	256	256	88	1656000	2179200	660000	4495200
78	600	4	9	2	256	288	56	1656000	2451600	420000	4527600
79	600	4	10	1	256	320	24	1656000	2724000	180000	4560000
80	600	4	11	0	256	352	0	1656000	2996400	0	4652400

Lanjutan Tabel 5.5 Pemakaian jenis truk dengan kombinasi truk dan biaya angkut

No	Jumlah pasir besi	Jumlah truk			Kapasitas angkut truk			Biaya angkut truk			Biaya Total (Rp)
		sewa kap		trayek	sewa kap		trayek	sewa kapasitas		trayek	
		16 ton	8 ton		16 ton	8 ton		16 ton	8 ton		
81	600	5	0	9	320	0	288	2070000	0	2160000	4230000
82	600	5	1	8	320	32	256	2070000	272400	1920000	4262400
83	600	5	2	7	320	64	224	2070000	544800	1680000	4294800
84	600	5	3	6	320	96	192	2070000	817200	1440000	4327200
85	600	5	4	5	320	128	160	2070000	1089600	1200000	4359600
86	600	5	5	4	320	160	128	2070000	1362000	960000	4392000
87	600	5	6	3	320	192	96	2070000	1634400	720000	4424400
88	600	5	7	2	320	224	64	2070000	1906800	480000	4456800
89	600	5	8	1	320	256	32	2070000	2179200	240000	4489200
90	600	5	9	0	320	288	0	2070000	2451600	0	4521600
91	600	6	0	7	384	0	224	2484000	0	1680000	4164000
92	600	6	1	6	384	32	192	2484000	272400	1440000	4196400
93	600	6	2	5	384	64	160	2484000	544800	1200000	4228800
94	600	6	3	4	384	96	128	2484000	817200	960000	4261200
95	600	6	4	3	384	128	96	2484000	1089600	720000	4293600
96	600	6	5	2	384	160	64	2484000	1362000	480000	4326000
97	600	6	6	1	384	192	32	2484000	1634400	240000	4358400
98	600	6	7	0	384	224	0	2484000	1906800	0	4390800
99	600	7	0	5	448	0	160	2898000	0	1200000	4098000
100	600	7	1	4	448	32	128	2898000	272400	960000	4130400
101	600	7	2	3	448	64	96	2898000	544800	720000	4162800
102	600	7	3	2	448	96	64	2898000	817200	480000	4195200
103	600	7	4	1	448	128	32	2898000	1089600	240000	4227600
104	600	7	5	0	448	160	0	2898000	1362000	0	4260000
105	600	8	0	3	512	0	96	3312000	0	720000	4032000
106	600	8	1	2	512	32	64	3312000	272400	480000	4064400
107	600	8	2	1	512	64	32	3312000	544800	240000	4096800
108	600	8	3	0	512	96	0	3312000	817200	0	4129200
109	600	9	0	1	576	0	32	3726000	0	240000	3966000
110	600	9	1	0	576	32	0	3726000	272400	0	3998400
111	600	10	0	0	600	0	0	4140000	0	0	4140000

Dari analisis, penggunaan 9 truk sewa kapasitas 16 ton dan 1 truk trayek diperoleh biaya paling murah, yaitu Rp 3.966.000,-/hari.

#### b) Investasi Truk

Investasi merupakan modal yang dibutuhkan dalam suatu kegiatan usaha. Modal yang digunakan biasanya dinilai dengan uang, hal ini disebabkan dari setiap investasi diharapkan akan memperoleh keuntungan. Untuk mengetahui untung atau tidak, perlu dibandingkan atau diperhitungkan dengan suku bunga bank.

Investasi dikatakan menguntungkan, jika hasil yang diperoleh dari usaha lebih besar dibandingkan investasi awal. Bila uang untuk investasi diperoleh dari pinjaman bank, maka hasil dari investasi harus lebih besar daripada bunga pinjaman di bank. Penanaman modal (investasi) yang berupa uang dapat diperoleh dari:

1. Penanam modal (investor) yaitu dari orang atau sekelompok orang.
2. Pinjaman bank.

Titik impas adalah titik dimana biaya yang dikeluarkan (modal) sama dengan pendapatan. Titik impas sangat berhubungan dengan investasi, sebab investasi dikatakan telah mencapai keuntungan bila telah melewati titik impas. Titik impas tergantung dari jumlah produksi dan keuntungan hasil penjualan produksi.

Investasi untuk pengangkutan pasir besi dari Ketawang ke Kutoarjo harus dianalisis dengan memperhatikan suku bunga di bank dan produksi pasir besi. Dalam pembahasan ini, untuk memudahkan dalam perhitungan dipakai ketentuan sebagai berikut:

1. Produksi penambangan selama 3,6 tahun (43 bulan)
2. Harga truk tipe Toyota BY 43R-QDDH3 (Heavy Duty) kapasitas 8 ton dengan hidrolik sebesar Rp 148.000.000,- (Lampiran 9)
3. Satu hari truk 5 kali putaran (sebab waktu buang lebih cepat memakai hidrolik)
4. Umur ekonomis truk  $\pm$  5 tahun (2000 jam/tahun)
5. Suku bunga pinjaman di bank sebesar 18% per tahun atau 1,5% per bulan
6. Bunga penyimpanan di bank sebesar 9% per tahun atau 0,75% per bulan
7. Harga bahan bakar solar sebesar Rp 900,-
8. Harga minyak pelumas sebesar Rp 10.000,-/liter
9. Untuk 1 galon = 3,785 liter (Inggris)

10. Produksi pasir besi sebesar 600 ton per hari atau 18000 ton per bulan

11. Gaji sopir (operator) sebesar Rp 1.000.000,-/bulan

Analisis dalam pembahasan investasi dan titik impas berdasar harga tetap dan harga berlaku. Suku bunga bank yang digunakan adalah bunga sederhana dan bunga berbunga (majemuk). Faktor yang mempengaruhi titik impas adalah sebagai berikut:

a. Jumlah pasir besi yang diangkut sebesar 18000 ton/bulan selama 42 bulan

b. Jumlah truk yang dibutuhkan =  $600 / (8 \times 5) = 15$  unit

c. Investasi sebesar Rp 2.220.000.000,- untuk pembelian 15 truk kapasitas 8 ton seharga Rp 148.000.000,- tiap unit.

d. Biaya operasional sebesar Rp 123.702.000,-/bulan meliputi:

(1) biaya operator (sopir) sebesar Rp 1.000.000,- per bulan

(2) bahan bakar diesel =  $0,04 \times 115 \times 3,785 \times \text{Rp } 900,- = \text{Rp } 15.670,-$  per jam

(3) pelumas =  $\frac{115 \times 0,6 \times 0,006}{7,4} \times \frac{9,3 / 3,785}{8} \times 3,785 \times \text{Rp } 10.000,- = \text{Rp } 650,-$  per jam

(4) biaya ban =  $\frac{12,5\% \times \text{Rp } 148.000.000,-}{2000} = \text{Rp } 9.250,-$  per jam

(5) biaya perbaikan =  $\frac{6,25\% \times \text{Rp } 148.000.000,-}{2000} = \text{Rp } 4.625,-$  per jam

(6) biaya operasional Rp 15.670 + Rp 650 + Rp 9.250 + Rp 4.625 = Rp 30.195,-/jam

(7) biaya operasional satu truk =  $(\text{Rp } 30.195,- \times 8 \text{ jam} \times 30 \text{ hari}) + \text{Rp } 1.000.000,-$

= Rp 8.246.800,- setiap bulan

(8) biaya untuk 15 truk sebesar Rp 8.246.800,- x 15 = Rp 123.702.000,- per bulan

e. Asumsi awal, keuntungan sebesar Rp 7.500,-/ton (sebagai pembanding dengan truk trayek yang besarnya biaya pengangkutan sebesar Rp 7.500,-/ton)

Pembahasan mengenai titik impas, pendapatan dan investasi dilakukan dengan memakai beberapa macam cara. Cara yang dipakai tergantung dari kesepakatan pihak



yang terkait, dalam hal ini pihak pemberi pinjaman/modal investasi dan pihak pelaku usaha (perusahaan). Untuk penentuan titik impas dalam pembahasan ini dilakukan beberapa cara analisis sebagai berikut.

1). Investasi dan pendapatan dengan memakai harga tetap

Investasi dan pendapatan dengan memakai harga tetap adalah semua variabel tidak mengalami perubahan harga pada waktu berikutnya. Besarnya pengeluaran dan pendapatan untuk sepanjang bulan adalah sama. Asumsi awal dipakai keuntungan penjualan 1 ton pasir besi sebesar Rp 7.500,- sebagai pembanding dengan biaya pengangkutan tiap 1 ton pada saat ini. Penentuan titik impas dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Pendapatan selama 43 bulan} = 43 \times \text{Rp } 7.500,- \times 18000 = \text{Rp } 5.805.000.000,-$$

$$\text{Biaya operasional selama 43 bulan} = 43 \times \text{Rp } 123.702.000,- = \text{Rp } 5.319.186.000,-$$

$$\text{Investasi untuk pembelian truk} = \text{Rp } 2.220.000.000,-$$

$$\text{Pendapatan} = \text{Investasi} + \text{Biaya operasional}$$

$$\text{Rp } 5.805.000.000,- = \text{Rp } 2.220.000.000,- + \text{Rp } 5.319.186.000,-$$

$$\text{Rp } 5.805.000.000,- < \text{Rp } 7.539.186.000,-$$

Dengan keuntungan penjualan (pendapatan) 1 ton pasir besi sebesar Rp 7.500,- tidak akan mendapat keuntungan (titik impas) dikarenakan besar pendapatan lebih kecil dari nilai investasi ditambah biaya operasional. Agar memperoleh keuntungan, pendapatan dari penjualan tiap 1 ton pasir besi harus ditingkatkan. Besarnya pendapatan dari tiap 1 ton pasir besi dapat dilihat pada hitungan dari persamaan titik impas di bawah ini.

$$\text{Pendapatan} = \text{Investasi} + \text{Biaya operasional}$$

$$\text{besar pendapatan} \times \text{jumlah bulan} = \text{Rp } 2.220.000.000,- + \text{Rp } 5.319.186.000,-$$

$$(\text{kapasitas produksi 1 bulan} \times \text{pendapatan}) \times \text{jumlah bulan} = \text{Rp } 7.539.186.000,-$$

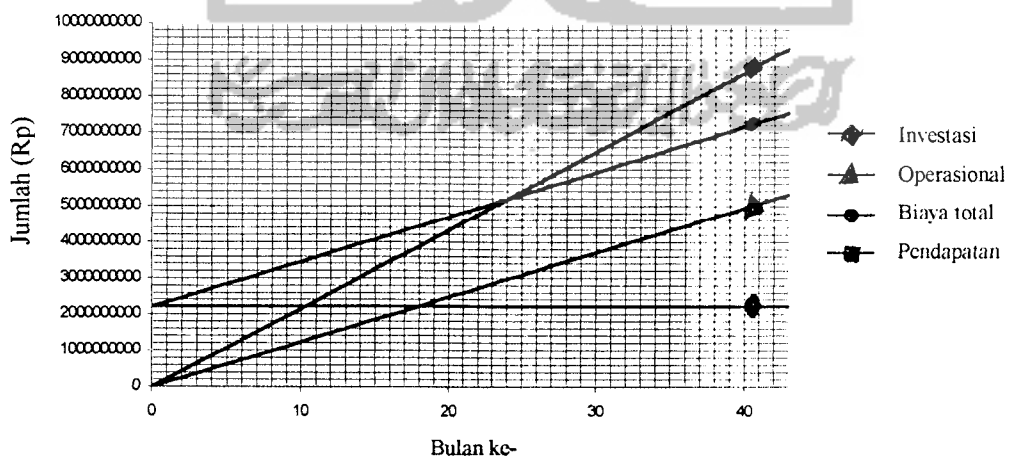
$$(18000 \times \text{pendapatan}) \times \text{jumlah bulan} = \text{Rp } 7.539.186.000,-$$

Untuk mengetahui besarnya pendapatan harus ditetapkan terlebih dahulu pada bulan ke berapa letak titik impas. Berdasar persamaan titik impas, besarnya pendapatan untuk tiap 1 ton pasir besi dapat dilihat pada tabel 5.6 sebagai berikut.

