

## BAB V

### ANALISIS SENSITIVITAS

Bab ini membahas mengenai analisis sensitivitas model yang telah dikembangkan. Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan parameter proses pemesinan CNC *turning* terhadap fungsi tujuan.

#### 5.1. Skenario Perubahan Parameter Proses Pemesinan CNC *Turning*

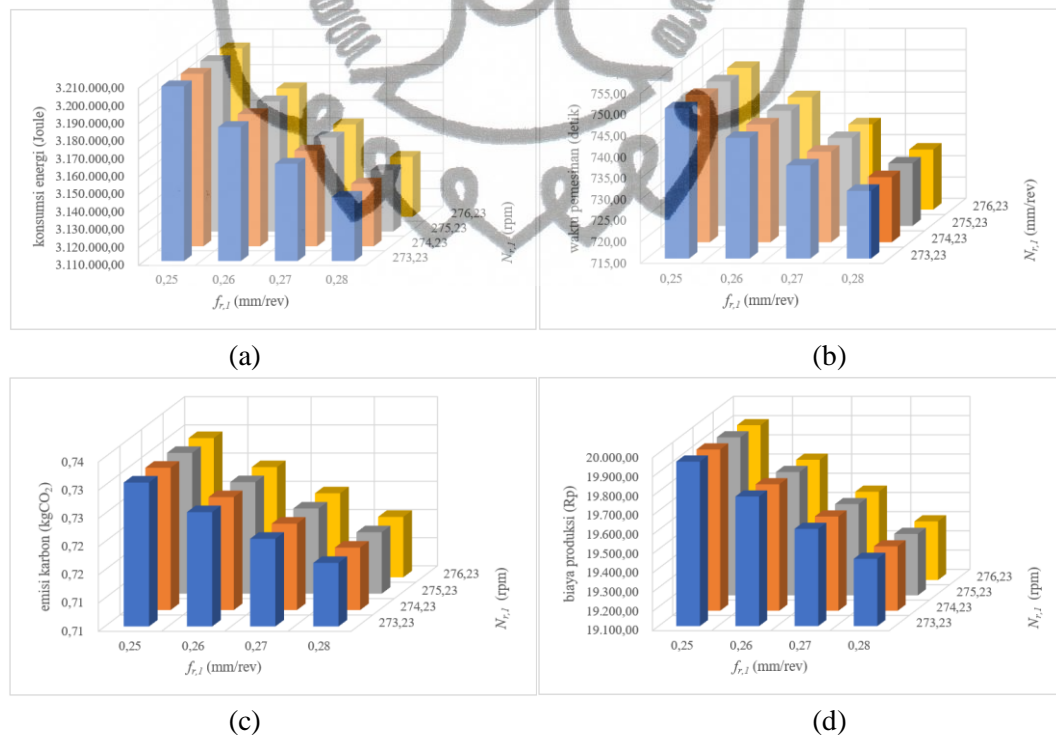
Bagaber & Yusoff (2019), Lu dkk. (2016), dan Yi dkk. (2015) melakukan analisis sensitivitas untuk mengetahui hubungan antara parameter proses pemesinan dengan fungsi tujuan. Dalam penelitian ini, analisis sensitivitas dilakukan untuk melihat pengaruh perubahan variabel keputusan berupa parameter proses ( $N_{r,i}$ ,  $N_s$ ,  $f_{r,i}$ ,  $f_s$ ,  $d_{r,i}$ ,  $d_s$  dan  $n$ ) terhadap fungsi tujuan ( $E_{total}$ ,  $T_{total}$ ,  $CE_{total}$  dan  $PC_{total}$ ). Seluruh variabel keputusan dipilih menjadi parameter kontrol dengan  $n$  bernilai 3. Nilai parameter kontrol ditunjukkan pada Tabel 5.1 di mana nilai-nilai tersebut mencakup rentang yang *feasible*. Sekumpulan skenario yang dirancang dalam analisis ini terdiri dari tujuh konfigurasi, yaitu: (1)  $N_{r,1}$  dan  $f_{r,1}$ , (2)  $N_{r,2}$  dan  $f_{r,2}$ , (3)  $N_{r,3}$  dan  $f_{r,3}$ , (4)  $N_s$  dan  $f_s$ , (5)  $d_{r,1}$  dan  $d_s$ , (6)  $d_{r,2}$  dan  $d_s$ , serta (7)  $d_{r,3}$  dan  $d_s$ .

