

## BAB V

### ANALISIS

Bab ini berisi tentang analisis model yang dikembangkan. Analisis yang dibahas adalah tentang skenario perubahan faktor keserasian dan analisis sensitivitas untuk parameter harga jual *pellet* ( $P_p$ ), harga jual konsentrat ( $P_c$ ), harga jual produk *sizing* ( $P_{gr}$ ), biaya proses tambang ( $C_m$ ), biaya proses produksi konsentrat ( $C_{con}$ ), biaya proses produksi *pellet* ( $C_p$ ), biaya proses produksi produk *sizing* ( $C_{gr}$ ), biaya tetap ( $f$ ), dan harga bahan bakar ( $pf$ ). Perubahan skenario faktor keserasian dilakukan untuk mengetahui perilaku model terhadap perubahan skenario dari *shovel* menganggur, *shovel* dan truk tidak menganggur, dan truk menganggur. Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui perilaku model terhadap perubahan parameter yang ditinjau dari nilai variabel keputusan dan fungsi tujuan model.

#### 5.1 SKENARIO PERUBAHAN FAKTOR KESERASIAN

Subbab ini menjelaskan tentang skenario perubahan faktor keserasian terhadap jumlah truk  $n'_{k,l}$ , variabel keputusan truk terpilih  $X_{j,k,l}^t$ , dan fungsi tujuan untuk total biaya investasi dan transportasi. Faktor keserasian dapat digunakan untuk menghitung jumlah truk yang akan dilayani oleh satu unit *shovel*. Asumsi penelitian di bab I menyatakan bahwa jumlah *shovel* yang tersedia di lapangan setiap rutenya adalah 1 unit dengan nilai faktor keserasian 1 ( $MF = 1$ ) dimana baik *shovel* dan truk tidak ada yang menganggur. Analisis sensitivitas dilakukan dengan skenario perubahan faktor keserasian untuk  $MF < 1$  dan  $MF > 1$ . Skenario perubahan faktor keserasian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap perubahan total biaya investasi dan transportasi apabila *shovel* atau truk ada yang menganggur. Skenario perubahan nilai faktor keserasian ditampilkan pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1** Skenario Perubahan Nilai Faktor Keserasian

	$MF < 1$	$MF = 1$	$MF > 1$
Perubahan Nilai %	-20%	0%	20%
Perubahan Nilai Faktor Keserasian	0,8	1	1,2

Dari Tabel 5.1 perubahan nilai % ditetapkan sebesar 20%. Angka tersebut ditentukan agar tidak terlalu jauh dari skenario awal yang memungkinkan *shovel* dan truk terlalu besar peluang untuk menganggur. Perubahan nilai faktor keserasian tersebut mempengaruhi jumlah truk  $n_{k,l}^t$ , variabel keputusan truk terpilih  $X_{j,k,l}^t$ , dan fungsi tujuan untuk total biaya investasi dan transportasi.

### 5.1.1 Pengaruh Perubahan Faktor Keserasian Terhadap Jumlah Truk

Skenario perubahan faktor keserasian akan mempengaruhi jumlah truk yang dibutuhkan untuk mengangkut hasil tambang. Tabel 5.2 menunjukkan hasil perubahan faktor keserasian terhadap jumlah truk ( $n_{k,l}^t$ ).

**Tabel 5.2** Pengaruh Perubahan Faktor Keserasian Terhadap Jumlah Truk (Unit)

Tipe Truk	Nilai Faktor Keserasian ( $MF$ )		
	-20%	0%	20%
	0,8	1	1,2
J1	7	8	10
J2	8	10	11
J3	7	8	10
J4	7	9	11
J5	5	6	7
J6	5	6	7
J7	5	6	7
J8	5	6	7
J9	4	5	6
J10	4	5	6
J11	4	5	6
J12	4	5	6
J13	4	5	6
J14	4	5	6
J15	4	5	6
J16	5	6	7
J17	4	5	6
J18	4	5	6
J19	4	5	6
J20	4	5	6

Dari Tabel 5.2 dapat diketahui bahwa perubahan nilai faktor keserasian  $MF$  mempengaruhi jumlah truk. Perubahan peningkatan nilai  $MF$  yang berarti truk akan sering menganggur, menyebabkan peningkatan jumlah truk untuk setiap tipe truk. Truk akan sering menganggur karena jumlah truk yang dilayani oleh *shovel*

meningkat, sehingga dapat menyebabkan adanya antrian truk. Perubahan penurunan nilai  $MF$  yang berarti *shovel* akan sering mengganggu, menyebabkan penurunan jumlah truk untuk setiap tipe truk. *Shovel* akan sering mengganggu karena jumlah truk yang dilayani oleh *shovel* lebih sedikit, sehingga *shovel* harus menunggu giliran truk datang untuk dilakukan pemuatan hasil tambang.

### 5.1.2 Pengaruh Perubahan Faktor Keserasian Terhadap Tipe Truk Terpilih

Sub subbab ini menjelaskan mengenai pengaruh perubahan faktor keserasian terhadap tipe truk terpilih ( $X_{j,k,l}^t$ ). Adanya skenario perubahan faktor keserasian akan mempengaruhi variabel keputusan yaitu tipe truk terpilih untuk mengangkut hasil tambang. Tabel 5.3 menunjukkan hasil perubahan faktor keserasian terhadap variabel keputusan truk terpilih ( $X_{j,k,l}^t$ ).

**Tabel 5.3** Pengaruh Perubahan Faktor Keserasian Terhadap Truk Terpilih

Rute	Nilai Faktor Keserasian ( $MF$ )		
	-20%	0%	20%
	0,8	1	1,2
R1	J4 (41 ton)	J5 (91 ton)	J5 (91 ton)
R2	J4 (41 ton)	J3 (45 ton)	J3 (45 ton)
R3	J4 (41 ton)	J3 (45 ton)	J3 (45 ton)
R4	J7 (90 ton)	J7 (90 ton)	J7 (90 ton)
R5	J4 (41 ton)	J5 (91 ton)	J5 (91 ton)
R6	J4 (41 ton)	J3 (45 ton)	J5 (91 ton)

Dari Tabel 5.3 dapat diketahui bahwa perubahan nilai faktor keserasian  $MF$  mempengaruhi truk yang terpilih untuk melakukan transportasi. Terdapat perubahan tipe truk terpilih saat  $MF < 1$  selain untuk rute 4, sedangkan saat  $MF > 1$  perubahan tipe truk terpilih hanya terjadi di rute 6. Penurunan nilai  $MF = 0,8$  didapatkan bahwa tipe truk terpilih untuk rute 1, 2, 3, 5, dan 6 memiliki kapasitas muat lebih rendah daripada truk terpilih saat  $MF = 1$ . Perubahan tipe truk terpilih yang memiliki kapasitas muat lebih rendah berpengaruh terhadap *shovel* yang akan sering mengganggu, yaitu dikarenakan pemuatan yang dilakukan oleh *shovel* lebih sedikit untuk truk dengan kapasitas muat lebih rendah dan menyebabkan kuantitas

material yang diangkut setiap siklusnya lebih sedikit. Sehingga dengan adanya truk dengan kapasitas muat lebih rendah dan jumlah truk lebih sedikit akan lebih besar kemungkinan *shovel* untuk menganggur.

Sedangkan saat peningkatan nilai  $MF = 1,2$  untuk tipe truk terpilih yang berubah di rute 6 memiliki kapasitas muat lebih besar daripada truk terpilih saat  $MF = 1$ . Perubahan tipe truk terpilih yang memiliki kapasitas muat lebih besar berpengaruh terhadap truk yang akan sering menganggur, yaitu dikarenakan truk dengan kapasitas muat besar memiliki frekuensi pengisian lebih banyak dan waktu pemuatan lebih lama, dengan demikian menyebabkan kuantitas material yang diangkut setiap siklusnya lebih banyak.. Selain itu, dengan jumlah truk yang lebih banyak menyebabkan adanya antrian pada jalur pemuatan oleh *shovel*. Sehingga dengan adanya truk dengan kapasitas muat lebih besar dan jumlah truk lebih banyak akan lebih besar kemungkinan truk untuk menganggur.