Tabel 5.6 Bulan dan pendapatan untuk 1 ton pasir besi memakai harga tetap

Bulan Ke-	Pendapatan (Rp)	Bulan Ke-	Pendapatan (Rp)	Bulan Ke-	Pendapatan (Rp)	Bulan Ke-	Pendapatan (Rp)
1	130206	13	16360	25	11806	37	10206
2	68539	14	15682	26	11616	38	10118
3	47983	15	15095	27	11440	39	10035
4	37706	16	14581	28	11277	40	9956
5	31539	17	14127	29	11125	41	9880
6	27428	18	13724	30	10983	42	9809
7	24491	19	13364	31	10851	43	9741
8	22289	20	13039	32	10727		
9	20576	21	12745	33	10610		
10	19206	22	12478	34	10500		
11	18084	23	12235	35	10396		
12	17150	24	12012	36	10298		

Sebagai contoh ditetapkan titik impas pada bulan ke-24 dan pendapatan untuk pengangkutan tiap 1 ton sebesar Rp 12.012,- dengan produksi 18000 ton per bulan. Perhitungan investasi dan pendapatan dengan memakai harga tetap dapat dilihat pada tabel 5.7, sedang letak titik impas dapat dilihat pada gambar 5.2 sebagai berikut.



Gambar 5.2 Titik impas investasi dan pendapatan dengan harga tetap

Tabel 5.7 Analisis investasi dan pendapatan dengan memakai harga tetap

Bulan	Investasi	Biaya operasional	total biaya operasional	Biaya Total	Pendapatan
0	2220000000	0	0	2220000000	0
1		123702000	123702000	2343702000	216216000
2		123702000	247404000	2467404000	432432000
3		123702000	371106000	2591106000	648648000
4		123702000	494808000	2714808000	864864000
5		123702000	618510000	2838510000	1081080000
6		123702000	742212000	2962212000	1297296000
7		123702000	865914000	3085914000	1513512000
8		123702000	989616000	3209616000	1729728000
9		123702000	1113318000	3333318000	1945944000
10		123702000	1237020000	3457020000	2162160000
11		123702000	1360722000	3580722000	2378376000
12		123702000	1484424000	3704424000	2594592000
13		123702000	1608126000	3828126000	2810808000
14		123702000	1731828000	3951828000	3027024000
15		123702000	1855530000	4075530000	3243240000
16		123702000	1979232000	4199232000	3459456000
17		123702000	2102934000	4322934000	3675672000
18		123702000	2226636000	4446636000	3891888000
19		123702000	2350338000	4570338000	4108104000
20		123702000	2474040000	4694040000	4324320000
21		123702000	2597742000	4817742000	4540536000
22		123702000	2721444000	4941444000	4756752000
23		123702000	2845146000	5065146000	4972968000
24		123702000	2968848000	5188848000	5189184000
25		123702000	3092550000	5312550000	5405400000
26		123702000	3216252000	5436252000	5621616000
27		123702000	3339954000	5559954000	5837832000
28		123702000	3463656000	5683656000	6054048000
29		123702000	3587358000	5807358000	6270264000
30		123702000	3711060000	5931060000	6486480000
31		123702000	3834762000	6054762000	6702696000
32		123702000	3958464000	6178464000	6918912000
33		123702000	4082166000	6302166000	7135128000
34		123702000	4205868000	6425868000	7351344000
35		123702000	4329570000	6549570000	7567560000
36		123702000	4453272000	6673272000	7783776000
37		123702000	4576974000	6796974000	7999992000
38		123702000	4700676000	6920676000	8216208000
39		123702000	4824378000	7044378000	8432424000
40		123702000	4948080000	7168080000	8648640000
41		123702000	5071782000	7291782000	8864856000
42		123702000	5195484000	7415484000	9081072000
43		123702000	5319186000	7539186000	9297288000

Dari gambar 5.2 terlihat bahwa titik impas terjadi pada bulan ke-24, hal ini sudah sesuai dengan yang direncanakan. Pada akhir bulan ke-43 pendapatan sebesar Rp 9.297.288.000,- dan biaya total sebesar Rp 7.539.186.000,- sehingga akan diperoleh keuntungan sebesar Rp 1.758.102.000,-.

## 2). Investasi dan pendapatan dengan memakai harga berlaku

Investasi dan pendapatan dengan memakai harga berlaku adalah biaya operasional dan pendapatan mengalami perubahan (kenaikan harga) untuk bulan berikutnya. Besarnya tambahan biaya operasional sesuai dengan penyusutan investasi pembelian truk untuk tiap bulan berikutnya. Umur investasi selama 5 tahun (60 bulan) dengan nilai sisa sama dengan nol, maka penyusutan untuk tiap bulannya sebesar  $1/60$  atau 1,66667%.

Besarnya tambahan biaya operasional sebesar  $1,66667\% \times \text{Rp } 123.702.000,- = \text{Rp } 2.061.700,-$  untuk tiap bulannya. Berdasar persamaan titik impas, besarnya pendapatan untuk tiap 1 ton pasir besi dapat dilihat pada tabel 5.8 sebagai berikut.

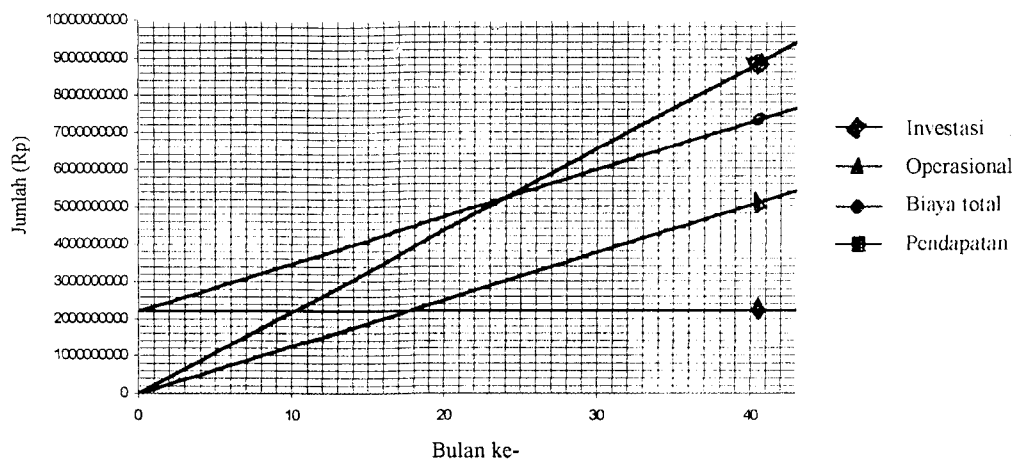
Tabel 5.8 Bulan dan pendapatan untuk 1 ton pasir besi memakai harga berlaku

Bulan Ke-	Pendapatan (Rp)	Bulan Ke-	Pendapatan (Rp)	Bulan Ke-	Pendapatan (Rp)	Bulan Ke-	Pendapatan (Rp)
1	130206	13	16412	25	11888	37	10299
2	68596	14	15788	26	11726	38	10229
3	48060	15	15201	27	11551	39	10146
4	37792	16	14688	28	11388	40	10067
5	31631	17	14235	29	11236	41	9992
6	27523	18	13832	30	11094	42	9921
7	24590	19	13472	31	10962	43	9852
8	22389	20	13148	32	10837		
9	20678	21	12854	33	10721		
10	19309	22	12588	34	10611		
11	18189	23	12344	35	10507		
12	17255	24	12121	36	10410		

Sebagai contoh ditetapkan titik impas pada bulan ke-24 dan pendapatan untuk pengangkutan tiap 1 ton sebesar Rp 12.121,- dengan produksi sebesar 18000 ton per bulan. Perhitungan investasi dan pendapatan dengan memakai harga berlaku dapat dilihat pada tabel 5.9, sedangkan letak titik impas dapat dilihat pada gambar 5.3 sebagai berikut.

Tabel 5.9 Analisis investasi dan pendapatan dengan memakai harga berlaku

Bulan	Investasi	Biaya operasional	Tambahan operasional	Total biaya operasional	Biaya Total	Pendapatan
0	222000000	0		0	222000000	0
1		123702000	0	123702000	2343702000	218178000
2		123702000	2061700	249465700	2469465700	436356000
3		123702000	2061700	375229400	2595229400	654534000
4		123702000	2061700	500993100	2720993100	872712000
5		123702000	2061700	626756800	2846756800	1090890000
6		123702000	2061700	752520500	2972520500	1309068000
7		123702000	2061700	878284200	3098284200	1527246000
8		123702000	2061700	1004047900	3224047900	1745424000
9		123702000	2061700	1129811600	3349811600	1963602000
10		123702000	2061700	1255575300	3475575300	2181780000
11		123702000	2061700	1381339000	3601339000	2399958000
12		123702000	2061700	1507102700	3727102700	2618136000
13		123702000	2061700	1632866400	3852866400	2836314000
14		123702000	2061700	1758630100	3978630100	3054492000
15		123702000	2061700	1884393800	4104393800	3272670000
16		123702000	2061700	2010157500	4230157500	3490848000
17		123702000	2061700	2135921200	4355921200	3709026000
18		123702000	2061700	2261684900	4481684900	3927204000
19		123702000	2061700	2387448600	4607448600	4145382000
20		123702000	2061700	2513212300	4733212300	4363560000
21		123702000	2061700	2638976000	4858976000	4581738000
22		123702000	2061700	2764739700	4984739700	4799916000
23		123702000	2061700	2890503400	5110503400	5018094000
24		123702000	2061700	3016267100	5236267100	5236272000
25		123702000	2061700	3142030800	5362030800	5454450000
26		123702000	2061700	3267794500	5487794500	5672628000
27		123702000	2061700	3393558200	5613558200	5890806000
28		123702000	2061700	3519321900	5739321900	6108984000
29		123702000	2061700	3645085600	5865085600	6327162000
30		123702000	2061700	3770849300	5990849300	6545340000
31		123702000	2061700	3896613000	6116613000	6763518000
32		123702000	2061700	4022376700	6242376700	6981696000
33		123702000	2061700	4148140400	6368140400	7199874000
34		123702000	2061700	4273904100	6493904100	7418052000
35		123702000	2061700	4399667800	6619667800	7636230000
36		123702000	2061700	4525431500	6745431500	7854408000
37		123702000	2061700	4651195200	6871195200	8072586000
38		123702000	2061700	4776958900	6996958900	8290764000
39		123702000	2061700	4902722600	7122722600	8508942000
40		123702000	2061700	5028486300	7248486300	8727120000
41		123702000	2061700	5154250000	7374250000	8945298000
42		123702000	2061700	5280013700	7500013700	9163476000
43		123702000	2061700	5405777400	7625777400	9381654000



Gambar 5.3 Titik impas investasi dan pendapatan dengan harga berlaku

Dari gambar 5.3 terlihat bahwa titik impas terjadi pada bulan ke-24, hal ini sudah sesuai dengan yang direncanakan. Pada akhir bulan ke-43 pendapatan sebesar Rp 9.381.654.000,- dan biaya total sebesar Rp 7.625.777.400,- sehingga akan diperoleh keuntungan sebesar Rp 1.755.876.600,-.