**Tabel 5.1.** Nilai Parameter Kontrol

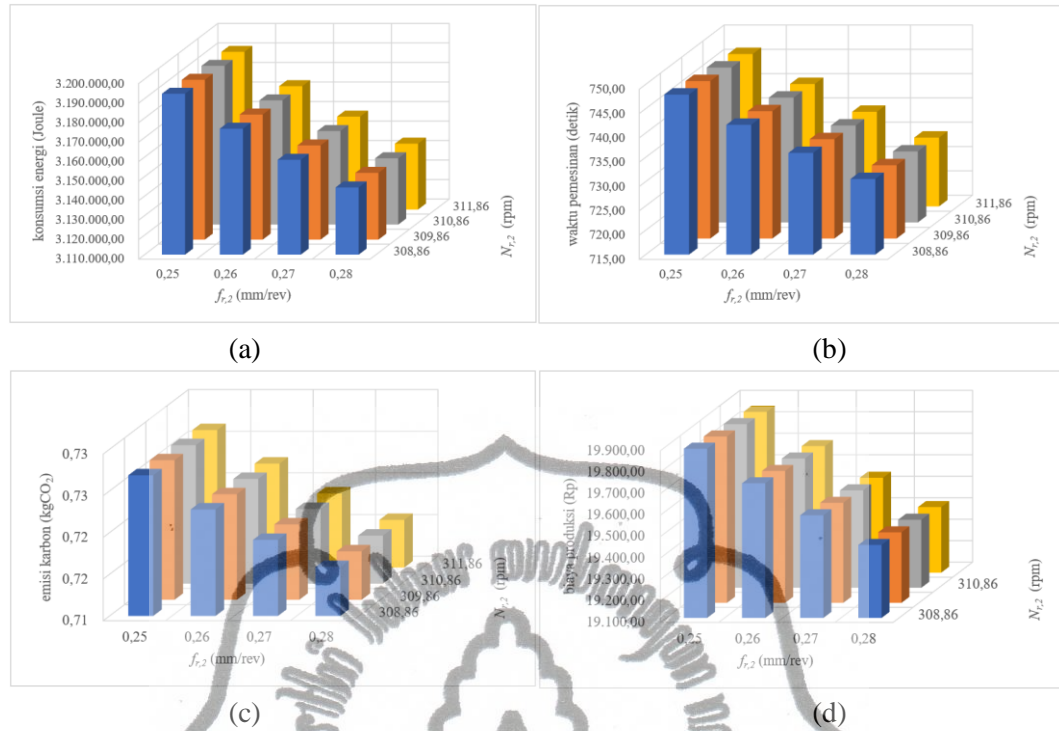
Parameter kontrol	Nilai
$N_{r,1}$ (rpm)	[273,23; 274,23; 275,23; 276,23]
$N_{r,2}$ (rpm)	[308,86; 309,86; 310,86; 311,86]
$N_{r,3}$ (rpm)	[342,81; 343,81; 344,81; 345,81]
$N_s$ (rpm)	[469,59; 470,59; 471,59; 472,59]
$f_{r,1}$ (mm/rev)	[0,25; 0,26; 0,27; 0,28]
$f_{r,2}$ (mm/rev)	[0,25; 0,26; 0,27; 0,28]
$f_{r,3}$ (mm/rev)	[0,22; 0,23; 0,24; 0,25]
$f_s$ (mm/rev)	[0,10; 0,11; 0,12; 0,13]
$d_{r,1}$ (mm)	[2,50; 2,51; 2,52; 2,53]
$d_{r,2}$ (mm)	[2,50; 2,51; 2,52; 2,53]
$d_{r,3}$ (mm)	[2,50; 2,51; 2,52; 2,53]
$d_s$ (mm)	[2,47; 2,48; 2,49; 2,50]