### 5.1.3 Pengaruh Perubahan Faktor Kerasian Terhadap Total Biaya

Sub subbab ini menjelaskan mengenai pengaruh perubahan faktor kerasian terhadap total biaya. Adanya skenario perubahan faktor kerasian akan mempengaruhi nilai fungsi tujuan yaitu total biaya investasi dan transportasi yang dikeluarkan oleh perusahaan tambang. Tabel 5.4 menunjukkan hasil perubahan faktor kerasian terhadap fungsi tujuan total biaya investasi dan transportasi.

**Tabel 5.4** Pengaruh Perubahan Faktor Kerasian Terhadap Total Biaya

	Nilai Faktor Kerasian ( $MF$ )		
	-20%	0%	20%
	0,8	1	1,2
Biaya Investasi (Rp)	53.750.000.000	75.600.000.000	92.300.000.000
Biaya Transportasi (Rp)	311.470.314.894,90	319.519.635.185,15	356.058.580.096,90
Total Biaya (Rp)	365.220.314.894,90	395.119.635.185,15	448.358.580.096,90

Dari Tabel 5.4 dapat diketahui bahwa perubahan nilai faktor kerasian  $MF$  mempengaruhi total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan tambang. Pada tabel di atas menunjukkan perubahan nilai faktor kerasian menyebabkan adanya penurunan dan peningkatan total biaya investasi dan transportasi yang harus dikeluarkan oleh perusahaan.

Perubahan nilai faktor keserasian  $MF < 1$  dimana *shovel* akan sering mengganggu menghasilkan nilai total biaya lebih rendah dari  $MF = 1$ . Total biaya yang dihasilkan lebih kecil disebabkan oleh faktor jumlah truk dan juga tipe truk terpilih, dimana jumlah truk yang dihasilkan lebih sedikit sehingga mempengaruhi total biaya investasi dan transportasi. Selain itu, tipe truk terpilih dengan kapasitas muat truk lebih kecil mempengaruhi harga beli setiap truk terpilih yang cenderung lebih kecil, dan akan mempengaruhi total biaya investasi menjadi lebih rendah.

Perubahan nilai faktor keserasian  $MF > 1$  dimana truk akan sering mengganggu menghasilkan nilai total biaya lebih tinggi dari  $MF = 1$ . Total biaya yang dihasilkan lebih besar disebabkan oleh faktor jumlah truk dan juga tipe truk terpilih, dimana jumlah truk yang dihasilkan lebih banyak sehingga mempengaruhi total biaya investasi dan transportasi. Selain itu, tipe truk terpilih dengan kapasitas muat lebih besar mempengaruhi harga beli setiap truk terpilih yang cenderung lebih tinggi, dan akan mempengaruhi total biaya investasi menjadi lebih besar.

## 5.2 SKENARIO PERUBAHAN NILAI PARAMETER

Analisis sensitivitas merupakan analisis simulasi yang dilakukan untuk mengetahui akibat dari perubahan parameter-parameter variabel independen mempengaruhi variabel dependen tertentu berdasarkan asumsi yang telah diberikan. Hidayat (2011) menyatakan bahwa analisis sensitivitas berfungsi untuk mengetahui kepekaan arus kas yang dipengaruhi oleh berbagai perubahan dari variabel-variabel penyebab. Analisis sensitivitas yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan mengubah beberapa parameter dengan proporsi peningkatan atau penurunan nilai tertentu. Parameter yang diubah yaitu harga jual *pellet* ( $P_p$ ), harga jual konsentrat ( $P_c$ ), harga jual produk *sizing* ( $P_{gr}$ ), biaya proses tambang ( $C_m$ ), biaya proses produksi konsentrat ( $C_{con}$ ), biaya proses produksi *pellet* ( $C_p$ ), biaya proses produksi produk *sizing* ( $C_{gr}$ ), biaya tetap ( $f$ ), dan harga bahan bakar ( $pf$ ). Menurut Simamora (2003), model dikatakan sensitif apabila nilai sensitivitas lebih dari 1%, dan sebaliknya model dikatakan tidak sensitif jika nilai sensitivitas kurang dari 1%. Skenario perubahan nilai masing-masing parameter ditampilkan pada Tabel 5.5



**Tabel 5.5** Skenario Perubahan Nilai Parameter

	Parameter								
	$P_p$	$P_c$	$P_{gr}$	$C_m$	$C_{con}$	$C_p$	$C_{gr}$	$f$	$pf$
<b>Perubahan Nilai %</b>	-50%	-50%	-50%	-50%	-50%	-50%	-50%	-50%	-50%
	-30%	-30%	-30%	-30%	-30%	-30%	-30%	-30%	-30%
	-20%	20%	-20%	-20%	-20%	-20%	-20%	-20%	-20%
	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%

### 5.2.1 Pengaruh Perubahan Nilai Harga Jual *Pellet* ( $P_p$ )

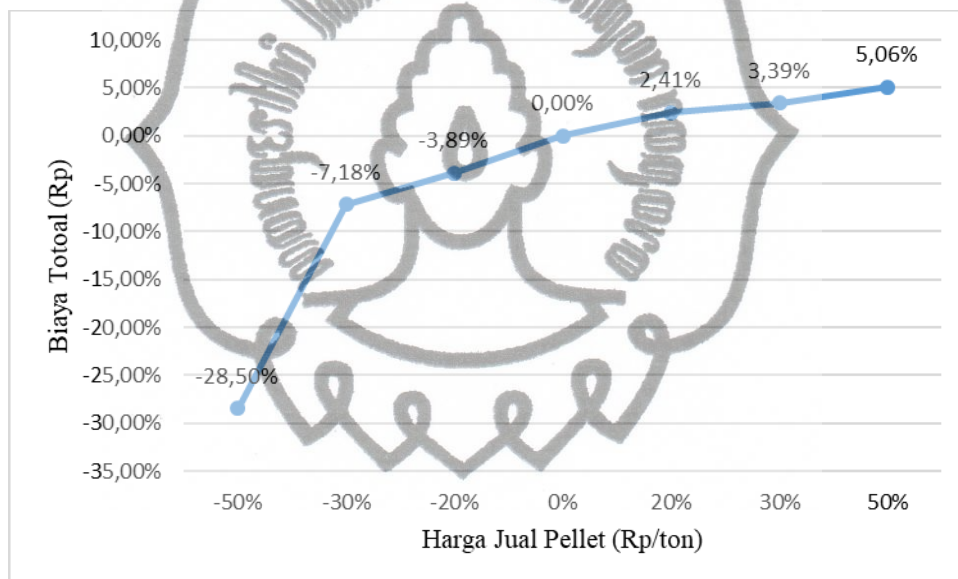
Sub subbab ini menjelaskan mengenai pengaruh perubahan parameter harga jual *pellet* ( $P_p$ ) terhadap variabel keputusan tipe truk terpilih ( $X_{j,k,l}^t$ ) dan fungsi tujuan total biaya investasi dan transportasi dari model yang dikembangkan. Hasil optimal percobaan skenario perubahan nilai harga jual *pellet* ( $P_p$ ) ditampilkan pada Tabel 5.6.

