

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. GAMBARAN UMUM OBYEK PENELITIAN

Perusahaan beton yang ditinjau untuk membuat standar keputusan dari model adalah PT. Jatim Ready Mix cabang di jalan Tanjungsari 27. Fasilitas yang ada pada pabrik ini antara lain:

1. Lahan penyimpanan untuk material pasir dan agregat
2. Satu menara hopper
3. Dua buah conveyor belt
4. Satu loader
5. Empat silo semen
6. Empat tangki penyimpanan air
7. Dua tandon penyimpanan admixtures
8. Ruang kontrol
9. Laboratorium
10. Bengkel
11. Delapan truk mixer
12. Satu concrete pump

Pabrik beton ini melayani daerah Surabaya, Gresik dan sekitarnya dengan radius area berkisar 16 km. Kapasitas produksi dari pabrik ini berkisar 39 m³/jam dengan rata-rata produksi perhari 140 m³.

4.2. PEMBUATAN MODEL

Untuk membuat pedoman keputusan bagi manajemen PT. Jatim Readymix, sebanyak 516 data berupa waktu aktivitas dikumpulkan untuk membuat model siklus pada operasional truk mixer yaitu waktu pengisian, waktu perjalanan ke proyek, waktu penuangan, waktu perjalanan ke pabrik, waktu perbaikan, dan waktu tunggu di proyek dan pabrik. Data tambahan lainnya yaitu waktu operasional di dalam pabrik sendiri untuk mentransportasikan pasir, agregat, air dan material lainnya. Keseluruhan data dikumpulkan selama 30 hari, dengan rata-rata 17-18 data perhari. Sejumlah data dibuang di dalam analisis untuk menghilangkan kerancuan.

4.2.1. Model Cyclone

Pada model yang dibentuk terdapat beberapa siklus menurut sumber-sumber daya yang dipakai, yaitu :

1. Conveyor belt 1 mentransportasikan material (pasir dan agregat) dengan menggunakan loader dari lahan penyimpanan material ke menara hopper. Terdapat probabilitas sebesar 25 % yang menunjukkan conveyor belt 1 bekerja hanya 25 % waktu kerja conveyor belt 2. Hal ini disebabkan adanya tempat penyimpanan di menara hopper untuk menampung material sementara sebelum disuplai kembali.
2. Menara hopper terdiri atas 4 bagian tempat penyimpanan. Masing-masing untuk menyimpan material pasir, agregat 5/10, agregat 10/20 dan agregat 20/30. Menara hopper ini mempunyai fungsi untuk

4.2. PEMBUATAN MODEL

Untuk membuat pedoman keputusan bagi manajemen PT. Jatim Readymix, sebanyak 516 data berupa waktu aktivitas dikumpulkan untuk membuat model siklus pada operasional truk mixer yaitu waktu pengisian, waktu perjalanan ke proyek, waktu penuangan, waktu perjalanan ke pabrik, waktu perbaikan, dan waktu tunggu di proyek dan pabrik. Data tambahan lainnya yaitu waktu operasional di dalam pabrik sendiri untuk mentransportasikan pasir, agregat, air dan material lainnya. Keseluruhan data dikumpulkan selama 30 hari, dengan rata-rata 17-18 data perhari. Sejumlah data dibuang di dalam analisis untuk menghilangkan kerancuan.

4.2.1. Model Cyclone

Pada model yang dibentuk terdapat beberapa siklus menurut sumber-sumber daya yang dipakai, yaitu :

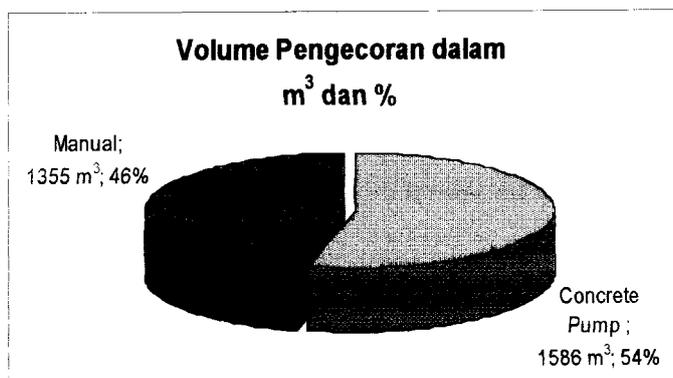
1. Conveyor belt 1 mentransportasikan material (pasir dan agregat) dengan menggunakan loader dari lahan penyimpanan material ke menara hopper. Terdapat probabilitas sebesar 25 % yang menunjukkan conveyor belt 1 bekerja hanya 25 % waktu kerja conveyor belt 2. Hal ini disebabkan adanya tempat penyimpanan di menara hopper untuk menampung material sementara sebelum disuplai kembali.
2. Menara hopper terdiri atas 4 bagian tempat penyimpanan. Masing-masing untuk menyimpan material pasir, agregat 5/10, agregat 10/20 dan agregat 20/30. Menara hopper ini mempunyai fungsi untuk

menyimpan material, menimbang material dan kemudian mensuplaikannya ke conveyor belt 2. Menara hopper akan diisi ulang oleh conveyor belt 1 jika tempat penyimpanannya telah kosong.

3. Conveyor belt 2 mentransportasikan material dari menara hopper ke truk mixer.
4. Ruang kontrol mengendalikan seluruh operasional yaitu memastikan ketersediaan material, semen, air, admixture dan truk mixer agar siap dilaksanakan.
5. Truk mixer mentransportasikan beton dari pabrik ke proyek. Jika menggunakan concrete pump maka ada kemungkinan sebesar 50,5 %, truk tersebut akan menunggu dalam antrian. Sedangkan jika tanpa concrete pump, maka kemungkinan untuk antrian sangat kecil. Lahan parkir diperlukan untuk menampung truk mixer di proyek. Setelah selesai dituang, maka truk mixer kembali ke pabrik di mana ada kemungkinan sebesar 9,5 %, truk akan menjalani perawatan di bengkel pabrik dan 63,2 % truk akan menunggu di pabrik sebelum diisi ulang dengan beton segar.
6. Concrete pump akan menerima beton segar dari truk mixer dan ditransportasikan ke lokasi pengecoran. Setelah selesai, concrete pump akan menunggu truk mixer berikutnya.
7. Tenaga kerja di proyek mengerjakan penuangan beton di proyek. Setelah selesai penuangan dilakukan finishing pada permukaan.

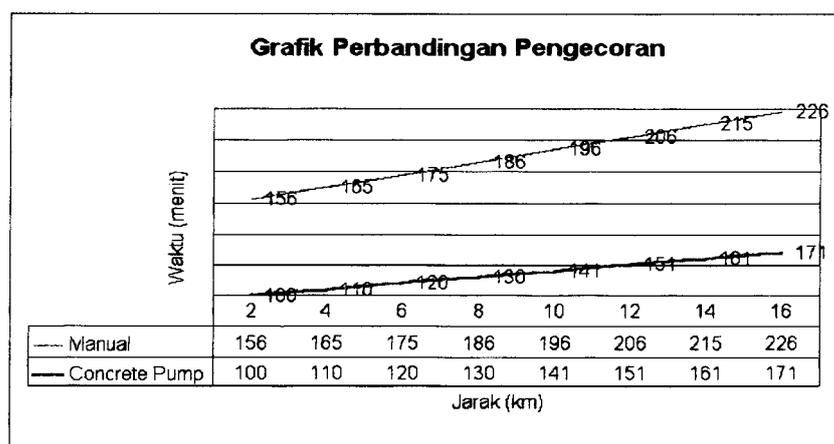
Gambar berikut adalah model cylone untuk mensimulasikan operasi pada perusahaan beton siap pakai. Model cylone ini terbagi menjadi dua yaitu model operasional perusahaan beton siap pakai dengan concrete pump (Gambar 4.1) dan model operasional perusahaan beton siap pakai tanpa menggunakan concrete pump atau manual (Gambar 4.2).

Selama penelitian ini, volume total beton yang diproduksi adalah sebesar 2941 m³. Perbandingan penggunaan pengecoran dengan concrete pump dan manual tenaga kerja adalah 54 % (1586 m³) dan 46 % (1355 m³). Hal ini berarti penggunaan jasa concrete pump bagi para pelanggan jasa readymix telah memasyarakat.



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Penggunaan Beton

Keuntungan penggunaan concrete pump ini yaitu dapat mereduksi waktu pengecoran khususnya bila volume pengecoran besar, dapat menjangkau dengan mudah tempat-tempat yang tinggi dan jauh serta mengurangi tenaga kerja. Perbandingan lamanya waktu pengecoran didasarkan pada waktu rata-rata truk mixer melakukan 1 siklus pengecoran. Perbandingan ini terlihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Lama Pengecoran.

4.2.2. Pengolahan Data Durasi Waktu dan Pengujian Hipotesa

Data durasi waktu masing-masing aktivitas seperti dalam Lampiran 4 dianalisa dengan dua cara yaitu:

a. Program STATFIT.

Program ini digunakan agar sampel data yang dikumpulkan dapat ditentukan jenis distribusi yang paling selaras berdasarkan frekuensi-frekuensi harapan dengan frekuensi teramati.