3). Investasi dengan pinjaman bank bunga 18% untuk 1 tahun dan dicicil tiap bulan

Investasi dengan cara meminjam uang di bank dengan bunga 18% pertahun atau 1,5% per bulan yang akan dicicil setiap bulan dengan waktu yang ditentukan. Untuk 24 bulan, bunga bank 1,5% per bulan dibayarkan ke bank dihitung dengan rumus bunga sederhana. Sebagai contoh ditetapkan cicilan selama 24 bulan dan bunga 1,5% tiap bulan. Perhitungan yang sering dipakai pada bank adalah sebagai berikut:

$$F = P (1 + i \cdot n)$$

$$F = \text{Rp } 2.220.000.000,- (1 + 1,5\% \times 24) = \text{Rp } 3.019.200.000,-$$

Pembayaran cicilan untuk tiap bulan secara sederhana sebesar Rp 3.019.200.000,- dibagi 24 bulan adalah Rp 125.800.000,-/bulan . Waktu dan besar cicilan serta besar pendapatan dengan bunga bank sebesar 1,5% perbulan memakai harga tetap dan harga berlaku dapat dilihat pada tabel 5.10 dengan contoh perhitungan sebagai berikut:

Waktu = 24 bulan

Produksi pasir besi = 18.000 ton/bulan

Produksi pasir besi selama 24 bulan =  $24 \times 18.000 = 432.000$  ton

Pinjaman investasi = Rp 2.220.000.000,-

Uang setoran ke bank = Rp 2.220.000.000  $(1 + 1,5\% \times 24) =$  Rp 3.019.200.000,-

Besar cicilan = Rp 3.019.200.000,- / 24 = Rp 125.800.000,-/bulan

Biaya operasional tiap bulan = Rp 123.702.000,-

Tambahan biaya operasional tiap bulan untuk harga berlaku = Rp 2.061.700,-

Total operasional (harga tetap) =  $24 \times$  Rp 123.702.000,- = Rp 2.968.848.000,-

Total operasional (harga berlaku) = Rp 2.968.848.000,- +  $(23 \times$  Rp 2.061.700,-) = Rp 3.016.267.100,-

Besar pendapatan penjualan pasir besi untuk pengangkutan dengan memakai harga tetap =  $(\text{Rp } 3.019.200.000,- + \text{Rp } 2.968.848.000,-) / 432.000 =$  Rp 13.862,-/ton

Besar pendapatan penjualan pasir besi untuk pengangkutan dengan memakai harga berlaku =  $(\text{Rp } 3.019.200.000,- + \text{Rp } 3.016.267.100,-) / 432.000 =$  Rp 13.971,-/ton

Tabel 5.10 Waktu, besar cicilan dan besar pendapatan tiap 1 ton

Rencana jumlah bulan	Jumlah uang	Besarnya cicilan tiap bulan (Rp)	Kumulatif biaya operasional (Rp)		besar pendapatan dari 1 ton pasir besi (Rp)	
			harga tetap	harga berlaku	harga tetap	harga berlaku
6	2419800000	403300000.00	742212000	752520500	29278	29373
12	2619600000	218300000.00	1484424000	1507102700	19000	19105
18	2819400000	156633333.33	2226636000	2261684900	15574	15682
24	3019200000	125800000.00	2968848000	3016267100	13862	13971
30	3219000000	107300000.00	3711060000	3770849300	12833	12944
36	3418800000	94966666.67	4453272000	4525431500	12148	12260
42	3618600000	86157142.86	5195484000	5280013700	11659	11771

Sebagai contoh ditetapkan cicilan bank selama 24 bulan dengan pendapatan dari 1 ton pasir besi sebesar Rp 13.862,- untuk harga tetap dan Rp 13.971,- untuk harga berlaku. Perhitungan investasi dengan cara meminjam uang di bank yang dicicil selama 24 bulan dapat dilihat pada tabel 5.11 dan tabel 5.12 sebagai berikut.

Tabel 5.11 Analisis investasi dengan meminjam bank memakai harga tetap

Bulan	Pendapatan	Jumlah pendapatan	biaya operasional	cicilan rutin	Besar cicilan dan operasional	Sisa pendapatan	Total sisa pendapatan
1	249516000	249516000	123702000	125800000	249502000	14000	14000
2	249516000	499032000	123702000	125800000	499004000	14000	28000
3	249516000	748548000	123702000	125800000	748506000	14000	42000
4	249516000	998064000	123702000	125800000	998008000	14000	56000
5	249516000	1247580000	123702000	125800000	1247510000	14000	70000
6	249516000	1497096000	123702000	125800000	1497012000	14000	84000
7	249516000	1746612000	123702000	125800000	1746514000	14000	98000
8	249516000	1996128000	123702000	125800000	1996016000	14000	112000
9	249516000	2245644000	123702000	125800000	2245518000	14000	126000
10	249516000	2495160000	123702000	125800000	2495020000	14000	140000
11	249516000	2744676000	123702000	125800000	2744522000	14000	154000
12	249516000	2994192000	123702000	125800000	2994024000	14000	168000
13	249516000	3243708000	123702000	125800000	3243526000	14000	182000
14	249516000	3493224000	123702000	125800000	3493028000	14000	196000
15	249516000	3742740000	123702000	125800000	3742530000	14000	210000
16	249516000	3992256000	123702000	125800000	3992032000	14000	224000
17	249516000	4241772000	123702000	125800000	4241534000	14000	238000
18	249516000	4491288000	123702000	125800000	4491036000	14000	252000
19	249516000	4740804000	123702000	125800000	4740538000	14000	266000
20	249516000	4990320000	123702000	125800000	4990040000	14000	280000
21	249516000	5239836000	123702000	125800000	5239542000	14000	294000
22	249516000	5489352000	123702000	125800000	5489044000	14000	308000
23	249516000	5738868000	123702000	125800000	5738546000	14000	322000
24	249516000	5988384000	123702000	125800000	5988048000	14000	336000
25	249516000	6237900000	123702000		6111750000	125814000	126150000
26	249516000	6487416000	123702000		6235452000	125814000	251964000
27	249516000	6736932000	123702000		6359154000	125814000	377778000
28	249516000	6986448000	123702000		6482856000	125814000	503592000
29	249516000	7235964000	123702000		6606558000	125814000	629406000
30	249516000	7485480000	123702000		6730260000	125814000	755220000
31	249516000	7734996000	123702000		6853962000	125814000	881034000
32	249516000	7984512000	123702000		6977664000	125814000	1006848000
33	249516000	8234028000	123702000		7101366000	125814000	1132662000
34	249516000	8483544000	123702000		7225068000	125814000	1258476000
35	249516000	8733060000	123702000		7348770000	125814000	1384290000
36	249516000	8982576000	123702000		7472472000	125814000	1510104000
37	249516000	9232092000	123702000		7596174000	125814000	1635918000
38	249516000	9481608000	123702000		7719876000	125814000	1761732000
39	249516000	9731124000	123702000		7843578000	125814000	1887546000
40	249516000	9980640000	123702000		7967280000	125814000	2013360000
41	249516000	10230156000	123702000		8090982000	125814000	2139174000
42	249516000	10479672000	123702000		8214684000	125814000	2264988000
43	249516000	10729188000	123702000		8338386000	125814000	2390802000

Pada akhir bulan ke-43 pendapatan sebesar Rp 10.729.188.000,- dan biaya total Rp 8.338.386.000,- sehingga diperoleh keuntungan sebesar Rp 2.390.802.000,-. Pinjaman bank sebesar Rp 2.220.000.000,- telah selesai dicicil pada bulan ke-24.



Tabel 5.12 Analisis investasi dengan meminjam bank memakai harga berlaku

Bulan	Pendapatan	Jumlah pendapatan	biaya operasional	cicilan rutin	Besar cicilan dan operasional	Sisa pendapatan	Total sisa pendapatan
1	251478000	251478000	123702000	125800000	249502000	1976000	1976000
2	251478000	502956000	125763700	125800000	501065700	-85700	1890300
3	251478000	754434000	125763700	125800000	752629400	-85700	1804600
4	251478000	1005912000	125763700	125800000	1004193100	-85700	1718900
5	251478000	1257390000	125763700	125800000	1255756800	-85700	1633200
6	251478000	1508868000	125763700	125800000	1507320500	-85700	1547500
7	251478000	1760346000	125763700	125800000	1758884200	-85700	1461800
8	251478000	2011824000	125763700	125800000	2010447900	-85700	1376100
9	251478000	2263302000	125763700	125800000	2262011600	-85700	1290400
10	251478000	2514780000	125763700	125800000	2513575300	-85700	1204700
11	251478000	2766258000	125763700	125800000	2765139000	-85700	1119000
12	251478000	3017736000	125763700	125800000	3016702700	-85700	1033300
13	251478000	3269214000	125763700	125800000	3268266400	-85700	947600
14	251478000	3520692000	125763700	125800000	3519830100	-85700	861900
15	251478000	3772170000	125763700	125800000	3771393800	-85700	776200
16	251478000	4023648000	125763700	125800000	4022957500	-85700	690500
17	251478000	4275126000	125763700	125800000	4274521200	-85700	604800
18	251478000	4526604000	125763700	125800000	4526084900	-85700	519100
19	251478000	4778082000	125763700	125800000	4777648600	-85700	433400
20	251478000	5029560000	125763700	125800000	5029212300	-85700	347700
21	251478000	5281038000	125763700	125800000	5280776000	-85700	262000
22	251478000	5532516000	125763700	125800000	5532339700	-85700	176300
23	251478000	5783994000	125763700	125800000	5783903400	-85700	90600
24	251478000	6035472000	125763700	125800000	6035467100	-85700	4900
25	251478000	6286950000	125763700		6161230800	125714300	125719200
26	251478000	6538428000	125763700		6286994500	125714300	251433500
27	251478000	6789906000	125763700		6412758200	125714300	377147800
28	251478000	7041384000	125763700		6538521900	125714300	502862100
29	251478000	7292862000	125763700		6664285600	125714300	628576400
30	251478000	7544340000	125763700		6790049300	125714300	754290700
31	251478000	7795818000	125763700		6915813000	125714300	880005000
32	251478000	8047296000	125763700		7041576700	125714300	1005719300
33	251478000	8298774000	125763700		7167340400	125714300	1131433600
34	251478000	8550252000	125763700		7293104100	125714300	1257147900
35	251478000	8801730000	125763700		7418867800	125714300	1382862200
36	251478000	9053208000	125763700		7544631500	125714300	1508576500
37	251478000	9304686000	125763700		7670395200	125714300	1634290800
38	251478000	9556164000	125763700		7796158900	125714300	1760005100
39	251478000	9807642000	125763700		7921922600	125714300	1885719400
40	251478000	10059120000	125763700		8047686300	125714300	2011433700
41	251478000	10310598000	125763700		8173450000	125714300	2137148000
42	251478000	10562076000	125763700		8299213700	125714300	2262862300
43	251478000	10813554000	125763700		8424977400	125714300	2388576600

Pada akhir bulan ke-43 pendapatan sebesar Rp 10.813.554.000,- dan biaya total Rp 8.424.977.400,- sehingga diperoleh keuntungan sebesar Rp 2.388.576.600,-.