**Tabel 5.6** Pengaruh Perubahan Nilai Harga Jual *Pellet* ( $P_p$ )

Skenario Perubahan	$P_p$ (Rp/ton)	$X_{j,k,l}^t$						$TB$ (Rp)
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
-50%	208.000	J7	J3	J3	J7	J3	J5	282.508.496.445,61
-30%	291.200	J5	J3	J3	J7	J3	J3	366.735.758.322,96
-20%	332.800	J5	J3	J3	J7	J3	J3	379.747.341.386,28
0%	416.000	J5	J3	J3	J7	J5	J3	395.119.635.185,15
20%	499.200	J5	J3	J3	J7	J5	J3	404.641.320.330,43
30%	540.800	J5	J3	J3	J7	J5	J3	408.517.472.325,08
50%	624.000	J5	J3	J3	J7	J7	J3	415.106.999.292,79

Dari Tabel 5.6 dapat diketahui bahwa perubahan nilai parameter harga jual *pellet* ( $P_p$ ) mempengaruhi penentuan tipe truk terpilih dan total biaya. Pada tabel di atas, perubahan peningkatan harga jual *pellet* ( $P_p$ ) menyebabkan adanya

peningkatan pada total biaya, dan tipe truk terpilih terdapat perubahan untuk Rute 5 skenario perubahan 50% dari truk terpilih awalnya adalah truk J5 yang berkapasitas muat 91 ton menjadi truk J7 yang berkapasitas muat 90 ton. Sebaliknya, perubahan penurunan harga jual *pellet* ( $P_p$ ) menyebabkan adanya penurunan pada total biaya, dan tipe truk terpilih terdapat perubahan untuk Rute 1 skenario perubahan -50% dari truk terpilih awalnya adalah truk J5 yang berkapasitas muat 91 ton menjadi truk J7 yang berkapasitas muat 90 ton, Rute 5 skenario perubahan -20%, -30%, dan -50% dari truk terpilih awalnya adalah truk J5 yang berkapasitas muat 91 ton menjadi truk J3 yang berkapasitas muat 45 ton, serta Rute 6 skenario perubahan -50% dari truk terpilih awalnya adalah truk J3 yang berkapasitas muat 45 ton menjadi truk J5 yang berkapasitas muat 91 ton.



**Gambar 5.1** Pengaruh Perubahan Parameter  $P_p$  Terhadap Biaya Total

Gambar 5.1 menunjukkan grafik persentase perubahan variabel harga jual *pellet* ( $P_p$ ) terhadap perubahan total biaya investasi dan transportasi. Pada grafik tersebut diketahui bahwa perubahan harga jual *pellet* ( $P_p$ ) berpengaruh signifikan terhadap total biaya. Pada saat harga jual *pellet* ( $P_p$ ) dinaikkan sampai sebesar 50%, nilai total biaya meningkat sebesar 5,06%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai total biaya investasi dan transportasi sensitif terhadap kenaikan harga jual *pellet* ( $P_p$ ). Sedangkan pada saat harga jual *pellet* ( $P_p$ ) diturunkan sampai sebesar -50%, nilai total biaya menurun sebesar 28,50%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai total biaya investasi dan transportasi sensitif terhadap penurunan harga jual *pellet* ( $P_p$ ).

### 5.2.2 Pengaruh Perubahan Nilai Harga Jual Konsentrat ( $P_c$ )

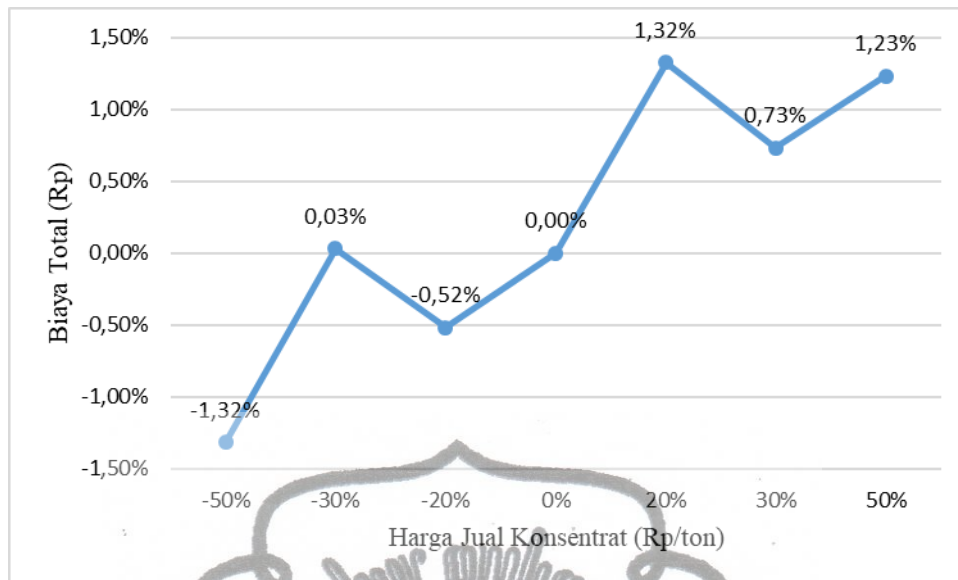
Sub subbab ini menjelaskan mengenai pengaruh perubahan parameter harga jual konsentrat ( $P_c$ ) terhadap variabel keputusan tipe truk terpilih ( $X_{j,k,l}^t$ ) dan fungsi tujuan total biaya investasi dan transportasi dari model yang dikembangkan. Hasil optimal percobaan skenario perubahan nilai harga jual konsentrat ( $P_c$ ) ditampilkan pada Tabel 5.7.

**Tabel 5.7** Pengaruh Perubahan Nilai Harga Jual Konsentrat ( $P_c$ )

Skenario Perubahan	$P_c$ (Rp/ton)	$X_{j,k,l}^t$						$TB$ (Rp)
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
-50%	69.920	J5	J3	J3	J7	J5	J3	389.912.451.966,46
-30%	97.888	J5	J3	J1	J7	J5	J3	395.240.582.046,07
-20%	111.872	J5	J3	J3	J7	J5	J3	393.077.658.732,76
0%	139.840	J5	J3	J3	J7	J5	J3	395.119.635.185,15
20%	167.808	J5	J3	J1	J7	J5	J3	400.351.242.417,43
30%	181.792	J5	J3	J3	J7	J5	J3	398.007.592.281,47
50%	209.760	J5	J3	J3	J7	J5	J3	399.990.467.961,14

Dari Tabel 5.7 dapat diketahui bahwa perubahan nilai parameter harga jual konsentrat ( $P_c$ ) mempengaruhi penentuan tipe truk terpilih dan total biaya. Pada tabel di atas, perubahan peningkatan harga jual konsentrat ( $P_c$ ) menyebabkan adanya peningkatan pada total biaya, dan tipe truk terpilih terdapat perubahan untuk Rute 3 skenario perubahan 20% dari truk terpilih awalnya adalah truk J3 yang berkapasitas muat 45 ton menjadi truk J1 yang berkapasitas muat 46 ton. Sebaliknya, perubahan penurunan harga jual konsentrat ( $P_c$ ) menyebabkan adanya penurunan pada total biaya, dan tipe truk terpilih terdapat perubahan untuk Rute 3 skenario perubahan -30% dari truk terpilih awalnya adalah truk J3 yang berkapasitas muat 45 ton menjadi truk J1 yang berkapasitas muat 46 ton.





**Gambar 5.2** Pengaruh Perubahan Parameter  $P_c$  Terhadap Biaya Total

Gambar 5.2 menunjukkan grafik persentase perubahan variabel harga jual konsentrat ( $P_c$ ) terhadap perubahan total biaya investasi dan transportasi. Pada grafik tersebut diketahui bahwa perubahan harga jual konsentrat ( $P_c$ ) berpengaruh tidak signifikan terhadap total biaya. Pada saat harga jual konsentrat ( $P_c$ ) dinaikkan sampai sebesar 50%, nilai total biaya meningkat sebesar 1,23%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai total biaya investasi dan transportasi sensitif terhadap kenaikan harga jual konsentrat ( $P_c$ ). Sedangkan pada saat harga jual konsentrat ( $P_c$ ) diturunkan sampai sebesar -50%, nilai total biaya menurun sebesar 1,32%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai total biaya investasi dan transportasi sensitif terhadap perubahan harga jual konsentrat ( $P_c$ ).