Output program untuk masing-masing aktivitas dapat dilihat pada Lampiran 7. Hasil resume pengujian program ini dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini. Kesimpulan diterima atau ditolaknya suatu jenis distribusi diambil berdasarkan hasil pengujian nilai P dan uji chi-square.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Statfit Untuk Tiap Aktivitas

Aktivitas	2	5	12	18	20		25	27
					Concrete Pump	Manual		
Data point	129	495	473	139	252	243	50	307
Beta								
Chi**2	465	284e+03	149	285	11	796	722	341
Chi**2(Tabel)	12.6	30.1	15.5	9.49	12.6	14.1	5.99	12.6
P-value	0.589	0	0.0613	0.583	0.0881	0.336	0.027	6.42e-06
Result	Do Not Reject	Reject	Do Not Reject	Do Not Reject	Do Not Reject	Do Not Reject	Reject	Reject
Gamma								
Chi**2	17	3.3e+03	348	187	42.3	14.6	2.12	13.4
Chi**2(Tabel)	12.6	30.1	16.9	7.81	12.6	14.1	5.99	14.1
P-value	0.0092	0	6.55e-05	0.000316	1.58e-07	0.0413	0.337	0.062
Result	Reject	Reject	Reject	Reject	Reject	Reject	Do Not Reject	Do Not Reject
Normal								
Chi**2	8.12	284e+03	42	4.27	24.2	128	9.32	82.5
Chi**2(Tabel)	12.6	30.1	15.5	9.49	12.6	14.1	5.99	12.6
P-value	0.229	0	1.36e-06	0.37	0.00048	0	0.00948	1.07e-15
Result	Do Not Reject	Reject	Reject	Do Not Reject	Reject	Reject	Reject	Reject
Triangular								
Chi**2	26.6	2.82e+03	56.7	23	38.8	91.7	16.4	42.3
Chi**2(Tabel)	12.6	30.1	16.9	11.1	14.1	14.1	7.81	14.1
P-value	7.13e-05	0	5.88e-09	0.000341	2.12e-06	5.49e-17	0.000362	2.9e-7
Result	Reject	Reject	Reject	Reject	Reject	Reject	Reject	Reject
Uniform								
Chi**2	76.7	2.82e+03	178	119	169	321	47.6	236
Chi**2(Tabel)	12.6	30.1	16.9	12.6	15.5	14.1	9.49	15.5
P-value	1.7e-14	0	0	0	0	0	1.14e-09	0
Result	Reject	Reject	Reject	Reject	Reject	Reject	Reject	Reject

Dari tabel ini terlihat bahwa distribusi triangular dan distribusi uniform tidak dapat dipakai untuk membentuk parameter distribusi aktivitas-aktivitas. Kesimpulan ini berdasarkan pengujian nilai P yang mendekati nol serta untuk pengujian chi-square dimana statistik hitung berada di atas nilai statistik tabel dengan derajat kebebasan dan signifikansi tertentu. Dari dua pengujian ini berarti hipotesis awal yang menyatakan bahwa populasi asal sampel tersebut

mengikuti distribusi triangular atau distribusi uniform menjadi gugur atau batal.

Untuk aktivitas 2 (waktu pengisian loader+conveyor belt 1 ke tower hopper) dan aktivitas 18 (waktu tunggu truk mixer di proyek), distribusi yang dapat dipakai yaitu distribusi beta dan distribusi normal karena dari pengujian nilai Chi-square hitung lebih kecil dari nilai Chi-square tabel dan signifikansinya di atas nilai 0,05. Namun pada input durasi UM-Cyclone digunakan distribusi beta sebagai parameter distribusi karena:

1. Dari pengujian nilai P, untuk distribusi beta lebih besar dari distribusi normal yaitu sebesar 0,589 untuk aktivitas 2 dan 0,583 untuk aktivitas 18. Nilai P value untuk distribusi normal pada aktivitas 2 hanya sebesar 0,229 dan aktivitas 18 sebesar 0,37. Semakin mendekati nilai 1 maka keputusan untuk menerima distribusi yang diberikan semakin bertambah karena distribusi tersebut selaras dengan sampel data.
2. Pada pengujian nilai chi-square, untuk aktivitas 2 nilai statistik tabel maksimum yang dapat diterima adalah 12,6. Nilai statistik hitung distribusi beta 4,65 sedangkan nilai statistik hitung distribusi normal 8,12. Pemilihan distribusi beta dikarenakan dengan semakin menjauhnya nilai statistik hitung dari nilai statistik tabel maksimum maka populasi asal sampel tersebut semakin selaras mengikuti distribusi beta. Demikian pula untuk

aktivitas 18 yang mempunyai nilai statistik hitung distribusi beta sebesar 2,85; yang lebih kecil dari nilai statistik hitung distribusi normal sebesar 4,27 dan nilai statistik tabel maksimum 9,49.

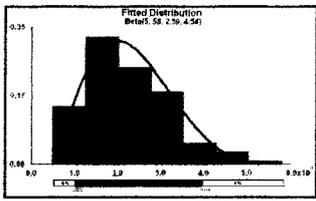
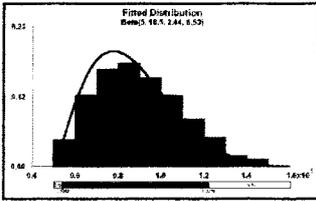
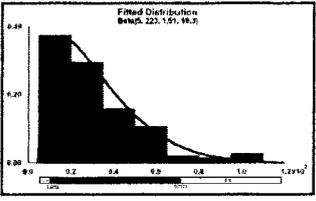
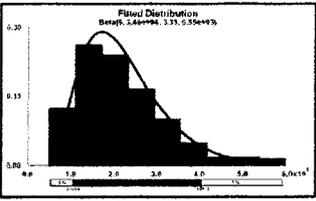
Pada aktivitas 5, semua jenis distribusi yang digunakan ditolak. Dengan lain kata aktivitas 5 tidak mengikuti salah satu dari lima jenis distribusi di atas. Durasi waktu yang dipergunakan adalah deterministik sebesar 3,85 menit yang diperoleh dari hasil output statistik deskriptif data input pada Lampiran 7.

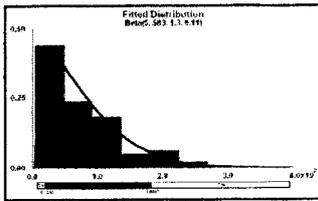
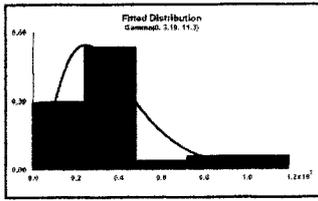
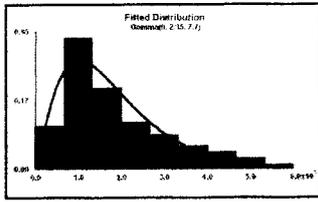
Untuk aktivitas 20 digunakan distribusi beta karena hanya distribusi beta yang dapat diterima sedangkan aktivitas 25 dan 27 mengikuti distribusi gamma.

Detail deskriptif statistik untuk masing-masing data input waktu aktivitas tentang jumlah data yang dipakai, nilai minimum, maksimum, mean, median, modus, standar deviasi, koefisien variasi, kecondongan dan nilai kurtosis selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 7.

Ringkasan parameter yang digunakan untuk masing-masing aktivitas dengan grafik berupa histogram dan bentuk (*shape*) dari distribusi yang diuji dapat dilihat pada Tabel 4.2. Untuk aktivitas waktu perjalanan ke proyek dan ke pabrik digunakan durasi waktu secara deterministik dan dianalisa secara regresi seperti pembahasan pada pasal berikutnya.

Tabel 4.2 Parameter Input UM-Cyclone dan Grafik untuk Distribusi Terpilih

Aktivitas	Distribusi	Parameter (menit)	Grafik
2. Waktu pengisian Conveyor Belt 1 ke Tower Hopper	Beta (5%, mode, 95%)	B(10,07;19,94;39,34)	
5. Waktu pengisian Tower Hopper ke Conveyor Belt 2	Deterministik (konstan)	Det(3,85)	
12. Waktu pengisian Truk Mixer	Beta (5%, mode, 95%)	B(5,98;9,72;12,16)	
13. Waktu perjalanan ke proyek	Deterministik (konstan)	Persamaan regresi (t=10,64+2,56km)	
18. Waktu tunggu Truk Mixer di proyek	Beta (5%, mode, 95%)	B(8,67;38,55;72,76)	
20. Waktu penuangan Truk Mixer ke Concrete Pump	Beta (5%, mode, 95%)	B(10,22;22,58;40,81)	

20. Waktu pemuangan Truk Mixer tanpa concrete pump (Manual)	Beta (5%, mode, 95%)	B(12,33;96,407;189,37)	
24. Waktu perjalanan ke pabrik	Deterministik (konstan)	Persamaan regresi ($t=10,53+2,49km$)	
25. Waktu perbaikan Truk Mixer	Gamma (α,β)	G(3,19;11,3)	
27. Waktu tunggu Truk Mixer di pabrik	Gamma (α,β)	G(2,35;7,7)	

b Analisa Regresi

Hasil pengamatan lapangan yang berupa lapangan yang berupa nilai jarak tempuh terhadap waktu perjalanan ke proyek maupun waktu perjalanan kembali ke pabrik diolah dengan menggunakan analisis regresi. Hasil test ini membentuk suatu formula matematika dengan waktu sebagai variabel dependen dan jarak adalah variabel independennya.