Investasi dikatakan menguntungkan jika pada akhir kegiatan memperoleh sisa pendapatan atau keuntungan. Untuk mengetahui akhir investasi menguntungkan atau tidak, perlu dibandingkan dengan uang investasi ditabungkan di bank dengan bunga yang ditetapkan. Besarnya bunga di bank sangat bervariasi, tergantung dari pihak bank. Pada analisis dipakai bunga bank sebesar 9%/tahun atau 0,75%/bulan dan besarnya uang adalah Rp 2.220.000.000,- serta waktu penyimpanan adalah 43 bulan. Analisis untuk uang disimpan di bank dengan perhitungan bunga berbunga (bunga majemuk) adalah sebagai berikut.

$$F = P (1 + i)^n$$

$$F = \text{Rp } 2.220.000.000 (1 + 0,75\%)^{43}$$

$$F = \text{Rp } 3.061.190.320,-$$

Jadi besarnya keuntungan jika ditabungkan di bank dengan sistem bunga berbunga adalah sebesar Rp 3.061.190.320 - Rp 2.220.000.000 = Rp 841.190.320,-.

Keuntungan dari beberapa cara analisis masih ditambah dengan nilai sisa dari investasi. Nilai sisa investasi dihitung dengan asumsi pada tahun ke-5 mempunyai nilai sisa sama dengan nol, sedang pemakaian truk selama 3,6 tahun.

$$\begin{aligned} \text{Nilai sisa} &= (5 - 3,6)/5 \times \text{investasi} \\ &= 0,28 \times \text{Rp } 2.220.000.000,- \\ &= \text{Rp } 621.600.000,- \end{aligned}$$

Perbandingan dari beberapa cara analisis dapat dilihat pada tabel 5.11 dibawah ini.

Tabel 5.13 Perbandingan keuntungan, nilai sisa dan bunga tabungan di bank

No	Cara Analisis	Pendapatan tiap 1 ton (Rp)	Keuntungan (pendapatan) (Rp)	Nilai Sisa investasi (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Harga tetap	12.012	1.758.102.000,-	621.600.000	2.379.702.000,-
2	Harga berlaku	12.121	1.755.876.600,-	621.600.000	2.337.476.600,-
3	Pinjaman bank dan harga tetap	13.862	2.390.802.000,-	621.600.000	3.012.402.000,-
4	Pinjaman bank dan harga berlaku	13.971	2.388.576.600,-	621.600.000	3.010.176.600,-
5	Menabung di bank		841.190.320,-	-	841.190.320,-

Dari beberapa cara yang digunakan untuk analisis, investasi pembelian 15 truk akan menguntungkan bila besarnya pendapatan untuk pengangkutan pasir besi lebih besar dari biaya pengangkutan dengan truk trayek, yaitu Rp 7.500,- tiap ton. Jadi cara dengan investasi pembelian 15 truk secara bersama-sama tidak menguntungkan.

c). Sosial Ekonomi

Faktor sosial ekonomi sangat berpengaruh, hal ini dikarenakan banyak penduduk setempat sebagai pengusaha truk. Sesuai dengan tujuan pemanfaatan kekayaan alam dalam proses penambangan dan pengangkutan dilakukan dengan mengikutsertakan masyarakat sekitar penambangan. Pihak Aneka Tambang lebih mengutamakan pemakaian kendaraan dan operator yang berasal dari masyarakat sekitar penambangan, hal ini juga untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat.

Dilihat dari faktor sosial ekonomi, berlangsungnya kegiatan penambangan pasir besi yang relatif aman dapat terlaksana bila masyarakat sekitar diikutsertakan. Pengambilan keputusan dengan menggunakan truk trayek sekitar penambangan, akan sangat menguntungkan PT Aneka Tambang dalam berlangsungnya penambangan pasir besi. Keuntungan ini berupa penduduk sekitar akan ikut menjaga keamanan keberadaan alat penambangan dan kelancaran proses penambangan.

Dari beberapa analisis pertimbangan pemilihan truk, dapat dipilih menggunakan 9 truk sewa kapasitas 16 ton atau tetap menggunakan truk trayek. Pemilihan menggunakan truk trayek akan meningkatkan pendapatan masyarakat dan masyarakat sekitar penambangan juga akan ikut membantu kelancaran proses penambangan.

### **3. Pengaruh Arus dan Komposisi Lalu-lintas terhadap Waktu Tempuh**

Arus dan komposisi lalu-lintas dianalisis sesuai dengan prosedur yang diberikan oleh Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Analisis dilakukan untuk

memperoleh kapasitas jalan, derajat kejenuhan dan waktu tempuh rata-rata. Dari data dapat dilihat komposisi kendaraan pada jam-jam padat dan pada jam-jam tidak padat. Hal ini dilakukan untuk pengaturan pemberangkatan truk pasir besi.

a) Kapasitas Jalan dan waktu tempuh

Analisis kapasitas jalan dimaksudkan untuk mendapatkan waktu tempuh truk berdasar arus dan komposisi lalu-lintas, sedangkan truk yang digunakan termasuk dalam golongan kendaraan sedang. Analisis kapasitas dan arus lalu-lintas dapat dilihat pada lampiran 10, contoh perhitungan dapat dilihat pada analisis berikut.

Ruas Jalan : Ketawang - Kutoarjo

Geometrik : Lebar jalan lalu-lintas efektif 6,10 m. Lapis permukaan jalan dalam kondisi kurang baik. Bahu efektif kedua sisi 0,50 m (kerikil, rata jalur lalu-lintas).

Alinyemen : datar

Guna lahan : Desa, kegiatan lokal dan angkutan lokal, ada daerah pertanian di samping jalan.

Hambatan samping ruas jalan Ketawang- Kutoarjo termasuk sedang.

Lalu-lintas : Pencacahan arus per jenis kedua arah tanggal 21, 22 dan 24 Nopember 2001 jam 06.00 – 07.00 pada ruas jalan Ketawang – Kutoarjo yang telah direrata adalah sebagai berikut.

- (1) Kendaraan ringan (LV) = 31 kend/jam ke utara dan 10 kend/jam ke selatan
- (2) Kendaraan sedang (MHV) = 4 kend/jam ke utara dan 1 kend/jam ke selatan
- (3) Bus besar (LB) = 0 kend/jam ke utara dan 0 kend/jam ke selatan
- (4) Truk besar (LT) = 1 kend/jam ke utara dan 0 kend/jam ke selatan
- (5) Sepeda motor (MC) = 121 kend/jam ke utara dan 35 kend/jam ke selatan

Data jenis dan jumlah kendaraan dimasukkan pada Formulir IR-2 MKJI 1997 pada tabel data arus per jam dengan dikalikan dengan ekivalensi kendaraan penumpang

pada tabel 5.14. Perhitungan data arus per jam menurut jenis sesuai prosedur MKJI 1997 dapat dilihat pada tabel 5.5 sebagai berikut.

Tabel 5.14 Ekuivalensi kendaraan penumpang (emp) untuk jalan 2/2 UD

Tipe alinyemen	Arus total (kend/jam)	emp					
		MHV	LB	LT	MC		
					Lebar jalur lalu-lintas (m)		
					< 6m	6-8m	> 8m
Datar	0	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
	800	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
	1350	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
	≥1900	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4
Bukit	0	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3
	650	2,4	2,5	5,0	1,0	0,8	0,5
	1100	2,0	2,0	4,0	0,8	0,6	0,4
	≥ 1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3
Gunung	0	3,5	2,5	6,0	0,6	0,4	0,2
	450	3,0	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4
	900	2,5	2,5	5,0	0,7	0,5	0,3
	≥ 1350	1,9	2,2	4,0	0,5	0,4	0,3

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

Tabel 5.15 Perhitungan data arus per jam menurut jenis

Baris	Tipe kend	Kend ringan		Kend sedang		Bis Besar		Truk besar		Sepeda motor		Arus Total Q			
		LV	1,00	MHV	1,20	LB	1,20	LT	1,80	MC	0,80				
1.1	emp arah 1	LV	1,00	MHV	1,20	LB	1,20	LT	1,80	MC	0,80				
1.2	emp arah 2	LV	1,00	MHV	1,20	LB	1,20	LT	1,80	MC	0,80				
2	Arah	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	Arah %	kend/jam	smp/jam	
	<1>	<2>	<3>	<4>	<5>	<6>	<7>	<8>	<9>	<10>	<11>	<12>	<13>	<14>	
3	1	31	31	4	5	0	0	1	2	121	87		157	125	
4	2	10	10	1	2	0	0	0	0	35	28		46	40	
5	1+2	41	41	5	7	0	0	1	2	156	115		203	165	
6												Pemisahan arah, $SP = Q_1/(Q_1+2)$		0,773	
7												Faktor -smp $F_{smp}$			0,8128

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

Perhitungan kecepatan arus bebas kendaraan ringan dicari sesuai tabel 5.16 untuk tipe jalan dua lajur tak terbagi sebagai berikut:

Tabel 5.16 Kecepatan arus bebas dasar untuk jalan luar kota ( $FV_0$ )

Tipe jalan/ tipe alinyemen/ (kelas jarak pandang)	Kecepatan arus bebas dasar (km/jam)				
	Kendaraan Ringan LV	Kendaraan Sedang MHV	Bus Besars LB	Truk Besars LT	Sepeda Motor MC
Enam lajur terbagi					
-Datar	83	67	86	64	64
-Bukit	71	56	68	52	58
-Gunung	62	45	55	40	55
Empat lajur terbagi					
-Datar	78	65	81	62	64
-Bukit	68	55	66	51	58
-Gunung	60	44	53	39	55
Empat lajur tak terbagi					
-Datar	74	63	78	60	60
-Bukit	66	54	65	50	56
-Gunung	58	43	52	39	53
Dua lajur tak terbagi					
-Datar SDC: A	68	60	73	58	55
-Datar SDC: B	65	57	69	55	54
-Datar SDC: C	61	54	63	52	53
-Bukit	61	52	62	49	53
-Gunung	55	42	50	38	51

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

Tabel 5.17 Penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas ( $FV_w$ ) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan

Tipe jalan	Lebar efektif Jalur lalu-lintas ( $W_e$ ) (m)	$FV_w$ (km/jam)		
		Datar SDC: A,B	-Bukit -Datar SDC: C	Gunung
Empat lajur dan enam lajur terbagi	Per lajur			
	3,00	-3	-3	-2
	3,25	-1	-1	-1
	3,50	0	0	0
Empat lajur Tak terbagi	Per lajur			
	3,00	-3	-2	-1
	3,25	-1	-1	-1
	3,50	0	0	0
Dua lajur Tak terbagi	3,75	2	2	2
	Total			
	5	-11	-9	-7
	6	-3	-2	-1
	7	0	0	0
	8	1	1	0
	9	2	2	1
	10	3	3	2
	11	3	3	2