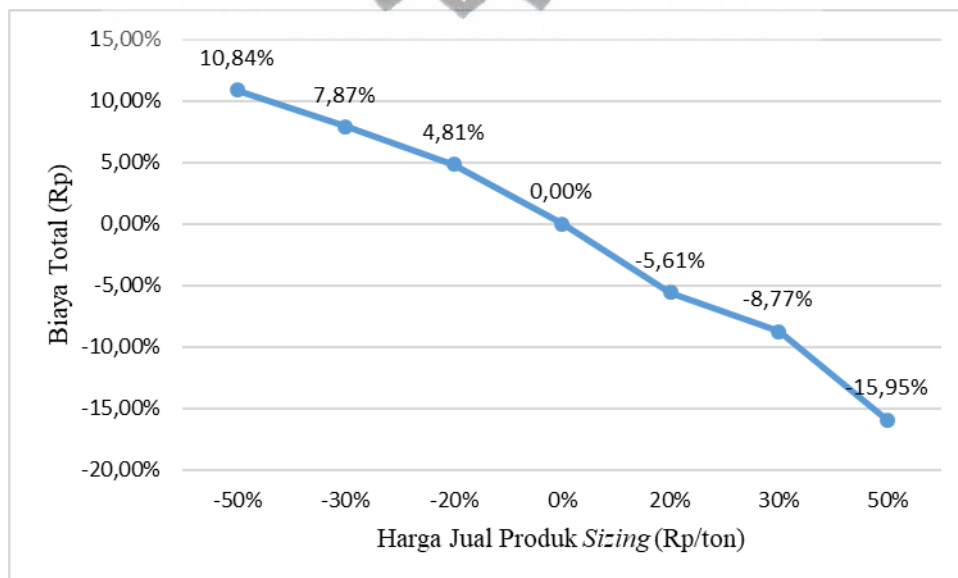
### 5.2.3 Pengaruh Perubahan Nilai Harga Jual Produk *Sizing* ( $P_{gr}$ )

Sub subbab ini menjelaskan mengenai pengaruh perubahan parameter harga jual produk *sizing* ( $P_{gr}$ ) terhadap variabel keputusan tipe truk terpilih ( $X_{j,k,l}^t$ ) dan fungsi tujuan total biaya investasi dan transportasi dari model yang dikembangkan. Hasil optimal percobaan skenario perubahan nilai harga jual produk *sizing* ( $P_{gr}$ ) ditampilkan pada Tabel 5.8.

**Tabel 5.8** Pengaruh Perubahan Nilai Harga Jual Produk *Sizing* ( $P_{gr}$ )

Skenario Perubahan	$P_{gr}$ (Rp/ton)	$X_{j,k,l}^t$						$TB$ (Rp)
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
-50%	206.000	J5	J3	J3	J7	J5	J3	437.968.658.341,74
-30%	288.400	J5	J3	J1	J7	J5	J3	426.219.936.508,28
-20%	329.600	J5	J3	J3	J7	J5	J3	414.132.035.426,47
0%	412.000	J5	J3	J3	J7	J5	J3	395.119.635.185,15
20%	494.400	J5	J3	J3	J7	J5	J3	372.955.503.890,93
30%	535.600	J5	J3	J3	J7	J5	J3	360.459.742.242,63
50%	618.000	J5	J3	J3	J7	J5	J3	332.092.292.579,85

Dari Tabel 5.8 dapat diketahui bahwa perubahan nilai parameter harga jual produk *sizing* ( $P_{gr}$ ) mempengaruhi total biaya. Pada tabel di atas, perubahan peningkatan harga jual produk *sizing* ( $P_{gr}$ ) menyebabkan adanya penurunan pada total biaya, sedangkan tipe truk terpilih tidak ada perubahan. Sebaliknya, perubahan penurunan harga jual produk *sizing* ( $P_{gr}$ ) menyebabkan adanya peningkatan pada total biaya, dan tipe truk terpilih terdapat perubahan untuk Rute 3 skenario perubahan -30% dari truk terpilih awalnya adalah truk J3 yang berkapasitas muat 45 ton menjadi truk J1 yang berkapasitas muat 46 ton.

**Gambar 5.3** Pengaruh Perubahan Parameter  $P_{gr}$  Terhadap Biaya Total

Gambar 5.3 menunjukkan grafik persentase perubahan variabel harga jual produk *sizing* ( $P_{gr}$ ) terhadap perubahan total biaya investasi dan transportasi. Pada grafik tersebut diketahui bahwa perubahan harga jual produk *sizing* ( $P_{gr}$ ) berpengaruh signifikan terhadap total biaya. Pada saat harga jual produk *sizing* ( $P_{gr}$ ) dinaikkan sampai sebesar 50%, nilai total biaya menurun sebesar 15,95%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai total biaya investasi dan transportasi sensitif terhadap kenaikan harga jual produk *sizing* ( $P_{gr}$ ). Sedangkan pada saat harga jual produk *sizing* ( $P_{gr}$ ) diturunkan sampai sebesar -50%, nilai total biaya meningkat sebesar 10,84%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai total biaya investasi dan transportasi sensitif terhadap penurunan harga jual produk *sizing* ( $P_{gr}$ ).

#### 5.2.4 Pengaruh Perubahan Nilai Biaya Proses Tambang ( $C_m$ )

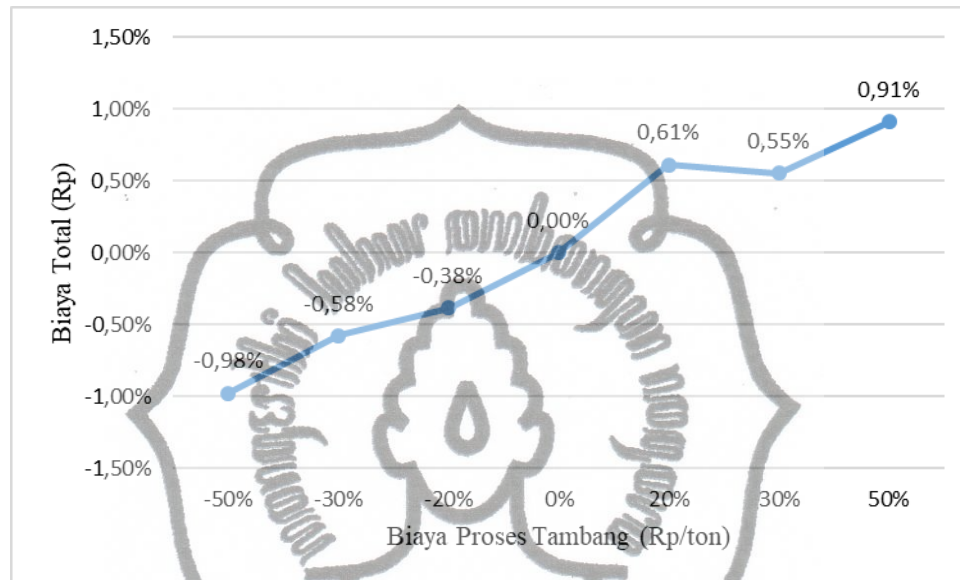
Sub subbab ini menjelaskan mengenai pengaruh perubahan parameter biaya proses tambang ( $C_m$ ) terhadap variabel keputusan tipe truk terpilih ( $X_{j,k,l}^t$ ) dan fungsi tujuan total biaya investasi dan transportasi dari model yang dikembangkan. Hasil optimal percobaan skenario perubahan nilai biaya proses tambang ( $C_m$ ) ditampilkan pada Tabel 5.9.

**Tabel 5.9** Pengaruh Perubahan Nilai Biaya Proses Tambang ( $C_m$ )

Skenario Perubahan	$C_m$ (Rp/ton)	$X_{j,k,l}^t$						$TB$ (Rp)
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
-50%	2560	J5	J3	J3	J7	J5	J3	391.258.136.612,43
-30%	3584	J5	J3	J3	J7	J5	J3	392.835.719.541,94
-20%	4.096	J5	J3	J3	J7	J5	J3	393.610.672.405,43
0%	5.120	J5	J3	J3	J7	J5	J3	395.119.635.185,15
20%	6.144	J5	J3	J3	J5	J5	J3	397.534.281.130,84
30%	6656	J5	J3	J3	J7	J5	J3	397.304.945.183,47
50%	7680	J5	J3	J3	J7	J5	J3	398.715.221.686,39

Dari Tabel 5.9 dapat diketahui bahwa perubahan nilai parameter biaya proses tambang ( $C_m$ ) mempengaruhi penentuan tipe truk terpilih dan total biaya. Pada tabel

di atas, perubahan peningkatan biaya proses tambang ( $C_m$ ) menyebabkan adanya peningkatan pada total biaya, dan tipe truk terpilih terdapat perubahan untuk Rute 4 skenario perubahan 20% dari truk terpilih awalnya adalah truk J7 yang berkapasitas muat 90 ton menjadi truk J5 yang berkapasitas muat 91 ton. Sebaliknya, perubahan penurunan biaya proses tambang ( $C_m$ ) menyebabkan adanya penurunan pada total biaya, sedangkan tipe truk terpilih tidak ada perubahan.