Data-data sumber analisis untuk regresi ini dapat dilihat pada lampiran 4 yaitu pada 470 data pengamatan waktu perjalanan ke

proyek terhadap jarak tempuh dan 470 data pengamatan waktu perjalanan ke pabrik terhadap jarak tempuh.

Persamaan regresi yang diperoleh untuk ke waktu perjalanan ke proyek terhadap jarak tempuh adalah sebagai berikut:

$$Y = 10,642 + 2,557 X$$

Dimana : Y = waktu perjalanan ke proyek (menit)

X = jarak tempuh (km)

Persamaan regresi yang diperoleh untuk ke waktu perjalanan ke pabrik terhadap jarak tempuh adalah sebagai berikut:

$$Y = 10,526 + 2,488 X$$

Dimana : Y = waktu perjalanan ke pabrik (menit)

X = jarak tempuh (km)

Persamaan yang diperoleh tersebut masih harus diuji secara statistik Pengujian secara garis besar ada dua macam pengujian yaitu pengujian bentuk persamaan regresi dan pengujian persyaratan persamaan regresi.

Berikut ini akan dijelaskan mengenai pengujian persamaan regresi dan batasan-batasan dari persamaan regresi

- Pengujian Bentuk Persamaan Regresi

Nilai koefisien determinasi R^2 (Tabel 4.3) pada waktu perjalanan ke proyek adalah 70,7 %, sedang pada aktivitas waktu perjalanan ke pabrik nilai R^2 adalah 71,8 %. Tidak ada batasan yang baku mengenai nilai koefisien determinasi ini, namun dari kedua model tersebut dapat dilihat bahwa ternyata data yang mendukung model di atas 70 %, dan sisanya dijelaskan oleh

sebab-sebab lain. Hal ini menunjukkan model tersebut cukup baik.

Tabel 4.3 Tabel Nilai R^2 dan Hasil Uji Anova

No.	Aktivitas	R^2	Anova (sig.)
1.	Waktu perjalanan ke proyek	0,707	0,000
2.	Waktu perjalanan ke pabrik	0,718	0,000

Prediktor: Jarak Tempuh

Pada penelitian ini digunakan tingkat kepercayaan 95 %, artinya tingkat kesalahan yang direncanakan harus lebih kecil atau sama dengan 5 %. Dari hasil uji F atau uji Anova untuk kedua persamaan di atas memperlihatkan tingkat kesalahan lebih kecil 5 % yang ditunjukkan pada kolom sig. (*significant level*). Hal ini berarti kedua model regresi di atas bisa dipakai untuk memprediksi waktu perjalanan ke proyek dan ke pabrik.

Hasil uji nilai t dipergunakan untuk menentukan signifikansi koefisien regresi yaitu konstanta dan variabel dependen (jarak tempuh). Pada Tabel 4.4 memperlihatkan signifikansi untuk semua variabel dan konstanta di bawah 0,05, sehingga semua koefisien regresi signifikan dan dapat dipakai untuk persamaan regresi.

Tabel 4.4 Tabel Hasil Uji Koefisien Regresi (Uji t)

No.	Aktivitas	Nama Faktor	Uji t (sig.)
1.	Waktu perjalanan ke proyek	Konstanta X = jarak tempuh	0,000 0,000
2.	Waktu perjalanan ke pabrik	Konstanta X = jarak tempuh	0,000 0,000

Hasil uji Nilai F, uji t dan nilai R^2 dari output komputer untuk aktivitas waktu perjalanan ke proyek dan waktu perjalanan ke pabrik dapat dilihat pada Lampiran 5 dan Lampiran 6.

- Pengujian Persyaratan Persamaan Regresi.

Untuk pengujian persyaratan persamaan regresi dilakukan tiga pengujian yaitu

1. Persyaratan Normalitas

Uji normalitas untuk aktivitas waktu perjalanan ke proyek dapat dilihat pada Lampiran 5 (*Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual*) sedang grafik hasil uji normalitas untuk aktivitas waktu perjalanan ke pabrik dapat dilihat pada Lampiran 6. Pada kedua grafik tersebut terlihat bahwa sebaran data pada grafik bisa dikatakan tersebar di sekeliling garis lurus tersebut (tidak terpencar jauh dari garis lurus). Sehingga dapat dikatakan persyaratan normalitas bisa dipenuhi.

2. Persyaratan Kelayakan Model Regresi (Model Fit)

Persyaratan ini untuk menguji kebenaran asumsi bahwa variasi antara satu kesalahan dengan kesalahan yang lain besarnya relatif sama. Persyaratan ini diperlihatkan pada grafik *Regression Studentized Deleted (Press) Residual* terhadap *Regression Standardized Predicted Value*. Pada kedua grafik tersebut titik-titik yang terjadi tidak membentuk pola tertentu, sehingga dapat disimpulkan bahwa terjadi variasi kesalahan yang relatif sama antara satu kesalahan terhadap yang lain atau dapat dikatakan model regresi memenuhi syarat untuk memprediksi waktu perjalanan ke proyek dan ke pabrik.

3. Persyaratan Model Fit tiap Data

Persyaratan ini untuk menguji hubungan antara variabel waktu perjalanan ke proyek dan ke pabrik dengan nilai prediksi yang diberikan. Terlihat pada kedua grafik *Regression Standardized Predicted Value* terhadap nilai prediksinya pada Lampiran 5 dan 6, sebaran data mulai dari kiri bawah ke arah kanan atas, sehingga bisa dikatakan model regresi sudah layak digunakan.

4.3. ALAT BANTU OPERASIONAL PERUSAHAAN BETON SIAP PAKAI

4.3.1. Grafik Biaya-Produktivitas

Grafik ini merupakan suatu indikator dari semua jawaban yang memenuhi seleksi biaya dan produktivitas dengan kombinasi alokasi

sumber daya berdasarkan jarak yang ditempuh. Terdapat dua buah grafik untuk model dengan dan tanpa menggunakan concrete pump.

a. Perhitungan Produktivitas dan Biaya Operasional

Produktivitas dan biaya operasional beton siap pakai ini dihitung berdasarkan rumus pada metodologi penelitian dan hasilnya terlihat pada Lampiran 10 untuk model dengan menggunakan concrete pump dan Lampiran 11 untuk model tanpa menggunakan concrete pump (manual).

Sebagai contoh perhitungan, dipakai model dengan menggunakan concrete pump pada jarak tempuh sejauh 2 km. Kombinasi yang digunakan adalah 11111(1) yang berarti sumber daya yang dipakai adalah 1 loader, 1 conveyor belt 1 (CB1), 1 conveyor belt 2 (CB2), 1 concrete pump (CP), 1 truk mixer (TM), dengan lahan parkir proyek 1 truk mixer. Volume rata-rata persiklus dianggap 6 m^3 . Produktivitas operasional dan biaya total yang dikeluarkan persiklus adalah sebagai berikut:

- Produktivitas persiklus = $\frac{60 \times \text{volume rata - rata truk mixer}}{\text{waktu pengisian truk mixer}}$

$$= \frac{60 \times 6}{9,22} = 39,04 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- Biaya Loader = $k1 \times 27500 \times \frac{\text{waktu pengisian loader ke conveyor belt 1}}{60 \times \text{volume rata - rata truk mixer}}$

$$= 0,25 \times 27500 \frac{23,3}{60 \times 6} = 444,7 \text{ Rp/m}^3.$$

- Biaya CB1 = $k1 \times 1367 \times \frac{\text{waktu pengisian conveyor belt 1 ke hopper}}{60 \times \text{volume rata - rata truk mixer}}$
 $= 0,25 \times 1367 \times \frac{23,3}{60 \times 6} = 22,1 \text{ Rp/m}^3$.
- Biaya CB2 = $940 \times \frac{\text{waktu pengisian hopper ke conveyor belt 2}}{60 \times \text{volume rata - rata truk mixer}}$
 $= 940 \times \frac{3,85}{60 \times 6} = 10,05 \text{ Rp/m}^3$.
- Biaya CP = $385000 \times \frac{\text{waktu penuangan truk mixer}}{60 \times \text{volume rata - rata truk mixer}}$
 $= 385000 \times \frac{24,6}{60 \times 6} = 26285,9 \text{ Rp/m}^3$.
- Biaya TM = $\frac{\text{waktu pengisian} + \text{waktu perjalanan ke proyek} + (k2 \times \text{waktu tunggu di proyek}) + \text{waktu penuangan} + \text{waktu perjalanan ke pabrik} + \text{waktu perbaikan} + (k4 \times \text{waktu tunggu di pabrik})}{60 \times \text{volume rata - rata truk mixer}} \times 18550$
 $= 18550 \times \frac{9,2 + 15,8 + (0,505 \times 40,4) + 24,6 + 15,5 + (0,095 \times 34,6) + (0,632 \times 18,0)}{60 \times 6}$
 $= 5159,9 \text{ Rp/m}^3$.
- Biaya total = biaya loader + biaya CB1 + biaya CB2 + biaya CP + biaya TM
 $= 444,7 + 22,1 + 10,05 + 26285,9 + 5159,9$
 $= 31922,6 \text{ Rp/m}^3$.