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

Tabel 5.18 Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu ( $FFV_{SF}$ ) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan

Tipe Jalan	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu				
	Kelas hambatan Samping (SFC)	Lebar bahu efektif $W_s$ (m)			
		$\leq 0,5m$	1,0m	1,5m	$\geq 2m$
Empat lajur Terbagi 4/2 D	Sangat rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,98	0,98	0,98	0,99
	Sedang	0,95	0,95	0,96	0,98
	Tinggi	0,91	0,92	0,93	0,97
	Sangat Tinggi	0,86	0,87	0,89	0,96
Empat lajur tak Terbagi 4/2 UD	Sangat rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,96	0,97	0,97	0,98
	Sedang	0,92	0,94	0,95	0,97
	Tinggi	0,88	0,89	0,90	0,96
	Sangat Tinggi	0,81	0,83	0,85	0,95
Dua lajur tak Terbagi 2/2 UD	Sangat rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,96	0,97	0,97	0,98
	Sedang	0,91	0,92	0,93	0,97
	Tinggi	0,85	0,87	0,88	0,95
	Sangat Tinggi	0,76	0,79	0,82	0,93

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

Tabel 5.19 Faktor penyesuaian akibat kelas fungsional jalan dan guna lahan ( $FFV_{RC}$ ) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan

Tipe jalan	Faktor penyesuaian $FFV_{RC}$ Pengembangan samping jalan (%)				
	0%	25%	50%	75%	100%
Empat lajur terbagi					
-Arteri	1,00	0,99	0,98	0,96	0,95
-Kolektor	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94
-Lokal	0,98	0,97	0,96	0,94	0,93
Empat lajur tak terbagi					
-Arteri	1,00	0,99	0,97	0,96	0,945
-Kolektor	0,97	0,96	0,94	0,93	0,915
-Lokal	0,95	0,94	0,92	0,91	0,895
Dua lajur tak terbagi					
-Arteri	1,00	0,98	0,97	0,96	0,94
-Kolektor	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88
-Lokal	0,90	0,88	0,87	0,86	0,84

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

Kecepatan arus bebas kendaraan dihitung sesuai petunjuk pada MKJI 1997 sesuai dengan rumus sebagai berikut:

$$FV = (FV_0 + FV_w) \times FFV_{SF} \times FFV_{RC}$$

Keterangan:  $FV$  = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)

$FV_0$  = Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (km/jam)

$FV_w$  = Penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas (km/jam)

$FFV_{SF}$  = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu

$FFV_{RC}$  = Faktor penyesuaian akibat kelas fungsional jalan dan guna lahan

Dari data dan tabel diperoleh nilai  $FV_0 = 65$  km/jam,  $FV_w = -3$  km/jam,  $FFV_{SF} = 0,91$ , dan  $FFV_{RC} = 0,90$ . Maka  $FV$  diperoleh sesuai rumus sebagai berikut.

$$FV = (65 - 3) \times 0,91 \times 0,90 = 51 \text{ km/jam}$$

Kecepatan arus bebas truk yang termasuk golongan kendaraan sedang, dihitung sesuai dengan rumus dibawah ini.

$$FV_{MHV} = FV_{MHV,0} - (FV_0 - FV) \times FV_{MHV,0} / FV_0$$

Keterangan:  $FV_{MHV}$  = Kecepatan arus bebas kendaraan sedang (km/jam)

$FV_{MHV,0}$  = Kecepatan arus bebas dasar kendaraan sedang (km/jam)

$FV_0$  = Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (km/jam)

$FV$  = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)

Sesuai data, diambil nilai  $FV_{MHV,0} = 57$  km/jam,  $FV_0 = 65$  km/jam dan  $FV = 51$  km/jam.

Untuk Kecepatan arus bebas kendaraan sedang dihitung sesuai rumus sebagai berikut.

$$FV_{MHV} = 57 - (65 - 51) \times 57 / 65 = 38 \text{ km/jam}$$

Perhitungan kapasitas suatu ruas jalan, sesuai dengan MKJI 1997 perlu diketahui kapasitas dasar dan faktor penyesuaian untuk kapasitas. Adapun faktor penyesuaian untuk kapasitas telah diberikan pada tabel oleh MKJI 1997 sebagai berikut.

Tabel 5.20 Kapasitas datar pada jalan luar kota 2 lajur 2 arah tak terbagi

Tipe jalan/ Tipe alinyemen	Kapasitas dasar Total kedua arah (smp/jam)
-Datar	3100
-Bukit	3000
-Gunung	2900

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997



Tabel 5.21 Penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu-lintas ( $FC_w$ )

Tipe jalan	Lebar efektif jalur lalu-lintas ( $W_c$ ) (m)	$FC_w$
Empat lajur terbagi Enam lajur terbagi	Per lajur	
	3,0	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
Empat lajur tak terbagi	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
Dua lajur tak terbagi	Total kedua arah	
	5	0,69
	6	0,91
	7	1,00
	8	1,08
	9	1,15
	10	1,21
	11	1,27

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

Tabel 5.22 Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah ( $FC_{SP}$ )

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
$FC_{SP}$	Dua lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat lajur 4/2	1,00	0,975	0,95	0,925	0,90

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

Tabel 5.23 Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping ( $FC_{SF}$ )

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping ( $FC_{SF}$ )			
		Lebar bahu efektif $W_s$			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 D	VL	0,99	1,00	1,01	1,03
	L	0,96	0,97	0,99	1,01
	M	0,93	0,95	0,96	0,99
	H	0,90	0,92	0,95	0,97
	VH	0,88	0,90	0,93	0,96
2/2UD	VL	0,97	0,99	1,00	1,02
4/2UD	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,88	0,91	0,94	0,98
	H	0,84	0,87	0,91	0,95
	VH	0,80	0,83	0,88	0,93

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

Kapasitas dihitung sesuai dengan rumus  $C = C_o \times F_{CW} \times F_{CSP} \times F_{CSF}$

Keterangan:  $C$  = Kapasitas jalan (smp/jam)

$C_o$  = Kapasitas dasar (smp/jam)

$F_{CW}$  = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas

$F_{CSP}$  = Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah

$F_{CSF}$  = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping

Sesuai data, diambil nilai  $C_o = 3100$  smp/jam,  $F_{CW} = 0,91$ ,  $F_{CSP} = 0,88$  dan  $F_{CSF} = 0,88$ .

Kapasitas jalan dihitung sesuai rumus sebagai berikut.

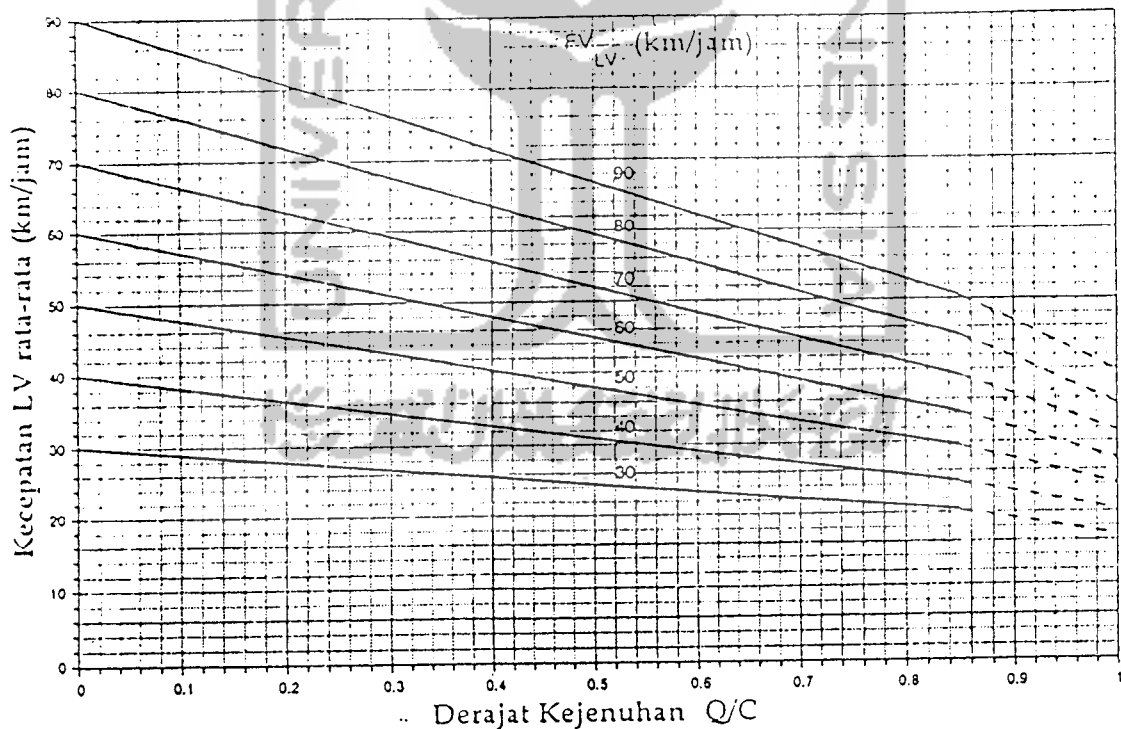
$$C = 3100 \times 0,91 \times 0,88 \times 0,88 = 2185 \text{ smp/jam}$$

Derajat kejenuhan dihitung dari arus lalu-lintas dibagi kapasitas ruas jalan ( $Q/C$ ).

Kecepatan dihitung dicari dengan menggunakan grafik yang diberikan oleh MKJI

1997 pada gambar 5.4. Sedang waktu tempuh diperoleh dari panjang segmen dibagi

dengan kecepatan.



Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

Gambar 5.4 Kecepatan sebagai fungsi dari derajat kejenuhan pada jalan 2/2 UD

Kecepatan kendaraan sedang dan waktu tempuh dengan menggunakan Gambar 5.4 dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 5.24 Kecepatan kendaraan sedang

Soal/ Arah	Arus lalu lintas Q Formulir IR-2 smp/jam	Derajat Kejuhan DS <21>/<16>	Kecepatan VLV Gb D-2:1 atau 2 km/jam	Panjang segmen jalan L km	waktu tempuh TT	
					<24>/<23> jam	menit
<20>	<21>	<22>	<23>	<24>	<25>	
06.00-07.00	165	0,08	37	20	0,54	32,4

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

Analisis data arus dan komposisi lalu-lintas dapat dilihat pada lampiran 10, hasil analisis arus dan komposisi lalu-lintas pada tabel 5.25 dan tabel 5.26 untuk kendaraan sedang adalah sebagai berikut:

Tabel 5.25 Hasil analisis arus dan komposisi lalu-lintas ruas jalan Purworejo-Kebumen untuk kendaraan sedang

Jam	Kapasitas (smp/jam)	Arus Total (smp/jam)	Derajat Kejuhan	Kecepatan Rata-rata (km/jam)	Panjang Segmen (km)	Waktu Tempuh (menit)
00.00-01.00	2857	257	0,09	43	2	2,79
01.00-02.00	2857	254	0,09	43	2	2,79
02.00-03.00	2680	247	0,09	43	2	2,79
03.00-04.00	2680	241	0,09	43	2	2,79
04.00-05.00	2768	282	0,10	43	2	2,79
05.00-06.00	2857	425	0,15	42	2	2,86
06.00-07.00	2857	573	0,20	41	2	2,93
07.00-08.00	2857	659	0,23	40	2	3,00
08.00-09.00	2945	717	0,24	40	2	3,00
09.00-10.00	2945	745	0,25	39	2	3,08
10.00-11.00	2945	981	0,33	38	2	3,16
11.00-12.00	2945	979	0,33	38	2	3,16
12.00-13.00	2945	756	0,26	40	2	3,00
13.00-14.00	2945	1101	0,37	37	2	3,24
14.00-15.00	2945	1146	0,39	36	2	3,33
15.00-16.00	2945	1108	0,38	36	2	3,33
16.00-17.00	2857	1051	0,37	37	2	3,24
17.00-18.00	2857	984	0,34	38	2	3,16
18.00-19.00	2945	586	0,20	41	2	2,93
19.00-20.00	2857	536	0,19	41	2	2,93
20.00-21.00	2857	478	0,17	42	2	2,86
21.00-22.00	2857	384	0,13	42	2	2,86
22.00-23.00	2945	347	0,12	43	2	2,79
23.00-24.00	2945	306	0,10	43	2	2,79
Rata-rata				40,4		2,75

Tabel 5.26 Hasil analisis arus dan komposisi lalu-lintas ruas jalan Ketawang-Kutoarjo untuk kendaraan sedang

Jam	Kapasitas smp/jam	Arus total smp/jam	Derajat Kejenuhan	Kecepatan Rata-rata km/jam	Panjang Segmen km	Waktu Tempuh menit
06.00-07.00	2185	165	0,08	37	20	32,4
07.00-08.00	2259	512	0,23	35	20	34,3
08.00-09.00	2259	527	0,21	35	20	34,3
09.00-10.00	2408	155	0,06	37	20	32,4
10.00-11.00	2482	161	0,06	37	20	32,4
11.00-12.00	2408	183	0,08	37	20	32,4
12.00-13.00	2408	174	0,07	37	20	32,4
13.00-14.00	2408	170	0,07	37	20	32,4
14.00-15.00	2482	142	0,06	37	20	32,4
15.00-16.00	2334	343	0,15	36	20	33,3
16.00-17.00	2482	323	0,13	36	20	33,3
Rata-rata				36,45		32,9

Tabel 5.25 dan tabel 5.26 menunjukkan bahwa pada arus lalu-lintas tidak berpengaruh pada kapasitas jalan (nilai derajat kejenuhan lebih kecil dari satu) dan arus lalu-lintas yang besar menyebabkan waktu tempuh yang besar atau kendaraan berjalan lambat. Sedangkan pada arus lalu-lintas yang kecil menyebabkan waktu tempuh menjadi kecil atau kendaraan berjalan lebih cepat.

Waktu tempuh truk (kendaraan sedang) pada jam 15.00-16.00 WIB untuk jalan Purworejo-Kebumen sejauh 2 km adalah 3,33 menit dan waktu tempuh untuk ruas jalan Ketawang-Kutoarjo sejauh 20 km adalah 33,3 menit. Besarnya waktu tempuh truk pada jam 15.00-16.00 WIB adalah  $3,33 + 33,3 = 36,63$  menit.

b) Waktu putar (cycle time)

Waktu putar kendaraan berdasar arus lalu-lintas dan komposisi dapat dihitung dengan menjumlah waktu tempuh perjalanan dan waktu bongkar pasir besi di penampungan serta waktu pengisian di penambangan. Waktu tempuh perjalanan adalah dua kali waktu perjalanan dari penambangan ke penampungan.

Waktu tempuh untuk jalan Ketawang-Kutoarjo dan jalan Purworejo-Kebumen dari jam 08.00-16.00 WIB dapat dilihat pada tabel 5.27 sebagai berikut.

Tabel 5.27 Waktu tempuh berdasar arus dan komposisi lalu lintas

Jam	Waktu tempuh (menit)		Waktu tempuh (menit)
	Ketawang-Kutoarjo	Purworejo-Kebumen	
08.00-09.00	34,3	3,00	37,30
09.00-10.00	32,4	3,08	35,48
10.00-11.00	32,4	3,16	35,56
11.00-12.00	32,4	3,16	35,56
12.00-13.00	32,4	3,00	35,40
13.00-14.00	32,4	3,24	35,64
14.00-15.00	32,4	3,33	35,73
15.00-16.00	33,3	3,33	36,63
Rata-rata	32,75	3,16	35,91

Tabel 5.28 Pencatatan waktu tempuh truk, waktu bongkar dan waktu pengisian

No	Waktu tempuh ke penampungan (menit)	Waktu bongkar (menit)	Waktu tempuh ke penambangan (menit)	Waktu pengisian oleh loader (menit)
1	46	9	36	2,9
2	47	9,5	38	3
3	44	10	35	2,8
4	48	11	37	3,1
5	45	8,5	36	2,9
Rata-rata	46	9,6	36,4	2,9

Untuk waktu putar berdasar arus dan komposisi lalu-lintas dihitung dengan ketentuan data sebagai berikut:

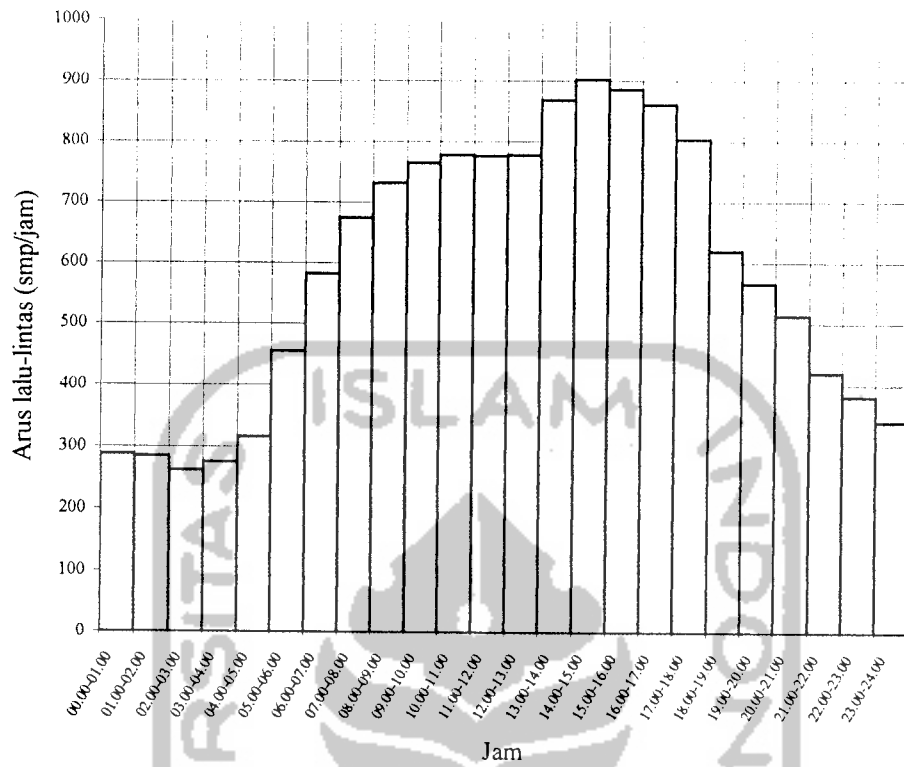
Waktu bongkar muatan di penampungan = 9,6 menit

Waktu tunggu dan pengisian di penambangan = 8,4 menit

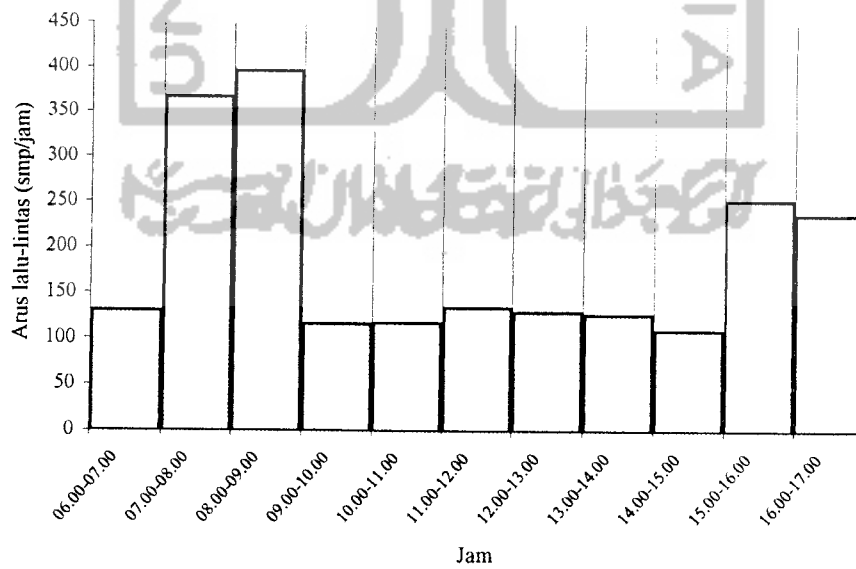
Waktu tempuh perjalanan = 35,91 menit

$$\begin{aligned} \text{Waktu putar} &= (2 \times 35,91) + 9,6 + 8,4 \\ &= 89,82 \text{ menit} \end{aligned}$$

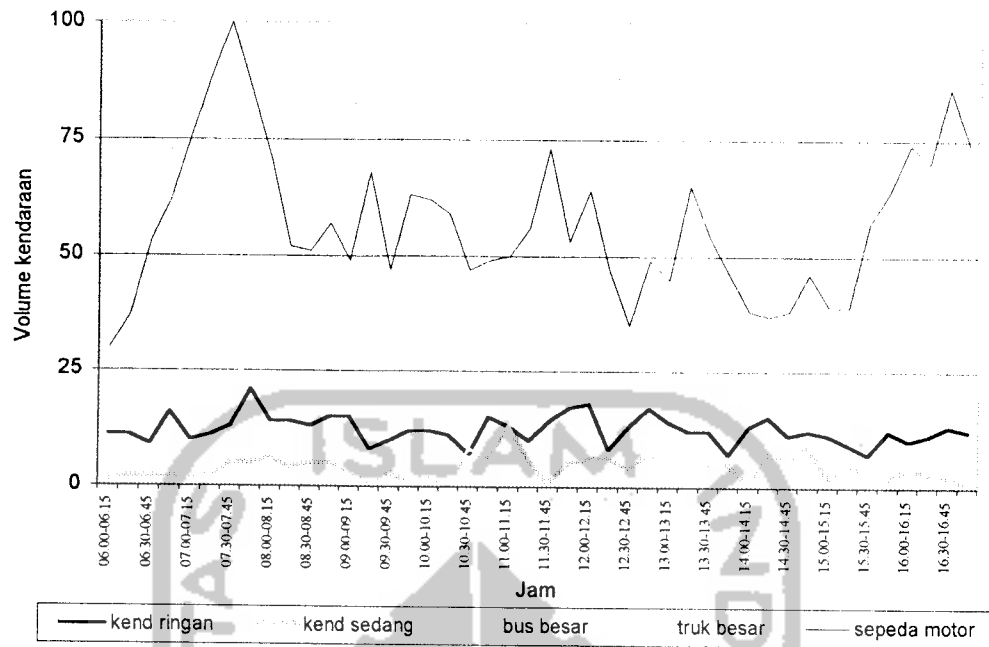
Waktu putar truk pengangkut pasir besi, akan mengalami perbedaan pada waktu yang berbeda. Pada saat kondisi arus lalu-lintas padat waktu yang dibutuhkan lebih lama daripada waktu yang dibutuhkan pada saat lalu-lintas sepi (tidak padat). Kondisi arus lalu-lintas dapat dilihat pada gambar sebagai berikut