**Gambar 5.4** Pengaruh Perubahan Parameter  $C_m$  Terhadap Biaya Total

Gambar 5.4 menunjukkan grafik persentase perubahan variabel biaya proses tambang ( $C_m$ ) terhadap perubahan total biaya investasi dan transportasi. Pada grafik tersebut diketahui bahwa perubahan biaya proses tambang ( $C_m$ ) berpengaruh tidak signifikan terhadap total biaya. Pada saat biaya proses tambang ( $C_m$ ) dinaikkan sampai sebesar 50%, nilai total biaya meningkat sebesar 0,91%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai total biaya investasi dan transportasi tidak sensitif terhadap perubahan biaya proses tambang ( $C_m$ ). Sedangkan pada saat biaya proses tambang ( $C_m$ ) diturunkan sampai sebesar -50%, nilai total biaya menurun sebesar 0,98%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai total biaya investasi dan transportasi tidak sensitif terhadap perubahan biaya proses tambang ( $C_m$ ).

### 5.2.5 Pengaruh Perubahan Nilai Biaya Proses Produksi Konsentrat ( $C_{con}$ )

Sub subbab ini menjelaskan mengenai pengaruh perubahan parameter biaya proses produksi konsentrat ( $C_{con}$ ) terhadap variabel keputusan tipe truk terpilih

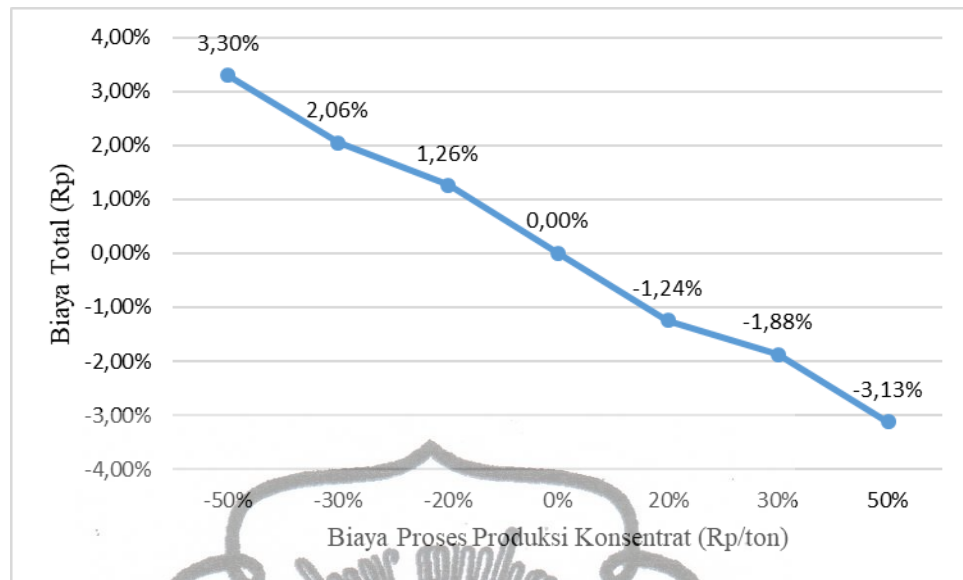
( $X_{j,k,l}^t$ ) dan fungsi tujuan total biaya investasi dan transportasi dari model yang dikembangkan. Hasil optimal percobaan skenario perubahan nilai biaya proses produksi konsentrat ( $C_{con}$ ) ditampilkan pada Tabel 5.10.

**Tabel 5.10** Pengaruh Perubahan Nilai Biaya Proses Produksi Konsentrat ( $C_{con}$ )

Skenario Perubahan	$C_{con}$ (Rp/ton)	$X_{j,k,l}^t$						$TB$ (Rp)
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
-50%	16.960	J5	J3	J3	J7	J5	J3	408.143.548.555,04
-30%	23.744	J5	J3	J3	J7	J7	J3	403.241.886.227,28
-20%	27.136	J5	J3	J3	J7	J5	J3	400.103.929.724,36
0%	33.920	J5	J3	J3	J7	J5	J3	395.119.635.185,15
20%	40.704	J5	J3	J3	J7	J3	J3	390.219.648.190,31
30%	44.096	J5	J3	J3	J7	J3	J3	387.709.986.774,76
50%	50.880	J5	J3	J3	J7	J3	J3	382.767.058.191,46

Dari Tabel 5.10 dapat diketahui bahwa perubahan nilai parameter biaya proses produksi konsentrat ( $C_{con}$ ) mempengaruhi penentuan tipe truk terpilih dan total biaya. Pada tabel di atas, perubahan peningkatan biaya proses produksi konsentrat ( $C_{con}$ ) menyebabkan adanya penurunan pada total biaya, dan tipe truk terpilih terdapat perubahan untuk Rute 5 skenario perubahan 20%, 30%, dan 50% dari truk terpilih awalnya adalah truk J5 yang berkapasitas muat 91 ton menjadi truk J3 yang berkapasitas muat 45 ton. Sebaliknya, perubahan penurunan biaya proses produksi konsentrat ( $C_{con}$ ) menyebabkan adanya peningkatan pada total biaya, dan tipe truk terpilih terdapat perubahan untuk Rute 5 skenario perubahan -30% dari truk terpilih awalnya adalah truk J5 yang berkapasitas muat 91 ton menjadi truk J7 yang berkapasitas muat 90 ton.





**Gambar 5.5** Pengaruh Perubahan Parameter  $C_{con}$  Terhadap Biaya Total

Gambar 5.5 menunjukkan grafik persentase perubahan variabel biaya proses produksi konsentrat ( $C_{con}$ ) terhadap perubahan total biaya investasi dan transportasi. Pada grafik tersebut diketahui bahwa perubahan biaya proses produksi konsentrat ( $C_{con}$ ) berpengaruh signifikan terhadap total biaya. Pada saat biaya proses produksi konsentrat ( $C_{con}$ ) dinaikkan sampai sebesar 50%, nilai total biaya menurun sebesar 3,13%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai total biaya investasi dan transportasi sensitif terhadap kenaikan biaya proses produksi konsentrat ( $C_{con}$ ). Sedangkan pada saat biaya proses produksi konsentrat ( $C_{con}$ ) diturunkan sampai sebesar -50%, nilai total biaya meningkat sebesar 3,30%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai total biaya investasi dan transportasi sensitif terhadap perubahan biaya proses produksi konsentrat ( $C_{con}$ ).