Nilai hasil produktivitas operasional untuk kedua model pada Lampiran 10 dan 11, tidak jauh berbeda yaitu berkisar antara 38,1 sampai dengan 39,5 m³/jam. Hal ini disebabkan karena nilai hasil produktivitas tergantung pada parameter data input waktu pengisian

truk mixer yaitu distribusi beta. Parameter data input ini adalah nilai 5% sebesar 5,98, nilai modus sebesar 9,72 menit, dan nilai 95% sebesar 12,16. Jika nilai modus dikonversikan ke dalam perhitungan untuk mendapatkan nilai hasil produktivitas operasional didapat sekitar 37,0 m³/jam.

Produktivitas hasil simulasi ini berbeda dengan produktivitas di dalam profil perusahaan Jatim Readymix yaitu sebesar 75 m³/jam (Lampiran 1). Perbedaan ini disebabkan karena produktivitas di dalam perusahaan Jatim Readymix menggunakan ukuran ideal di mana diasumsikan waktu pengisian truk mixer adalah selama 5 menit dengan 1 truk mixer memuat beton sebanyak 6 m³. Dengan asumsi ini berarti dalam 1 jam terdapat 12 kali siklus (harus tersedia 12 truk mixer), yang berarti produktivitasnya dapat mencapai 72 m³ (≈ 75 m³/jam).

Untuk biaya total operasional dengan model yang menggunakan concrete pump, faktor biaya yang berpengaruh paling besar adalah biaya concrete pump dan biaya truk mixer. Kedua komponen biaya ini mencapai lebih dari 95 % dari total biaya. Persentase biaya rata-rata total untuk truk mixer naik dari jarak terdekat (16,2 %) ke jarak terjauh (24,8 %). Hal ini selaras karena dengan bertambahnya jarak maka biaya truk mixer (terutama biaya solar dan tol) akan meningkat pula, sedangkan pada sumber daya yang lain, rata-rata pengeluaran biaya tidak berbeda jauh.

Tabel 4.5 Rata-rata Biaya Sumber Daya untuk Model dengan menggunakan Concrete Pump

Sumber Daya	Minimum (km 2)	%	Maximum (km 16)	%
Loader	444,0	1,4	440,5	1,2
Conveyor Belt 1	22,1	0,1	21,9	0,1
Conveyor Belt 2	10,1	0,0	10,1	0,0
Concrete Pump	26229,1	82,3	26230,1	73,9
Truk Mixer	5162,0	16,2	8803,0	24,8
Total	31867,2	100,0	35505,6	100

Untuk model tanpa menggunakan concrete pump, faktor biaya yang berpengaruh paling besar hanya biaya truk mixer, yang mencapai kurang lebih 95 % dari total biaya yang dikeluarkan.

Tabel 4.6 Rata-rata Biaya Sumber Daya untuk Model tanpa menggunakan Concrete Pump

Sumber Daya	Minimum (km 2)	%	Maximum (km 16)	%
Loader	440,5	5,2	443,2	3,7
Conveyor Belt 1	21,9	0,3	22,0	0,2
Conveyor Belt 2	10,1	0,1	10,1	0,1
Truk Mixer	8053,9	94,5	11619,8	96,1
Total	8526,4	100,0	12095,1	100,0

b. Penyaringan dengan Analisa Sensitivitas

Hasil dari biaya dan produktivitas yang mengkombinasikan antara sumber daya yang dipakai pada jarak tempuh tertentu, dianalisa dengan menggunakan analisa sensitivitas. Analisa ini digunakan untuk menghilangkan jawaban yang memiliki biaya tinggi dengan produktivitas yang kecil.

Analisa sensitivitas ini dilakukan dengan cara penyaringan sebanyak dua kali. Penyaringan pertama dilakukan untuk

menghilangkan biaya-biaya operasional yang tinggi dengan produktivitas yang sama. Contoh hasil penyaringan ini dapat dilihat tabel 4.7.

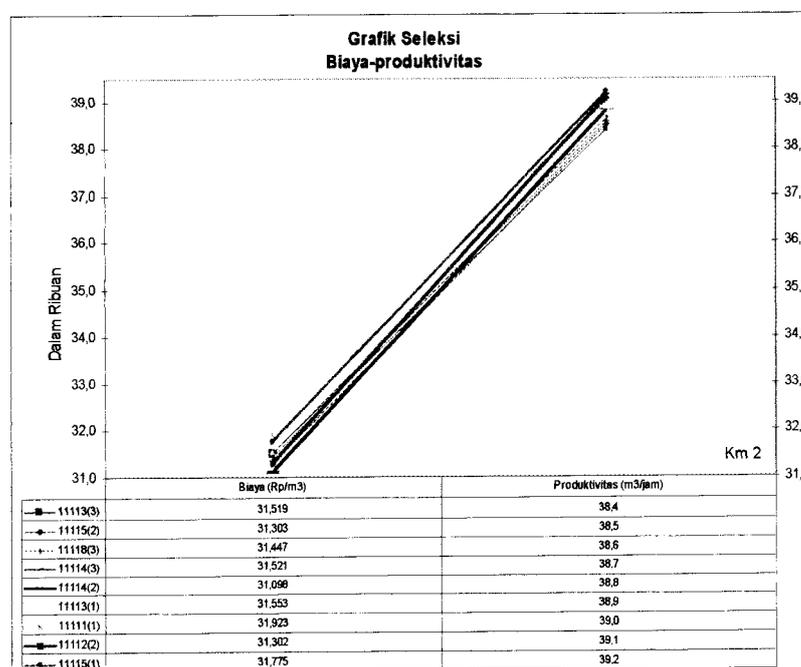
Tabel 4.7 Penyaringan Biaya-Produktivitas untuk Model Pengecoran dengan Concrete Pump, Km 2

Data Awal			Penyaringan I		
Kombinasi	Rp/m ³ (dalam ribuan)	Produktivitas (m ³ /jam)	Kombinasi	Rp/m ³ (dalam ribuan)	Produktivitas (m ³ /jam)
11113(3)	31,519	38,4	11113(3)	31,519	38,4
11111(2)	32,600	38,4	11115(2)	31,303	38,5
11116(1)	31,774	38,5	11118(3)	31,447	38,6
11118(2)	31,786	38,5	11114(3)	31,521	38,7
11115(2)	31,303	38,5	11114(2)	31,098	38,8
11117(2)	31,582	38,5	11113(1)	31,553	38,9
11115(3)	32,045	38,5	11111(1)	31,923	39,0
11118(3)	31,447	38,6	11112(2)	31,302	39,1
11117(1)	32,331	38,6	11115(1)	31,775	39,2
11112(1)	32,101	38,6	Penyaringan II (Grafik)		
11114(3)	31,521	38,7	Kombinasi	Rp/m ³ (dalam ribuan)	Produktivitas (m ³ /jam)
11116(3)	32,285	38,7	111124	31,098	38,8
11111(3)	31,815	38,8	111122	31,302	39,1
11114(2)	31,098	38,8	111115	31,775	39,2
11116(2)	31,783	38,8			
11112(3)	32,125	38,9			
11113(1)	31,553	38,9			
11118(1)	31,830	38,9			
11114(1)	32,437	39,0			
11111(1)	31,923	39,0			
11113(2)	32,629	39,0			
11112(2)	31,302	39,1			
11117(3)	32,248	39,2			
11115(1)	31,775	39,2			

Penyaringan pertama untuk produktivitas 38,4 m³/jam menghasilkan kombinasi sumber daya yaitu 11113(3). Kombinasi ini dibaca secara berurutan dari kiri ke kanan yang berarti 1 Loader, 1 conveyor belt 2, 1 conveyor belt 2, 1 concrete pump, tiga truk mixer, dan lahan parkir proyek 3 truk mixer. Kombinasi ini meminimumkan biaya untuk produktivitas yang sama yaitu sebesar 31519 Rp/m³. Kondisi persyaratan yang sama diterapkan untuk produktivitas- produktivitas lainnya.