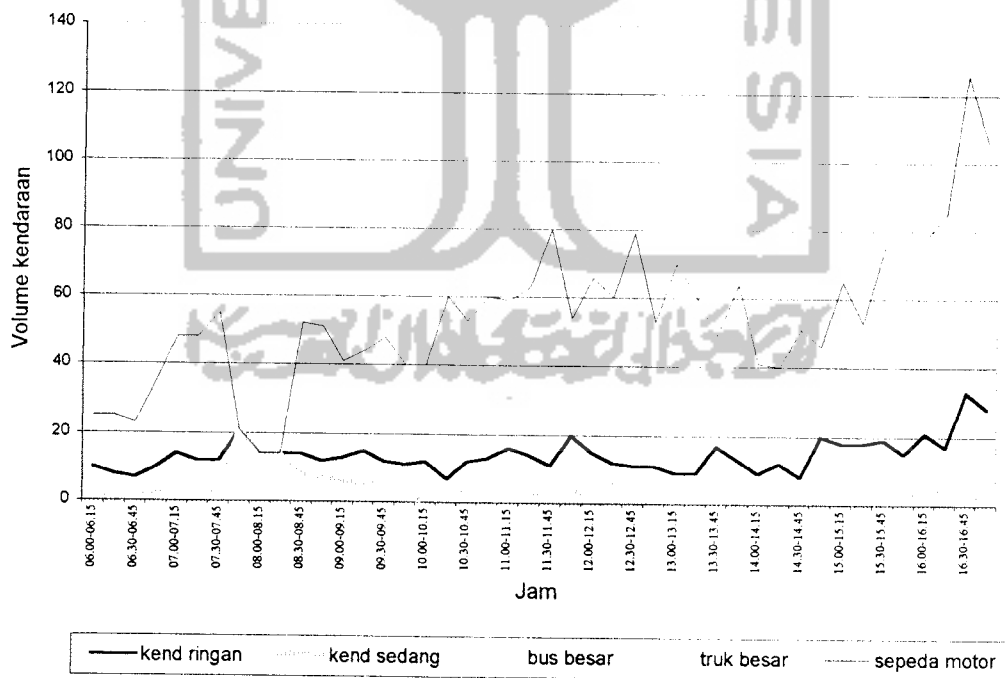
Gambar 5.5 Arus lalu-lintas (smp/jam) pada ruas jalan Purworejo-Kebumen



Gambar 5.6 Arus lalu-lintas (smp/jam) pada ruas jalan Ketawang-Kutoarjo



Gambar 5.7 Volume dan komposisi kendaraan jalan Ketawang-Kutoarjo



Gambar 5.8 Volume dan komposisi kendaraan jalan Kutoarjo-Ketawang

Untuk mengetahui waktu putar yang ada pada saat ini, maka diperlukan data waktu putar dari truk pengangkut pasir besi. Data pencatatan waktu pengangkutan pasir besi dapat dilihat pada lampiran 11, sedangkan waktu putar yang dikelompokkan berdasar jam berangkat yang telah direrata seperti pada tabel 5.29 sebagai berikut.

Tabel 5.29 Waktu putar berdasar jam berangkat

No	Jam berangkat	Rerata waktu putar (menit)
1	08.00 - 09.00	99,9
2	09.00 - 10.00	99,4
3	10.00 - 11.00	99,8
4	11.00 - 12.00	100,9

Dari tabel 5,29 terlihat bahwa pada jam 09.00-10.00 rerata waktu putar paling kecil. Keadaan ini disebabkan arus lalu-lintas jalan Ketawang-Kutoarjo mengalami penurunan seperti terlihat pada gambar 5.6 di atas. Pada jam 10.00-11.00 dan 11.00-12.00 rerata waktu putar mengalami kenaikan, keadaan ini disebabkan arus pada jalan Purworejo-Kebumen mengalami kenaikan (gambar 5.5) dan arus pada jalan Ketawang-Kutoarjo juga mengalami sedikit kenaikan.

Analisis waktu tempuh dengan metode pada MKJI 1997 diperoleh waktu putar sebesar 89,82 menit. Sedangkan dari pencatatan data diperoleh waktu tempuh rata-rata sebesar 100,1 menit. Dari rerata waktu tempuh terlihat bahwa arus lalu-lintas berpengaruh terhadap waktu putar, jika arus lalu-lintas tinggi berakibat waktu putar akan menjadi besar (lama).

#### 4. Dampak Pemakaian Truk

Pemakaian truk berdampak langsung terhadap lalu-lintas jalan dan struktur perkerasan jalan. Pada lalu-lintas akan terjadi penambahan arus dan komposisi kendaraan, sedangkan pada struktur perkerasan akan mengalami penambahan lalu-lintas yang dilayani.





Tabel 5.32 Arus total pada ruas jalan Purworejo-Kebumen

Jam	Jenis kendaraan										Penambahan		Arus Total (Q)			
	Kend ringan		Kend sedang		Bis Besar		Truk besar		Sepeda motor		Truk kap 16 T					
	I.V	1,00	MIV	2,00	1,1	3,00	1,1	5,00	MC	1,00	1,1	5,00	kend/jam	smp/jam		
00.00-01.00	87	87	70	140	15	45	31	155	14	14					217	441
01.00-02.00	75	75	69	138	23	69	27	135	10	10					204	427
02.00-03.00	69	69	51	102	30	90	31	155	5	5					186	421
03.00-04.00	72	72	60	120	38	114	25	125	7	7					202	438
04.00-05.00	97	97	59	118	42	126	25	125	27	27					250	493
05.00-06.00	133	133	101	202	43	129	26	130	118	118					421	712
06.00-07.00	190	190	122	244	37	111	19	95	258	258	9	45	635	943		
07.00-08.00	229	229	125	250	45	135	27	135	291	291	0	0	717	1040		
08.00-09.00	283	283	148	296	45	135	19	95	277	277	9	45	781	1131		
09.00-10.00	301	301	143	286	52	156	26	130	266	266	9	45	797	1184		
10.00-11.00	323	323	148	296	41	123	24	120	276	276	9	45	821	1183		
11.00-12.00	307	307	156	312	40	120	27	135	271	271	9	45	810	1190		
12.00-13.00	293	293	166	332	38	114	30	150	269	269	0	0	796	1158		
13.00-14.00	338	338	172	344	44	132	33	165	312	312	9	45	908	1336		
14.00-15.00	361	361	170	340	39	117	34	170	349	349	9	45	962	1382		
15.00-16.00	360	360	154	308	50	150	38	190	307	307	0	0	909	1315		
16.00-17.00	371	371	128	256	60	180	43	215	245	245	9	45	856	1312		
17.00-18.00	345	345	105	210	69	207	37	185	248	248			804	1195		
18.00-19.00	276	276	77	154	65	195	31	155	134	134			583	914		
19.00-20.00	260	260	69	138	52	156	30	150	122	122			533	826		
20.00-21.00	231	231	77	154	42	126	31	155	78	78			459	744		
21.00-22.00	166	166	64	128	21	63	44	220	56	56			351	633		
22.00-23.00	149	149	69	138	21	63	37	185	32	32			308	567		
23.00-24.00	121	121	69	138	19	57	35	175	22	22			266	513		
Jumlah total dari jam 00.00-24.00 (24 jam)															21498	

Arus kendaraan yang lewat pada jalan Kebumen-Purworejo jam 17.00-06.00 sebanyak 8324 smp dan jam 06.00-17.00 sebanyak 12814 smp. Banyaknya kendaraan yang lewat pada jam 17.00-06.00 sebesar  $8.324/12.814$  atau 64,96% dari kendaraan yang lewat pada jam 06.00-17.00.

Asumsi kendaraan yang lewat pada ruas jalan Ketawang-Kutoarjo pada jam 17.00-06.00 sebesar 64,96% dari kendaraan jam 06.00-17.00. Besarnya arus jalan Ketawang-Kutoarjo adalah  $3871 + (64,96\% \times 3871) = 6386$  smp/hari.

Berdasarkan arus lalu-lintas dalam satu hari pada tabel 5.30, maka untuk jalan Ketawang-Kutoarjo (6386 smp/hari) termasuk jalan lokal kelas 4, sedang ruas jalan Purworejo-Kebumen (21498 smp/hari) termasuk jalan kolektor kelas 3.

Untuk kelas jalan berdasar tekanan gandar dapat dilihat pada tabel 5.33 sebagai berikut.

Tabel 5.33 Kelas jalan berdasar tekanan gandar

No	Kelas Jalan	Tekanan Gandar
1	I	7,0 ton
2	II	5,0 ton
3	III A	3.5 ton
4	III B	2.75 ton
5	IV	2,0 ton
6	V	1,5 ton

Sumber: Konstruksi Jalan Raya, 1985

Berdasar arus lalu-lintas harian, untuk jalan Ketawang-Kutoarjo termasuk jalan lokal kelas 4. Jalan kelas 4 mempunyai tekanan gandar sebesar 2 ton. Pemakaian truk kapasitas 8 ton dan 6 ton dapat mengakibatkan kerusakan pada struktur perkerasan jalan Ketawang-Kutoarjo. Untuk mengatasi kerusakan dilakukan perkuatan (overlay).

#### b) Struktur Perkerasan

Penggunaan truk dengan muatan sebesar 8 ton dan truk kapsitas 16 ton mempunyai tekanan gandar yang lebih besar dari tekanan gandar jalan kelas 4, sehingga diperlukan perkuatan struktur perkerasan jalan (overlay). Perhitungan mengenai perkuatan struktur perkerasan jalan berdasar perhitungan yang diberikan oleh Bina Marga. Data untuk perhitungan struktur perkerasan jalan dapat dilihat pada Lampiran 12. Data yang ada dianggap identik dengan data pada Jalan Ketawang-Kutoarjo, dikarenakan letaknya satu daerah. Sedangkan analisis perkuatan struktur perkerasan jalan adalah sebagai berikut.