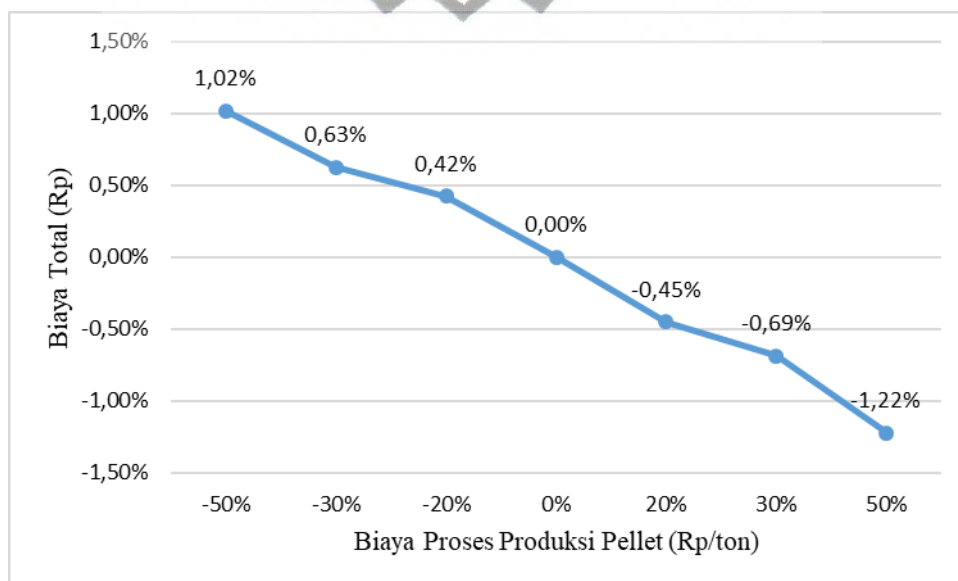
### 5.2.6 Pengaruh Perubahan Nilai Biaya Proses Produksi *Pellet* ( $C_p$ )

Sub subbab ini menjelaskan mengenai pengaruh perubahan parameter biaya proses produksi *pellet* ( $C_p$ ) terhadap variabel keputusan tipe truk terpilih ( $X_{j,k,l}^t$ ) dan fungsi tujuan total biaya investasi dan transportasi dari model yang dikembangkan. Hasil optimal percobaan skenario perubahan nilai biaya proses produksi *pellet* ( $C_p$ ) ditampilkan pada Tabel 5.11.

**Tabel 5.11** Pengaruh Perubahan Nilai Biaya Proses Produksi *Pellet* ( $C_p$ )

Skenario Perubahan	$C_p$ (Rp/ton)	$X_{j,k,l}^t$						$TB$ (Rp)
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
-50%	32.000	J5	J3	J3	J7	J5	J3	399.138.747.018,15
-30%	44.800	J5	J3	J3	J7	J5	J3	397.597.542.763,87
-20%	51.200	J5	J3	J3	J7	J5	J3	396.795.939.183,65
0%	64.000	J5	J3	J3	J7	J5	J3	395.119.635.185,15
20%	76.800	J5	J3	J3	J7	J5	J3	393.340.687.744,71
30%	83.200	J5	J3	J3	J7	J5	J3	392.403.807.901,86
50%	96.000	J5	J3	J3	J7	J3	J3	390.296.550.820,03

Dari Tabel 5.11 dapat diketahui bahwa perubahan nilai parameter biaya proses produksi *pellet* ( $C_p$ ) mempengaruhi total biaya. Pada tabel di atas, perubahan peningkatan biaya proses produksi *pellet* ( $C_p$ ) menyebabkan adanya penurunan pada total biaya, dan tipe truk terpilih terdapat perubahan untuk Rute 5 skenario perubahan 50% dari truk terpilih awalnya adalah truk J5 yang berkapasitas muat 91 ton menjadi truk J3 yang berkapasitas muat 45 ton. Sebaliknya, perubahan penurunan biaya proses produksi *pellet* ( $C_p$ ) menyebabkan adanya peningkatan pada total biaya, sedangkan tipe truk terpilih tidak ada perubahan.

**Gambar 5.6** Pengaruh Perubahan Parameter  $C_p$  Terhadap Biaya Total

Gambar 5.6 menunjukkan grafik persentase perubahan variabel biaya proses produksi *pellet* ( $C_p$ ) terhadap perubahan total biaya investasi dan transportasi. Pada grafik tersebut diketahui bahwa perubahan biaya proses produksi *pellet* ( $C_p$ ) berpengaruh signifikan terhadap total biaya. Pada saat biaya proses produksi *pellet* ( $C_p$ ) dinaikkan sampai sebesar 50%, nilai total biaya menurun sebesar 1,22%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai total biaya investasi dan transportasi sensitif terhadap perubahan biaya proses produksi *pellet* ( $C_p$ ). Sedangkan pada saat biaya proses produksi *pellet* ( $C_p$ ) diturunkan sampai sebesar -50%, nilai total biaya meningkat sebesar 1,02%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai total biaya investasi dan transportasi sensitif terhadap perubahan biaya proses produksi *pellet* ( $C_p$ ).

### 5.2.7 Pengaruh Perubahan Nilai Biaya Proses Produksi Produk *Sizing* ( $C_{gr}$ )

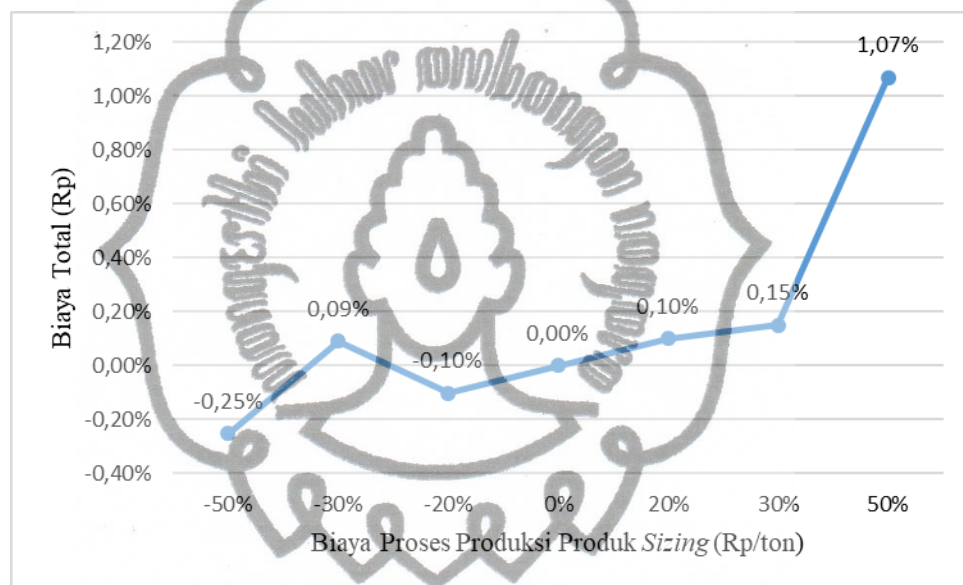
Sub subbab ini menjelaskan mengenai pengaruh perubahan parameter biaya proses produksi produk *sizing* ( $C_{gr}$ ) terhadap variabel keputusan tipe truk terpilih ( $X_{j,k,l}^t$ ) dan fungsi tujuan total biaya investasi dan transportasi dari model yang dikembangkan. Hasil optimal percobaan skenario perubahan nilai biaya proses produksi produk *sizing* ( $C_{gr}$ ) ditampilkan pada Tabel 5.12.

**Tabel 5.12** Pengaruh Perubahan Nilai Biaya Proses Produksi Produk *Sizing* ( $C_{gr}$ )

Skenario Perubahan	$C_{gr}$ (Rp/ton)	$X_{j,k,l}^t$						$TB$ (Rp)
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
-50%	4.000	J5	J3	J3	J7	J5	J3	394.121.359.929,17
-30%	5.600	J5	J3	J3	J5	J3	J3	395.478.049.752,14
-20%	6.400	J5	J3	J3	J7	J5	J3	394.718.652.821,47
0%	8.000	J5	J3	J3	J7	J5	J3	395.119.635.185,15
20%	9.600	J5	J3	J3	J7	J5	J3	395.517.331.280,31
30%	10.400	J5	J3	J3	J7	J5	J3	395.716.945.137,41
50%	12.000	J5	J3	J1	J7	J5	J3	399.350.422.043,56

Dari Tabel 5.12 dapat diketahui bahwa perubahan nilai parameter biaya proses produksi produk *sizing* ( $C_{gr}$ ) mempengaruhi total biaya. Pada tabel di atas, perubahan peningkatan biaya proses produksi produk *sizing* ( $C_{gr}$ ) menyebabkan

adanya peningkatan pada total biaya, dan tipe truk terpilih terdapat perubahan untuk Rute 3 skenario perubahan 50% dari truk terpilih awalnya adalah truk J3 yang berkapasitas muat 45 ton menjadi truk J1 yang berkapasitas muat 46 ton. Sebaliknya, perubahan penurunan biaya proses produksi produk *sizing* ( $C_{gr}$ ) menyebabkan adanya penurunan pada total biaya, dan tipe truk terpilih terdapat perubahan untuk Rute 4 skenario perubahan -30% dari truk terpilih awalnya adalah truk J7 yang berkapasitas muat 90 ton menjadi truk J5 yang berkapasitas muat 91 ton, serta Rute 5 skenario perubahan -30% dari truk terpilih awalnya adalah truk J5 yang berkapasitas muat 91 ton menjadi truk J3 yang berkapasitas muat 45 ton.