Penyaringan kedua dilakukan dengan menggunakan grafik pemilihan biaya- produktivitas berdasarkan jawaban-jawaban dari

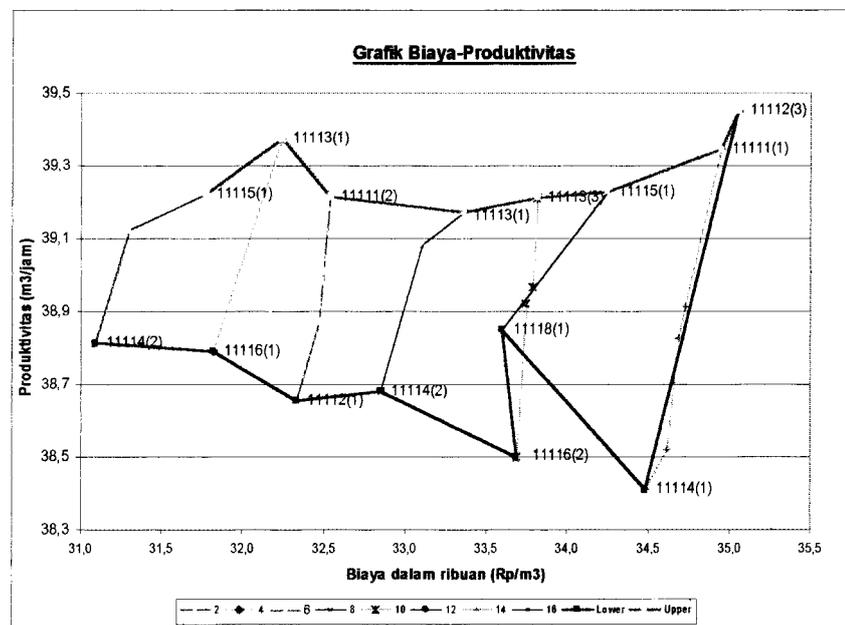
hasil penyaringan pertama. Dari grafik seleksi biaya-produktivitas untuk model dengan menggunakan concrete pump ini (Gambar 4.5), garis-garis yang memiliki biaya tinggi dan produktivitas rendah dikeluarkan dari pilihan jawaban. Setelah seleksi dilakukan, terlihat garis-garis yang lebih tebal. Garis-garis tebal ini menunjukkan trend tertentu yaitu kemiringan garis (*slope*) lebih besar dari garis-garis tipis. Trend ini menggambarkan keadaan biaya-produktivitas operasional yaitu biaya yang rendah dengan tingkat produktivitas yang tinggi.



Gambar 4.5 Grafik Seleksi Biaya-Produktivitas untuk Model dengan Menggunakan Concrete Pump, Km 2

c. Grafik Biaya-Produktivitas untuk Model Simulasi

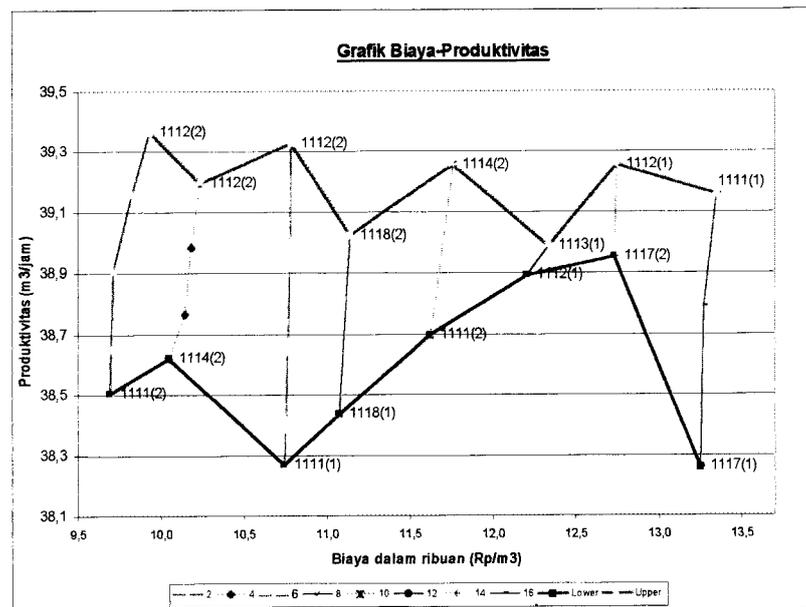
Pada grafik dengan model yang menggunakan concrete pump (Gambar 4.6), terlihat bahwa produktivitasnya tersebar dengan perbedaan yang relatif kecil pada kisaran 38,4 sampai dengan 39,5 m³/jam. Dari grafik ini juga terlihat bahwa biaya operasional akan meningkat sesuai dengan bertambahnya jarak tempuh yaitu dari jarak 2 km sebesar 31100 Rp/m³ sampai dengan 35200 Rp/m³ pada jarak tempuh 16 km.



Gambar 4.6 Grafik Biaya-Produktivitas untuk Model dengan Menggunakan Concrete Pump

Untuk grafik dengan model tanpa menggunakan concrete pump seperti terlihat pada Gambar 4.7, juga terlihat bahwa

produktivitasnya tersebar pada kisaran 38,2 sampai dengan 39,4 m³/jam. Kisaran ini hampir sama dengan kisaran dengan model yang menggunakan concrete pump. Hal ini disebabkan pencatatan waktu dari kedua model ini dilakukan sekaligus dalam satu hasil pengamatan seperti terlampir dalam lampiran 2.



Gambar 4.7 Grafik Biaya-Produktivitas untuk Model tanpa Menggunakan Concrete Pump

Perbedaan dari kedua model ini yaitu biaya operasional untuk model tanpa concrete pump lebih murah sampai lebih dari dua kali daripada model yang menggunakan concrete pump. Biaya concrete pump merupakan biaya yang paling besar pengaruhnya dalam pengecoran dibandingkan dengan biaya sumber-sumber daya lainnya. Total biaya dengan model tanpa concrete pump meningkat

sesuai dengan bertambahnya jarak tempuh yaitu dari jarak 2 km sebesar 9600 Rp/m³ sampai dengan 13400 Rp/m³ pada jarak tempuh 16 km.

Dari kedua grafik di atas, terlihat bahwa peningkatan jarak tempuh tidak berpengaruh besar terhadap produktivitas operasional pabrik. Dalam grafik ini juga terlihat banyaknya truk mixer juga tidak mempengaruhi produktivitas pabrik.

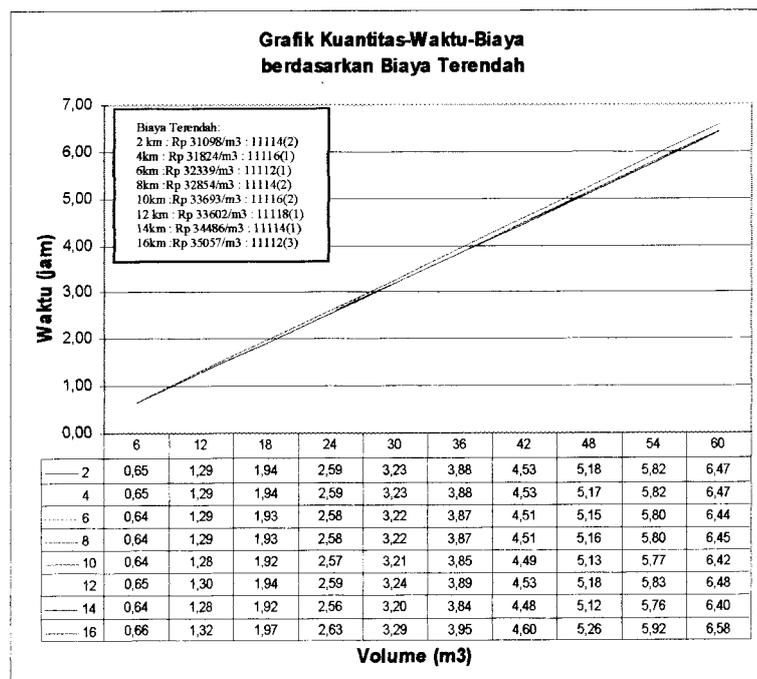
4.3.2. Grafik Peta Garis Kontur

Grafik peta garis kontur digunakan untuk menentukan jarak tempuh lokasi proyek terhadap pabrik. Jarak tempuh ini dipermudah dengan penggambaran jaring-jaring dalam radius dengan peningkatan sebesar 2 km (Gambar 4.18)

4.3.3. Grafik Kuantitas-Waktu-Biaya untuk Model

a. Grafik Kuantitas-Waktu-Biaya untuk Model dengan Concrete Pump

Grafik Kuantitas-Waktu-Biaya dengan biaya terendah untuk tiap jarak tempuh dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut ini:



**Gambar 4.8 Grafik Kuantitas-Waktu-Biaya dengan
Biaya Terendah**

Pada grafik ini terlihat bahwa waktu yang diperlukan untuk tiap jarak yang ditempuh hanya berbeda dalam kisaran yang sempit. Hal ini membuat hampir semua garis berada dalam satu garis. Peningkatan waktu tempuh berjalan secara linear terhadap volume beton yang diproduksi. Yang perlu dicatat yaitu waktu tempuh ini adalah waktu tempuh rata-rata dari hasil simulasi, sehingga mungkin saja truk mixer menempuh waktu yang berbeda untuk tiap km jarak. Namun secara umum perbedaannya ini tidak seberapa jauh.

Dalam beberapa kondisi, grafik kuantitas-waktu-biaya dengan biaya terminimum bukan merupakan solusi optimum, dimana biaya yang dikeluarkan adalah bukan biaya yang terendah. Penyebabnya

adalah pengaruh dari produktivitas operasional. Produktivitas operasional yang tinggi dengan biaya operasional yang rendah adalah kondisi optimum produktivitas-biaya.