1. Jalan 2 jalur
2. Susunan perkerasan:

- (a) Lapen (mekanis) tebal 5 cm
- (b) waterbond macadam (subgrade CBR 96%) tebal 10 cm
- (c) Agregat kelas A (Base A CBR 81,5%) tebal 20 cm
5. Pada ruas jalan tertentu terlihat kerusakan sedang (diasumsikan kondisinya 60%)
6. Data kendaraan dari jam 06.00 – 17.00 pada ruas jalan Ketawang - Kutoarjo
- (a) Kendaraan ringan 2 ton = 584 kendaraan
- (b) Kendaraan sedang (bis dan truk 2 as 10 ton) = 163 kendaraan
- (c) Truk 3 as 20 ton (kapasitas 16 ton) = 4 kendaraan
7. Asumsi kendaraan yang lewat dari jam 17.00 – 06.00 identik dengan kendaraan yang lewat pada ruas jalan Purworejo – Kebumen.
- (a) Kendaraan yang lewat dari jam 06.00 – 17.00 = 12.814 kendaraan
- (b) Kendaraan yang lewat dari jam 17.00 – 06.00 = 8.324 kendaraan
- (c) Maka kendaraan yang lewat pada jam 17.00 – 06.00 =  $8.324/12.814$  dari kendaraan yang lewat pada jam 06.00 – 17.00 atau sebesar 0,6496
8. Perhitungan tebal overlay
- (a) Umur rencana (UR) adalah 5 tahun
- (b) Asumsi perkembangan lalu-lintas ( $i_n$ ) untuk 5 tahun sebesar 8%
- (c) Digunakan lapis tambahan asbuton (MS 744), koefisien kekuatan relatif 0,40
- (d) Jika digunakan truk kapasitas 16 ton (truk 3 as 20 ton) sebanyak 9 buah dengan 4 kali putaran tiap hari atau lewat sebanyak 72 kali.
- a. Data kendaraan
- Kendaraan ringan 2 ton =  $584 \times 0,6496 = 964$  kendaraan
- Kendaraan sedang (bis dan truk 2 as 10 ton) =  $163 \times 0,6496 = 269$  kendaraan
- Truk 3 as 20 ton (kapasitas 16 ton) =  $(4 + 72) \times 0,6496 = 79$  kendaraan

- b. Perhitungan LHR pada tahun ke-5

Besar LHR pada tahun ke-5 dihitung berdasar rumus  $(1 + i_n)^{UR}$

UR = umur rencana

$i_n$  = perkembangan lalu lintas (%)

Kendaraan ringan 2 ton =  $964 \times (1 + 8\%)^5 = 1417$  kendaraan

Kendaraan sedang (bis dan truk 2 as 10 ton) =  $269 \times (1+8\%)^5 = 396$  kendaraan

Truk 3 as 20 ton =  $79 \times (1 + 8\%)^5 = 116$  kendaraan

- c. Angka ekivalen ( $E_k$ ) kendaraan

Ekivalen kendaraan dihitung dengan distribusi beban sumbu kendaraan

Besar ekivalen ( $E_k$ ) dapat dilihat pada lampiran 12, Daftar III

Kendaraan ringan 2 ton =  $0,0002 + 0,0002 = 0,0004$

Kendaraan sedang (bis dan truk 2 as 10 ton) =  $0,1410 + 0,9238 = 1,0648$

Truk 3 as 20 ton =  $0,2923 + 0,7452 = 1,0375$

- d. Perhitungan LEP

Kendaraan ringan 2 ton =  $0,5 \times 964 \times 0,0004 = 0,1928$

Kendaraan sedang (bis dan truk 2 as 10 ton) =  $0,5 \times 269 \times 1,0648 = 143,2156$

Truk 3 as 20 ton =  $0,5 \times 79 \times 1,0375 = 40,9813$

- e.  $LEP = 0,1928 + 143,2156 + 40,9813 = 184,3897$

- f. Perhitungan LEA

Kendaraan ringan 2 ton =  $0,5 \times 1417 \times 0,0004 = 0,2834$

Kendaraan sedang (bis dan truk 2 as 10 ton) =  $0,5 \times 396 \times 1,0648 = 210,8304$

Truk 3 as 20 ton =  $0,5 \times 116 \times 1,0375 = 60,175$

- g.  $LEA = 0,2834 + 210,8304 + 60,175 = 271,2888$

h. Perhitungan LET

$$\text{LET} = 0,5 \times (\text{LEP} + \text{LEA}) = 0,5 \times (184,3897 + 271,2888) = 228$$

i. Perhitungan LER

$$\text{LER} = \text{LET} \times (\text{UR}/10) = 228 \times (5/10) = 114$$

j. Penetapan ITP

Untuk mencari ITP terlebih dahulu dicari CBR tanah dasar, data CBR yang ada pada lampiran 8 dianggap identik dengan CBR pada ruas jalan Ketawang Kutoarjo.

Faktor Regional (FR) ditentukan berdasar lampiran 12, Daftar IV

Indeks Permukaan akhir umur rencana (IP) ditentukan berdasar lampiran 12, Daftar V

Analisis berdasar korelasi DDT dan CBR serta nomogram dengan data :

$$\text{CBR tanah dasar} = 3,8\%$$

$$\text{DDT} = 4,2$$

$$\text{IP} = 2,0$$

$$\text{FR} = 1,5$$

$$\text{LER} = 114$$

$$\text{Diperoleh ITP} = 7,9 \quad (\text{IPo} = 3,9 - 3,5)$$

k. Penetapan tebal lapis perkerasan

Kekuatan jalan lama dengan kerusakan permukaan sebesar 60%

Koefisien kekuatan relatif lapis perkerasan ditentukan pada Daftar VII (lampiran 12)

Lapen (mekanis) diperoleh  $a_1 = 0,25$

Waterbond macadam ((batu pecah kelas A) diperoleh  $a_2 = 0,14$

Agregat kelas A (sirtu kelas A) diperoleh  $a_3 = 0,13$

$$\text{Lapen (mekanis) tebal 5 cm} = 60\% \times 5 \times 0,25 = 0,75$$

$$\text{waterbond macadam (subgrade CBR 96\%)} \text{ tebal 10 cm} = 10 \times 0,14 = 1,4$$

$$\text{Agregat kelas A (Base A CBR 81,5\%)} \text{ tebal 20 cm} = 20 \times 0,13 = 2,6$$

$$ITP_{\text{jalan lama}} = 0,75 + 1,4 + 2,6 = 4,75$$

Untuk umur rencana 5 tahun diperoleh  $\Delta ITP = ITP - ITP_{\text{jalan lama}} = 7,9 - 4,75 = 3,15$

Jika digunakan asbuton (MS 744) dengan koefisien kekuatan relatif = 0,4 maka,

$$3,15 = 0,4 \times \text{Tebal asbuton}$$

$$\text{Tebal asbuton} = 7,875 \text{ cm} \approx 8 \text{ cm}$$

Jadi tebal lapis tambahan (overlay) sebesar 8 cm jika digunakan asbuton (MS 744)

Dari analisis perkuatan struktur perkerasan jalan berdasar arus lalu-lintas harian dengan penambahan 9 truk kapasitas 16 ton akan diperoleh tebal lapis tambahan (overlay) sebesar 8 cm, jika lapis tambahan menggunakan asbuton MS 744.

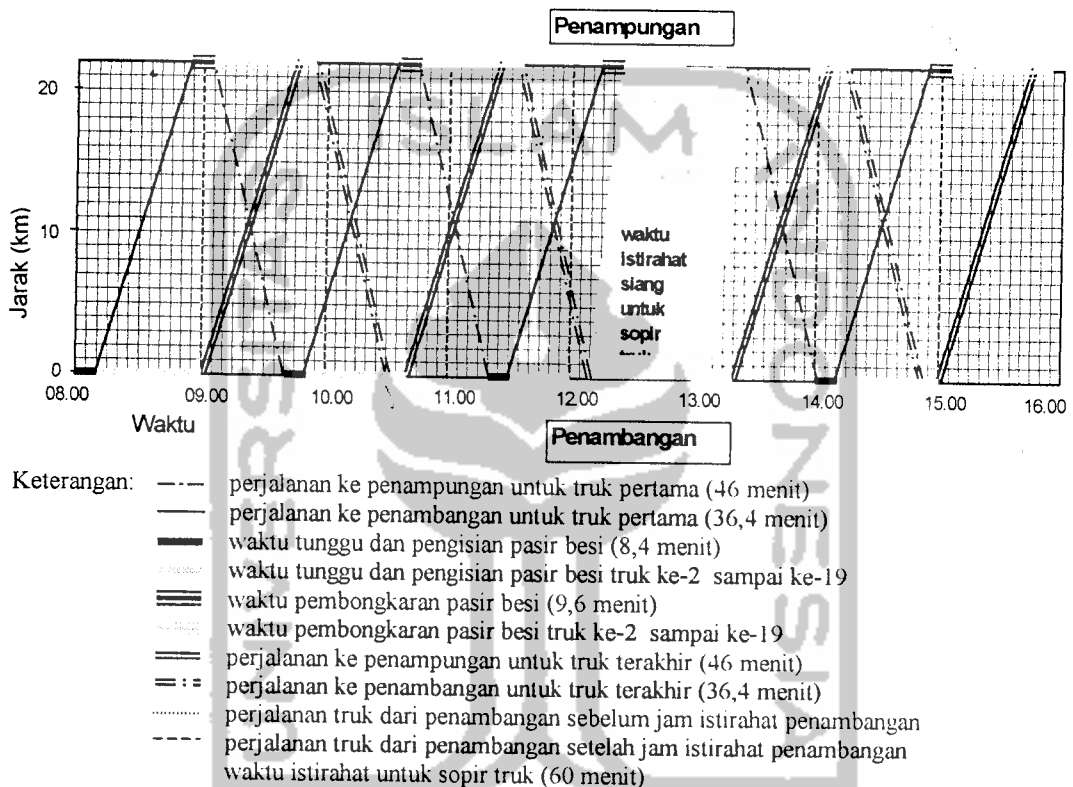
### 5. Jadwal Truk

Berdasarkan analisis kebutuhan dan pemilihan truk serta dampak penggunaan truk, dipakai jenis truk trayek berjumlah 19 unit kapasitas 8 ton dengan 4 kali pengangkutan dalam sehari. Pemilihan jenis truk trayek lebih ditekankan pada faktor sosial ekonomi, yaitu untuk meningkatkan penghasilan masyarakat sekitar penambangan dan keamanan serta kelancaran proses penambangan. Agar produksi pengangkutan pasir besi sesuai rencana, maka perlu dibuat jadwal pemberangkatan truk.

Jadwal pemberangkatan truk berdasar pada kondisi lalu-lintas, terutama pada ruas jalan Purworejo-Kebumen. Kapasitas jalan dari kedua ruas jalan masih memenuhi (Derajat kejenuhan lebih kecil dari 1), sehingga jadwal pemberangkatan truk tidak mengalami hambatan.

Waktu putar truk rata-rata untuk melakukan satu kali putaran dari penambangan kembali lagi ke penambangan sebesar 100,1 menit dengan waktu tunggu dan pengisian sebesar 8,4 menit. Sedangkan pencatatan waktu dari penambangan ke

penampungan sebesar 46 menit dan waktu bongkar muatan sebesar 9,6 menit serta waktu dari penampungan ke penambangan 36,4 menit (tabel 5.28). Digunakan jenis truk trayek kapasitas 8 ton berjumlah 19 buah. Pemberangkatan truk yaitu jam 08.00-16.00 WIB dengan istirahat siang sopir selama 1 jam dan waktu istirahat di penambangan selama 1 jam pada jam 12.00-13.00 WIB. Untuk lebih memudahkan, dibuat jadual pemberangkatan seperti gambar 5.9 sebagai berikut.



Gambar 5.9 Jadual pengangkutan pasir besi memakai truk trayek kapasitas 8 ton

Dari gambar 5.9 terlihat bahwa truk pertama berangkat pada pukul 08.00 WIB, dan truk terakhir berangkat pada pukul 09.00 WIB. Untuk truk yang tiba di penambangan setelah jam 12.00 WIB akan menunggu sampai jam 13.00, karena jam 12.00-13.00 WIB istirahat. Dari gambar juga terlihat bahwa pada jam tertentu loader bisa istirahat atau untuk mempersiapkan pasir besi yang akan diangkut.