**Gambar 5.7** Pengaruh Perubahan Parameter  $C_{gr}$  Terhadap Biaya Total

Gambar 5.7 menunjukkan grafik persentase perubahan variabel biaya proses produksi produk *sizing* ( $C_{gr}$ ) terhadap perubahan total biaya investasi dan transportasi. Pada grafik tersebut diketahui bahwa perubahan biaya proses produksi produk *sizing* ( $C_{gr}$ ) berpengaruh tidak signifikan terhadap total biaya. Pada saat biaya proses produksi produk *sizing* ( $C_{gr}$ ) dinaikkan sampai sebesar 50%, nilai total biaya meningkat sebesar 1,07%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai total biaya investasi dan transportasi sensitif terhadap kenaikan biaya proses produksi produk *sizing* ( $C_{gr}$ ). Sedangkan pada saat biaya proses produksi produk *sizing* ( $C_{gr}$ ) diturunkan sampai sebesar -50%, nilai total biaya menurun sebesar 0,25%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai total biaya investasi dan transportasi tidak sensitif terhadap penurunan biaya proses produksi produk *sizing* ( $C_{gr}$ ).

### 5.2.8 Pengaruh Perubahan Nilai Biaya Tetap ( $f$ )

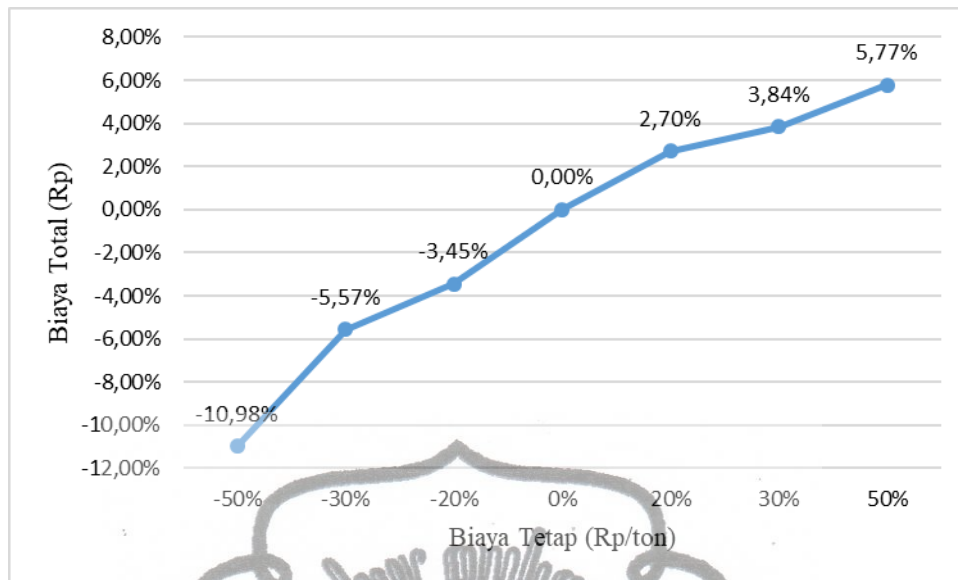
Sub subbab ini menjelaskan mengenai pengaruh perubahan parameter biaya tetap ( $f$ ) terhadap variabel keputusan tipe truk terpilih ( $X_{j,k,l}^t$ ) dan fungsi tujuan total biaya investasi dan transportasi dari model yang dikembangkan. Hasil optimal percobaan skenario perubahan nilai biaya tetap ( $f$ ) ditampilkan pada Tabel 5.13.

**Tabel 5.13** Pengaruh Perubahan Nilai Biaya Tetap ( $f$ )

Skenario Perubahan	$f$ (Rp/ton)	$X_{j,k,l}^t$						$TB$ (Rp)
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
-50%	32.000.000.000	J7	J3	J3	J7	J5	J3	351.730.354.325,07
-30%	44.800.000.000	J5	J3	J3	J7	J5	J3	373.108.060.953,31
-20%	51.200.000.000	J5	J3	J3	J7	J5	J3	381.480.089.236,60
0%	64.000.000.000	J5	J3	J3	J7	J5	J3	395.119.635.185,15
20%	76.800.000.000	J5	J3	J3	J7	J5	J3	405.801.473.682,64
30%	83.200.000.000	J5	J3	J3	J7	J3	J3	410.275.585.164,91
50%	96.000.000.000	J5	J3	J3	J7	J3	J3	417.921.666.039,04

Dari Tabel 5.13 dapat diketahui bahwa perubahan nilai parameter biaya tetap ( $f$ ) mempengaruhi total biaya. Pada tabel di atas, perubahan peningkatan biaya tetap ( $f$ ) menyebabkan adanya peningkatan pada total biaya, dan tipe truk terpilih terdapat perubahan untuk Rute 5 skenario perubahan 30% dan 50% dari truk terpilih awalnya adalah truk J5 yang berkapasitas muat 91 ton menjadi truk J3 yang berkapasitas muat 45 ton. Sebaliknya, perubahan penurunan biaya tetap ( $f$ ) menyebabkan adanya penurunan pada total biaya, dan tipe truk terpilih terdapat perubahan untuk Rute 1 skenario perubahan -50% dari truk terpilih awalnya adalah truk J5 yang berkapasitas muat 91 ton menjadi truk J1 yang berkapasitas muat 46 ton.





**Gambar 5.8** Pengaruh Perubahan Parameter  $f$  Terhadap Biaya Total

Gambar 5.8 menunjukkan grafik persentase perubahan variabel biaya tetap ( $f$ ) terhadap perubahan total biaya investasi dan transportasi. Pada grafik tersebut diketahui bahwa perubahan biaya tetap ( $f$ ) berpengaruh signifikan terhadap total biaya. Pada saat biaya tetap ( $f$ ) dinaikkan sampai sebesar 50%, nilai total biaya meningkat sebesar 5,77%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai total biaya investasi dan transportasi sensitif terhadap kenaikan biaya tetap ( $f$ ). Sedangkan pada saat biaya tetap ( $f$ ) diturunkan sampai sebesar -50%, nilai total biaya menurun sebesar 10,98%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai total biaya investasi dan transportasi sensitif terhadap penurunan biaya tetap ( $f$ ).

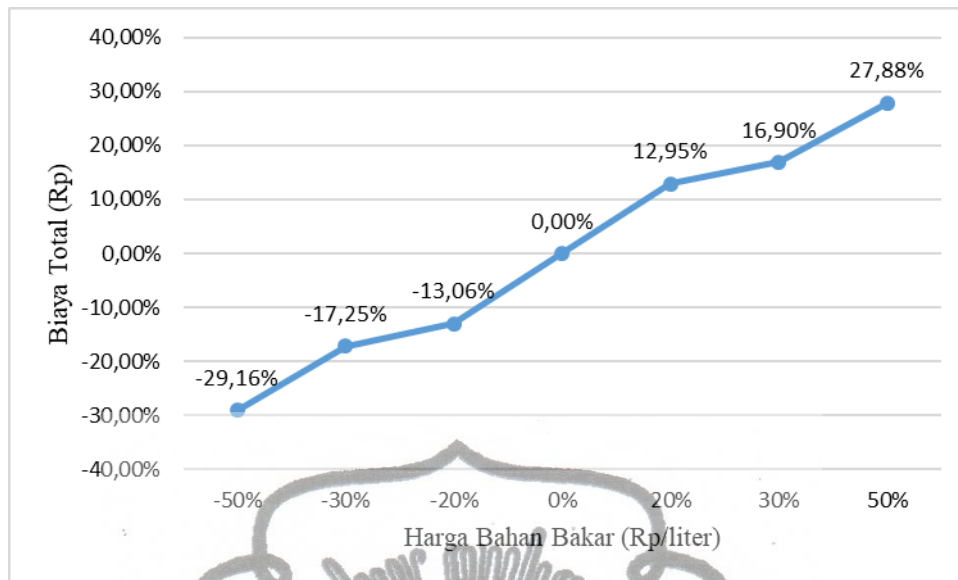
### 5.2.9 Pengaruh Perubahan Nilai Harga Bahan Bakar ( $pf$ )

Sub subbab ini menjelaskan mengenai pengaruh perubahan parameter harga bahan bakar ( $pf$ ) terhadap variabel keputusan tipe truk terpilih ( $X_{j,k,l}^t$ ) dan fungsi tujuan total biaya investasi dan transportasi dari model yang dikembangkan. Hasil optimal percobaan skenario perubahan nilai harga bahan bakar ( $pf$ ) ditampilkan pada Tabel 5.14.