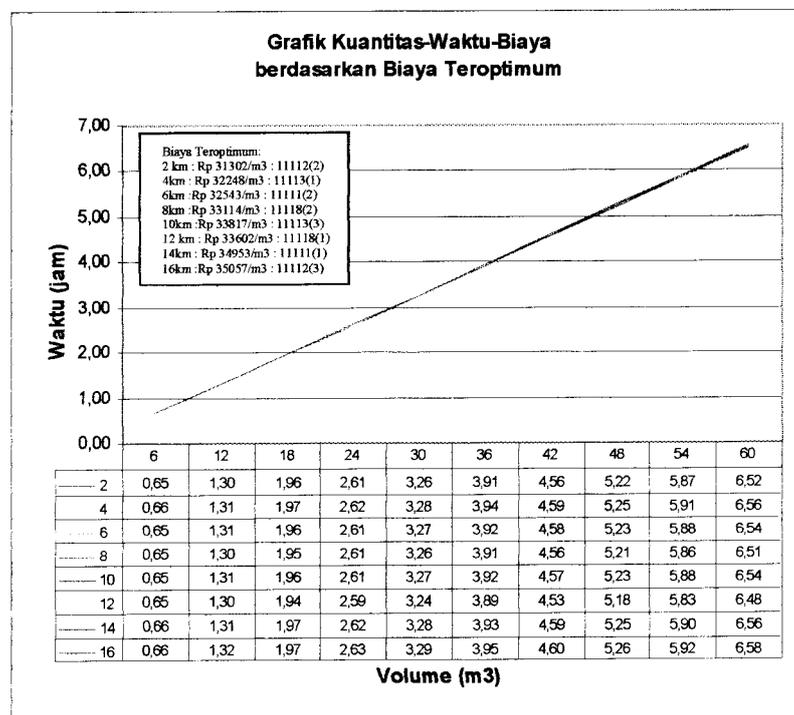
Untuk itu dibuat indeks keputusan yang menghasilkan suatu tabel yang memuat jawaban-jawaban yang memenuhi syarat berdasarkan biaya dan produktivitas untuk setiap kombinasi sumber daya yang ada dan jarak yang berbeda. Keputusan diambil berdasarkan biaya dan produktivitas dengan indeks keputusan terkecil.

Tabel 4.8 Indeks Keputusan untuk Model Simulasi dengan Menggunakan Concrete Pump

Indeks Keputusan Untuk Model Simulasi												
Kombinasi	Rp/m ³ (dalam ribuan)	Produktivitas (m ³ /jam)								Indeks Keputusan		
		2	4	6	8	10	12	14	16			
11114(2)	31098	38,8									0,80121	1,0000
11112(2)	31302	39,1									0,80010	0,9986
11115(1)	31775	39,2									0,81018	1,0112
11116(1)	31824		38,8								0,82035	1,0000
11113(1)	32248		39,4								0,81900	0,9984
11112(1)	32339			38,7							0,83658	1,0000
11118(1)	32474			38,9							0,83641	0,9986
11113(1)	32502			39,0							0,83314	0,9959
11111(2)	32543			39,2							0,82984	0,9919
11114(2)	32854				38,7						0,84936	1,0000
11118(2)	33114				39,1						0,84726	0,9975
11113(1)	33368				39,2						0,85182	1,0029
11115(2)	33693						38,5				0,87519	1,0000
11117(2)	33749						38,9				0,86706	0,9907
11118(1)	33787						39,0				0,86700	0,9906
11113(3)	33817						39,2				0,86242	0,9854
11118(1)	33602							38,9			0,86487	1,0000
11115(1)	34257							39,2			0,87327	1,0097
11114(1)	34486								38,4		0,89778	1,0000
11118(1)	34620								38,5		0,89876	1,0011
11116(3)	34693								38,8		0,89353	0,9953
11111(2)	34732								38,9		0,89252	0,9941
11111(1)	34953								39,3		0,88840	0,9895
11112(3)	35057									39,5	0,88859	1,0000

Berdasarkan tabel 4.8, biaya terendah sekaligus biaya teroptimum untuk model simulasi ini berada pada jarak tempuh 12 km dan 16 km dengan kombinasi sumber daya yaitu 11118(1) dan 11112(3), sedangkan pada jarak lainnya bukan merupakan biaya terendah.

Setelah diperoleh nilai-nilai biaya dan produktivitas teroptimum yaitu nilai-nilai yang dihitamkan lebih tebal pada indeks keputusan untuk model simulasi, maka dibuat grafik kuantitas-waktu-biaya dengan biaya teroptimum seperti terlihat pada Gambar 4.9 berikut ini:

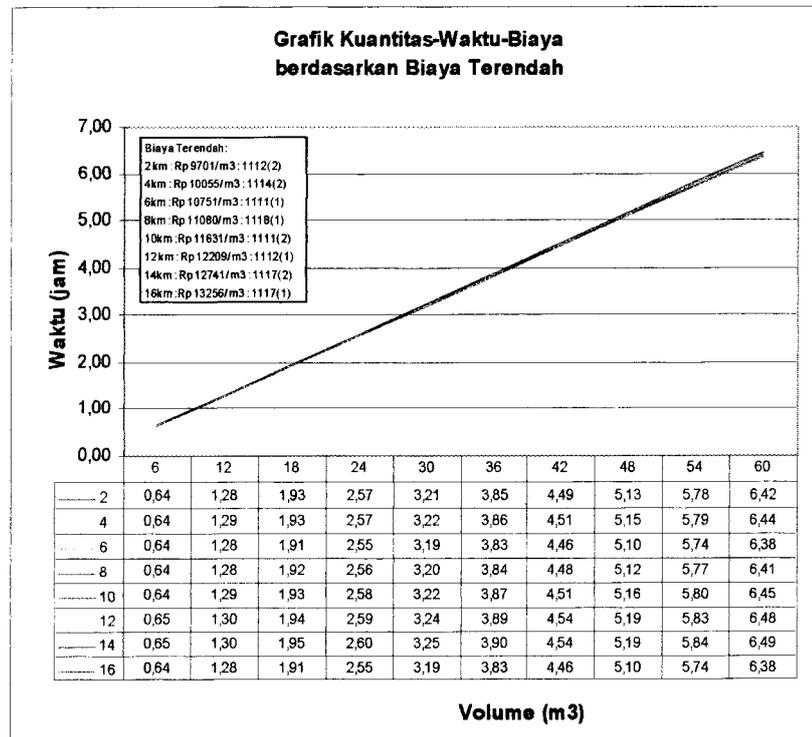


**Gambar 4.9 Grafik Kuantitas-Waktu-Biaya dengan
Biaya Teroptimum**

Seperti pada Gambar 4.8, pada grafik ini juga terlihat bahwa waktu yang diperlukan untuk tiap jarak yang ditempuh berada dalam kisaran yang sempit.

b. Grafik Kuantitas-Waktu-Biaya untuk Model tanpa Concrete Pump

Gambar 4.10 dibuat berdasarkan hasil penyaringan pada Tabel Penyaringan dan Grafik Seleksi Produktivitas-Biaya untuk tiap jarak tempuh seperti pada Lampiran 13.



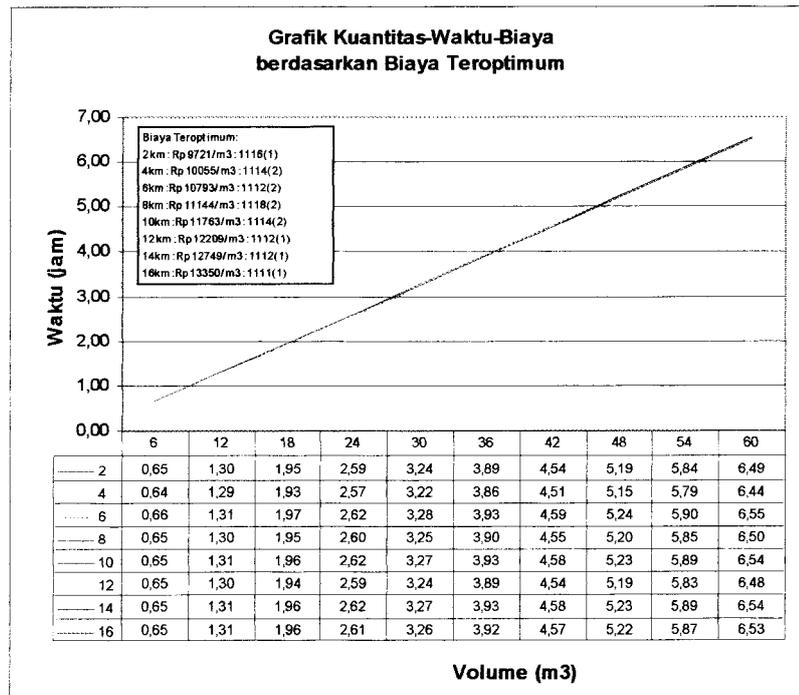
Gambar 4.10 Grafik Kuantitas-Waktu-Biaya dengan Biaya Terendah

Tabel berikut adalah indeks keputusan untuk model tanpa menggunakan concrete pump. Biaya terendah sekaligus biaya teroptimum untuk model simulasi ini berada pada jarak tempuh 4 km dan 12 km dengan kombinasi sumber daya yaitu 1114(2) dan 1112(1).

Tabel 4.9 Indeks Keputusan untuk Model Simulasi tanpa Menggunakan Concrete Pump

Indeks Keputusan Untuk Model Simulasi												
Kombinasi	Rp/m ³ (dalam ribuan)	Produktivitas (m ³ /jam)								Indeks Keputusan		
		2	4	6	8	10	12	14	16			
1111(2)	9701	38,5									0,25196	1,0000
1117(2)	9707	38,7									0,25114	0,9967
1116(1)	9721	38,9									0,24984	0,9916
1113(2)	9838	39,2									0,25123	0,9971
1112(2)	9936	39,4									0,25241	1,0018
1114(2)	10055		38,6								0,26034	1,0000
1116(2)	10152		38,8								0,26187	1,0069
1112(1)	10189		39,0								0,26134	1,0038
1112(2)	10242		39,2								0,26130	1,0037
1111(1)	10751			38,3							0,28092	1,0000
1113(2)	10781			38,9							0,27702	0,9861
1112(2)	10793			39,3							0,27444	0,9769
1118(1)	11080				38,4						0,28826	1,0000
1118(2)	11144				39,8						0,28555	0,9906
1111(2)	11631					38,7					0,30058	1,0000
1114(2)	11763					39,3					0,29967	0,9971
1112(1)	12209						38,9				0,31391	1,0000
1113(1)	12337						39,0				0,31640	1,0079
1117(2)	12741							39,0			0,32710	1,0000
1112(1)	12749							39,3			0,32478	0,9929
1117(1)	13256								38,3		0,34647	1,0000
1118(1)	13276								38,8		0,34226	0,9879
1111(1)	13350								39,2		0,34094	0,9840

Setelah diperoleh nilai-nilai biaya dan produktivitas teroptimum, maka dapat dibuat grafik kuantitas-waktu-biaya dengan biaya teroptimum seperti terlihat pada Gambar 4.11 berikut ini:



**Gambar 4.11 Grafik Kuantitas-Waktu-Biaya dengan
Biaya Teroptimum**

Dari kedua model yaitu model dengan menggunakan dan tanpa concrete pump, terlihat pada grafik kuantitas-waktu-biaya dengan biaya terendah maupun teroptimum, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kedua model mempunyai waktu tempuh yang hampir sama.
2. Waktu tempuh untuk masing-masing jarak tempuh mempunyai pengaruh yang kecil terhadap produktivitas (kuantitas) beton.

4.4. PENGGUNAAN GRAFIK

Grafik-grafik di atas digunakan bagi perusahaan beton siap pakai untuk menentukan berapa biaya, waktu dan jumlah sumber daya yang diperlukan untuk mengirim pesanan beton dalam jumlah tertentu ke proyek.

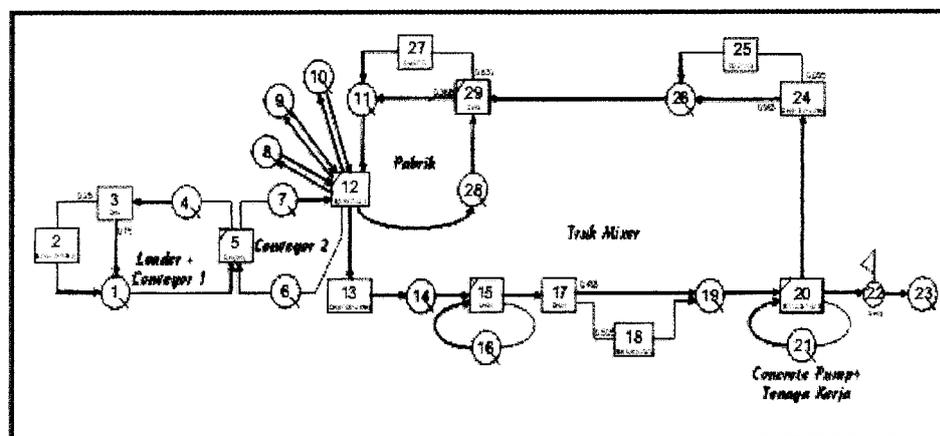
Sebagai contoh penggunaan grafik, ditentukan suatu pesanan sebesar 54 m³ dengan menggunakan concrete pump oleh pelanggan yang berada pada Perumahan Purimas-Rungkut, sebagai berikut:

1. Dari Grafik Garis kontur diperoleh jarak antara pabrik dengan lokasi (Perumahan Purimas-Rungkut) di antara 12-14 km sehingga pada analisis; jarak yang ditempuh adalah sebesar 14 km
2. Berdasarkan Grafik Biaya-Produksi pada untuk model dengan menggunakan concrete pump (Gambar 4.6) terdapat lima kombinasi sumber daya yaitu 11114(1), 11118(1), 11116(3), 11111(2), 11111(1) yang memenuhi syarat biaya dan produktivitas. Produktivitas dan biaya untuk masing-masing sumber daya ini dapat dilihat pada Tabel Penyaringan Biaya-Produktivitas, km 14 pada lampiran 12
3. Berdasarkan Grafik Kuantitas-Waktu-Biaya dengan biaya terendah (Grafik 4.8), maka biaya yang dikeluarkan adalah sebesar Rp. 34486/m³ dengan produktivitas sebesar 38,4 m³/jam dan waktu tempuh selama 5,76 jam. Kombinasi sumber daya yang dipakai adalah 1 loader, 1 conveyor belt 1, 1 conveyor belt 2, 1 concrete pump, 4 truk mixer, dgn 1 lahan parkir di proyek [11114(1)].
4. Jika pelanggan menginginkan produktivitas yang lebih tinggi maka dapat digunakan kombinasi yang lain seperti terlihat pada indeks keputusan (Tabel 4.8) yaitu 11116(3). Kombinasi ini meningkatkan produktivitas sebesar 38,8 m³/jam namun biaya yang dikeluarkan lebih besar yaitu Rp.34.693/m³.

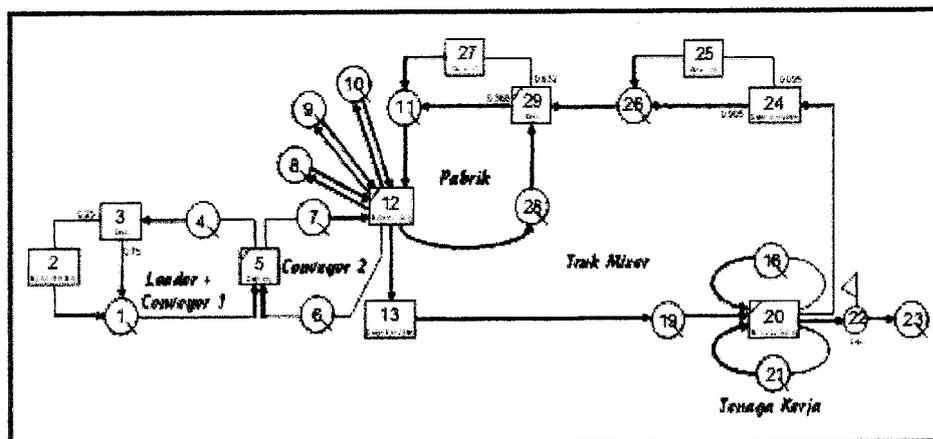
5. Biaya optimum ditentukan berdasarkan Grafik Kuantitas-Waktu-Biaya dengan biaya teroptimum (Grafik 4.9). Biaya yang dikeluarkan adalah sebesar Rp. 34953/m³ dengan produktivitas sebesar 39,3 m³/jam dan waktu tempuh selama 5,90 jam. Kombinasi sumber daya yang dipakai adalah 11111(1).
6. Biaya yang akan ditagih kepada pelanggan adalah biaya operasional + pajak + keuntungan perusahaan per-m³. Biaya operasional ini tergantung kebijaksanaan perusahaan dalam memilih salah satu alternatif yaitu biaya terendah, biaya teroptimum atau biaya lainnya (berdasarkan tabel penyaringan biaya-produktivitas atau indeks keputusan). Penentuan ini dapat didasarkan pada produktivitas yang diinginkan dan alokasi sumber daya.

4.5. REKAPITULASI HASIL ANALISA

- Model Cyclone untuk kedua model dapat dilihat pada Gambar 4.12 dan Gambar 4.13.



Gambar 4.12 Permodelan Operasional dengan Concrete Pump



Gambar 4.13 Permodelan Operasional tanpa Concrete Pump

- Hasil pengolahan data durasi waktu dan parameter input durasi untuk model simulasi dapat dilihat pada Tabel 4.10, Tabel 4.11 dan Tabel 4.12.

Tabel 4.10 Rekapitulasi Pengujian Parameter Input Durasi Waktu

Aktivitas	Distribusi	Pengujian		Kesimpulan
		Chi**2 < Chi**2(Tabel)	Nilai P > 0.05	
2	Beta	4.65 < 12.6	0.589 > 0.05	Ho diterima
12	Beta	14.9 < 15.5	0.0618 > 0.05	Ho diterima
18	Beta	2.85 < 9.49	0.583 > 0.05	Ho diterima
20 CP	Beta	11 < 12.6	0.0881 > 0.05	Ho diterima
20 Manual	Beta	7.96 < 14.1	0.336 > 0.05	Ho diterima
25	Gamma	2.18 < 5.99	0.337 > 0.05	Ho diterima
27	Gamma	13.4 < 14.1	0.062 > 0.05	Ho diterima

Keterangan:

Chi-square Hitung < Chi-square Tabel ; H₀ diterima.