**Tabel 5.14** Pengaruh Perubahan Nilai Harga Bahan Bakar ( $pf$ )

Skenario Perubahan	$pf$ (Rp/liter)	$X_{j,k,l}^t$						$TB$ (Rp)
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
-50%	4.800	J7	J3	J3	J7	J7	J5	279.898.075.958,92
-30%	6.720	J7	J3	J3	J7	J7	J3	326.978.303.640,97
-20%	7.680	J5	J3	J3	J7	J5	J3	343.527.708.148,12
0%	9.600	J5	J3	J3	J7	J5	J3	395.119.635.185,15
20%	11.520	J5	J3	J3	J7	J3	J3	446.290.166.277,01
30%	12.480	J5	J3	J3	J7	J3	J3	461.875.855.655,56
50%	14.400	J3	J3	J3	J7	J3	J3	505.279.801.601,38

Dari Tabel 5.14 dapat diketahui bahwa perubahan nilai parameter harga bahan bakar ( $pf$ ) mempengaruhi penentuan tipe truk terpilih dan total biaya. Pada tabel di atas, perubahan peningkatan harga bahan bakar ( $pf$ ) menyebabkan adanya peningkatan pada total biaya, dan tipe truk terpilih terdapat perubahan untuk Rute 1 skenario perubahan 50% dari truk terpilih awalnya adalah truk J5 yang berkapasitas muat 91 ton menjadi truk J3 yang berkapasitas muat 45 ton, serta Rute 5 skenario perubahan 20%, 30%, dan 50% dari truk terpilih awalnya adalah truk J5 yang berkapasitas muat 91 ton menjadi truk J3 yang berkapasitas muat 45 ton. Sebaliknya, perubahan penurunan harga bahan bakar ( $pf$ ) menyebabkan adanya penurunan pada total biaya, dan tipe truk terpilih terdapat perubahan untuk Rute 1 skenario perubahan -30% dan -50% dari truk terpilih awalnya adalah truk J5 yang berkapasitas muat 91 ton menjadi truk J1 yang berkapasitas muat 46 ton, Rute 5 skenario perubahan -30% dan -50% dari truk terpilih awalnya adalah truk J5 yang berkapasitas muat 91 ton menjadi truk J7 yang berkapasitas muat 90 ton, serta Rute 6 skenario perubahan -50% dari truk terpilih awalnya adalah truk J3 yang berkapasitas muat 45 ton menjadi truk J5 yang berkapasitas muat 91 ton.



**Gambar 5.9** Pengaruh Perubahan Parameter  $pf$  Terhadap Biaya Total

Gambar 5.9 menunjukkan grafik persentase perubahan variabel harga bahan bakar ( $pf$ ) terhadap perubahan total biaya investasi dan transportasi. Pada grafik tersebut diketahui bahwa perubahan harga bahan bakar ( $pf$ ) berpengaruh signifikan terhadap total biaya. Pada saat harga bahan bakar ( $pf$ ) dinaikkan sampai sebesar 50%, nilai total biaya meningkat sebesar 27,88%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai total biaya investasi dan transportasi sensitif terhadap kenaikan harga bahan bakar ( $pf$ ). Sedangkan pada saat harga bahan bakar ( $pf$ ) diturunkan sampai sebesar -50%, nilai total biaya menurun sebesar 29,16%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai total biaya investasi dan transportasi sensitif terhadap penurunan harga bahan bakar ( $pf$ ).

### 5.3 PERBANDINGAN SELURUH PERUBAHAN PARAMETER TERHADAP VARIABEL KEPUTUSAN DAN FUNGSI TUJUAN

Subbab ini menjelaskan tentang perbandingan hasil analisis sensitivitas dari seluruh parameter yang telah diubah terhadap variabel keputusan dan fungsi tujuan. Berikut merupakan tabel perbandingan hasil analisis sensitivitas yang ditampilkan pada Tabel 5.15.

**Tabel 5.15** Perbandingan Hasil Analisis Sensitivitas Parameter terhadap Variabel Keputusan dan Fungsi Tujuan

Parameter	Variabel Keputusan dan Fungsi Tujuan		Kesimpulan
	$X_{j,k,l}^t$	$TB (Rp)$	
Harga jual <i>pellet</i> ( $P_p$ )	Tidak Sensitif	Sensitif	Sensitif terhadap fungsi tujuan $TB$
Harga jual konsentrat ( $P_c$ )	Tidak Sensitif	Sensitif	Sensitif terhadap fungsi tujuan $TB$
Harga jual produk <i>sizing</i> ( $P_{gr}$ )	Tidak Sensitif	Sensitif	Sensitif terhadap fungsi tujuan $TB$
Biaya proses tambang ( $C_m$ )	Tidak Sensitif	Tidak Sensitif	Tidak Sensitif
Biaya proses produksi konsentrat ( $C_{con}$ )	Tidak Sensitif	Sensitif	Sensitif terhadap fungsi tujuan $TB$
Biaya proses produksi <i>pellet</i> ( $C_p$ )	Tidak Sensitif	Sensitif	Sensitif terhadap fungsi tujuan $TB$
Biaya proses produksi produk <i>sizing</i> ( $C_{gr}$ )	Tidak Sensitif	Sensitif	Sensitif terhadap fungsi tujuan $TB$
Biaya tetap ( $f$ )	Tidak Sensitif	Sensitif	Sensitif terhadap fungsi tujuan $TB$
Harga bahan bakar ( $pf$ )	Tidak Sensitif	Sensitif	Sensitif terhadap fungsi tujuan $TB$

Dari Tabel 5.15 di atas, fungsi tujuan bersifat sensitif terhadap 8 parameter, yaitu harga jual *pellet*, harga jual konsentrat, harga jual produk *sizing*, biaya proses produksi konsentrat, biaya proses produksi *pellet*, biaya proses produksi produk *sizing*, biaya tetap, dan harga bahan bakar. Sehingga, perusahaan perlu memperhatikan parameter-parameter tersebut karena jika terjadi perubahan parameter dapat mempengaruhi fungsi tujuan yaitu total biaya.

Terdapat beberapa parameter yang perubahannya berbanding lurus terhadap fungsi tujuan, contohnya adalah harga jual *pellet* ( $P_p$ ). Apabila harga jual *pellet* dinaikkan, maka fungsi tujuan untuk total biaya akan meningkat. Sebaliknya, jika harga jual *pellet* diturunkan, maka fungsi tujuan untuk total biaya akan menurun. Namun terdapat beberapa parameter yang perubahannya berbanding terbalik terhadap fungsi tujuan, contohnya adalah biaya proses produksi konsentrat ( $C_{con}$ ). Apabila biaya proses produksi konsentrat dinaikkan, maka fungsi tujuan untuk total biaya akan menurun. Sebaliknya, jika biaya proses produksi konsentrat diturunkan, maka fungsi tujuan untuk total biaya akan meningkat. Parameter dengan perubahan berbanding terbalik ini akan merugikan perusahaan ketika parameter tersebut diturunkan maka total biaya yang dikeluarkan semakin meningkat.