Chi-square Hitung > Chi-square Tabel ; H₀ ditolak

Probabilitas > 0.05 ; H₀ diterima

Probabilitas < 0.05 ; H₀ ditolak

Tabel 4.11 Rekapitulasi Parameter Input Durasi Waktu

Aktivitas	Distribusi
2. Waktu pengisian Conveyor Belt 1 ke Tower Hopper	Beta
12. Waktu pengisian Truk Mixer	Beta
18. Waktu tunggu Truk Mixer di proyek	Beta
20. Waktu penuangan Truk Mixer ke Concrete Pump	Beta
20. Waktu penuangan Truk Mixer tanpa concrete pump (Manual)	Beta
25. Waktu perbaikan Truk Mixer	Gamma
27. Waktu tunggu Truk Mixer di pabrik	Gamma

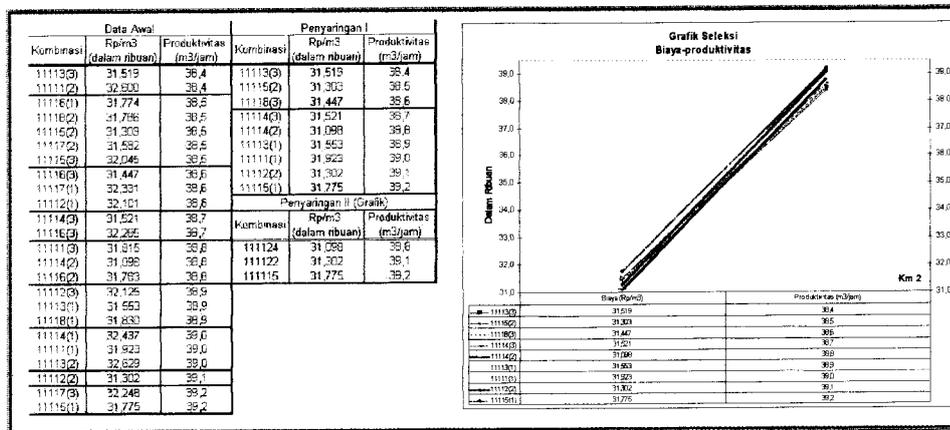
Tabel 4.12 Rekapitulasi Analisa Regresi (Tabel Nilai R², Hasil Uji Anova dan Uji t)

Aktivitas	R ²	Anova (sig.)	Nama Faktor	Nilai	Uji t (sig.)	
Waktu perjalanan ke proyek	0,707	0,00<0,05 Ho diterima	- Konstanta - X = jarak tempuh	10,64 2,56	0,00<0,05 0,00<0,05	Ho diterima
Waktu perjalanan ke pabrik	0,718	0,00<0,05 Ho diterima	- Konstanta - X = jarak tempuh	10,53 2,49	0,00<0,05 0,00<0,05	Ho diterima

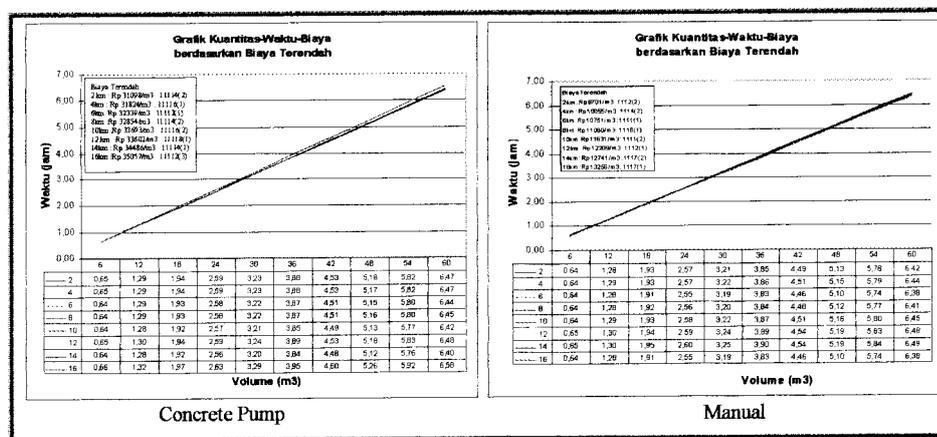
Persamaan yang diperoleh:

- Waktu perjalanan ke proyek (menit) = 10,64 + 2,56 jarak tempuh (km)
- Waktu perjalanan ke pabrik (menit) = 10,53 + 2,49 jarak tempuh (km)

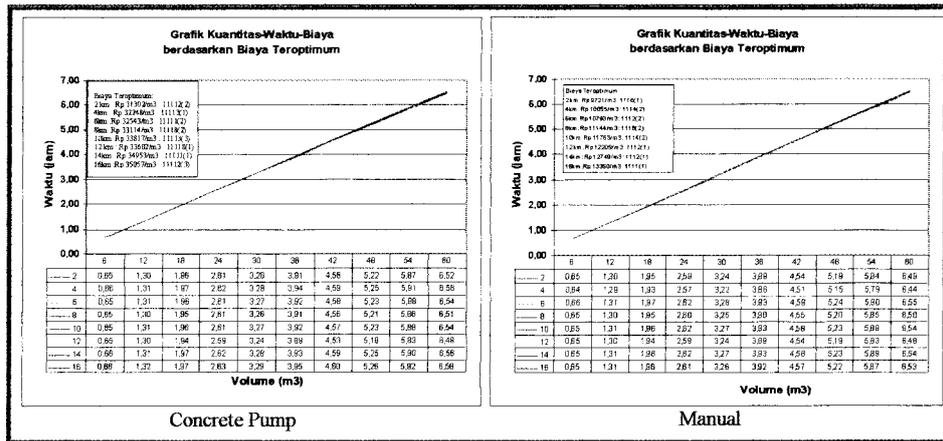
- Alat bantu operasional pada perusahaan beton siap pakai dapat dilihat pada Gambar 4.14, Gambar 4.15, Gambar 4.16, Gambar 4.17, Gambar 4.18.



Gambar 4.14. Tabel Penyaringan dan Grafik Seleksi Biaya-Produktivitas



Gambar 4.15. Rekapitulasi Grafik Kuantitas-Waktu-Biaya dengan Biaya Terendah



Gambar 4.16. Rekapitulasi Grafik Kuantitas-Waktu-Biaya dengan Biaya Teroptimum

Indeks Keputusan Untuk Model Simulasi											Indeks Keputusan Untuk Model Simulasi										
Kombinasi	Rp/m3 (dalam tabung)	Produksi (m3/jam)																Indeks Keputusan	Indeks Keputusan		
		2	4	6	8	10	12	14	16	2	4	6	8	10	12	14	16				
111120	3108	38,8																0,8121	1,0000		
111220	3192	38,1																0,8909	0,9986		
111510	3175	39,2																0,8108	1,0112		
111610	3124	36,5																0,6205	1,0000		
111310	3228	39,4																0,8128	0,9984		
111210	3228	38,7																0,8668	1,0000		
111611	32474	39,3																0,8341	0,9986		
111111	32910	39,1																0,8314	0,9985		
111122	32543	39,2																0,8284	0,9985		
111122	32854	39,7																0,8835	1,0000		
111910	33114	39,1																0,8426	0,9975		
111110	33320	39,2																0,8582	1,0000		
111612	33689	38,5																0,8759	1,0000		
111720	33749	38,9																0,8678	0,9987		
111511	33787	39,0																0,8670	0,9985		
111513	33817	39,2																0,8642	0,9984		
111911	33882	38,5																0,8467	1,0000		
111611	3425	39,2																0,8132	1,0000		
111411	3448	38,4																0,8278	1,0000		
111612	34620	38,5																0,8995	1,0011		
111612	34880	38,8																0,8860	0,9983		
111112	34732	38,9																0,8925	0,9941		
111911	34953	39,3																0,8888	0,9975		
111213	35971	39,5																0,8859	1,0000		

Concrete Pump

Kombinasi	Rp/m3 (dalam tabung)	Produksi (m3/jam)																Indeks Keputusan	Indeks Keputusan
		2	4	6	8	10	12	14	16	2	4	6	8	10	12	14	16		
111120	3701	38,5																0,2518	1,0000
111220	3707	38,7																0,2514	0,9987
111610	3721	38,0																0,2498	0,9985
111320	3738	38,2																0,2513	0,9971
111220	3756	39,2																0,2521	1,0018
111910	3805	38,5																0,2694	1,0000
111520	3812	38,6																0,2617	1,0059
111210	3830	39,0																0,2614	1,0038
111220	3842	39,2																0,2613	1,0057
111111	3851	38,5																0,2602	1,0000
111320	3870	38,9																0,2702	0,9981
111210	3873	39,3																0,2744	0,9759
111611	3880	38,4																0,2826	1,0000
111912	3884	39,0																0,2855	0,9986
111120	3891	38,7																0,2865	1,0000
111420	3893	39,3																0,2967	0,9971
111210	3898	38,8																0,3191	1,0000
111510	3898	39,0																0,3168	1,0079
111720	3898	39,0																0,3210	1,0000
111211	3898	39,3																0,3247	0,9925
111711	3898	38,3																0,3467	1,0000
111510	3898	39,0																0,3425	0,9979
111110	3898	39,2																0,3494	0,9980

Manual

Gambar 4.17. Rekapitulasi Indeks Keputusan untuk Model Simulasi.