## 5.2. Pengaruh Perubahan Kecepatan Rotasi *Spindle* dan Kecepatan Pemakanan

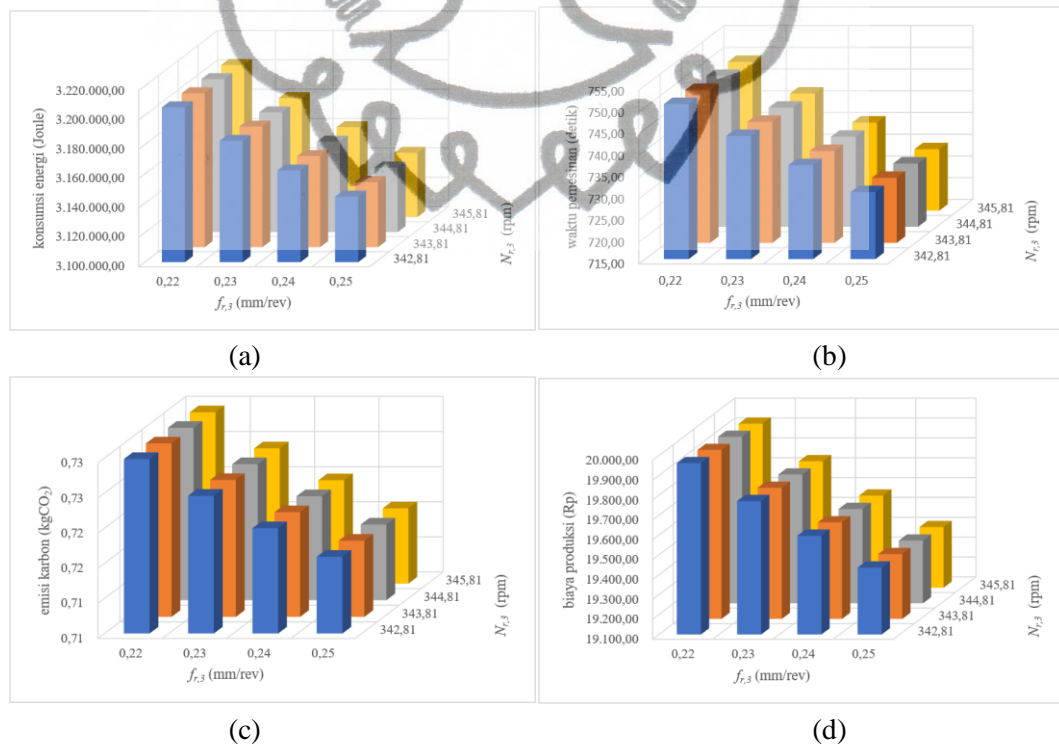
Empat konfigurasi pertama diuji dengan 16 kombinasi dan digambarkan pada Gambar 5.1 – 5.4. Gambar 5.1 menunjukkan bahwa pengaturan yang berbeda dari kecepatan rotasi *spindle* dan kecepatan pemakanan memiliki pengaruh yang besar terhadap konsumsi energi, waktu pemesinan, emisi karbon, dan biaya produksi. Setiap fungsi tujuan mengalami penurunan ketika kecepatan rotasi *spindle* dan kecepatan pemakanan meningkat. Kecepatan rotasi *spindle* dan kecepatan pemakanan yang tinggi menghasilkan waktu pemesinan yang rendah. Oleh sebab itu, waktu pemesinan akan mempengaruhi fungsi tujuan yang lain (konsumsi energi, emisi karbon, dan biaya produksi) menjadi rendah. Hasil yang serupa juga dapat diamati pada Gambar 5.2 – Gambar 5.4. Hal ini menunjukkan bahwa parameter proses ( $N_{r,i}$  dan  $f_{r,i}$ ,  $N_s$  dan  $f_s$ ) sensitif terhadap fungsi tujuan ( $E_{total}$ ,  $T_{total}$ ,  $CE_{total}$  dan  $PC_{total}$ ).



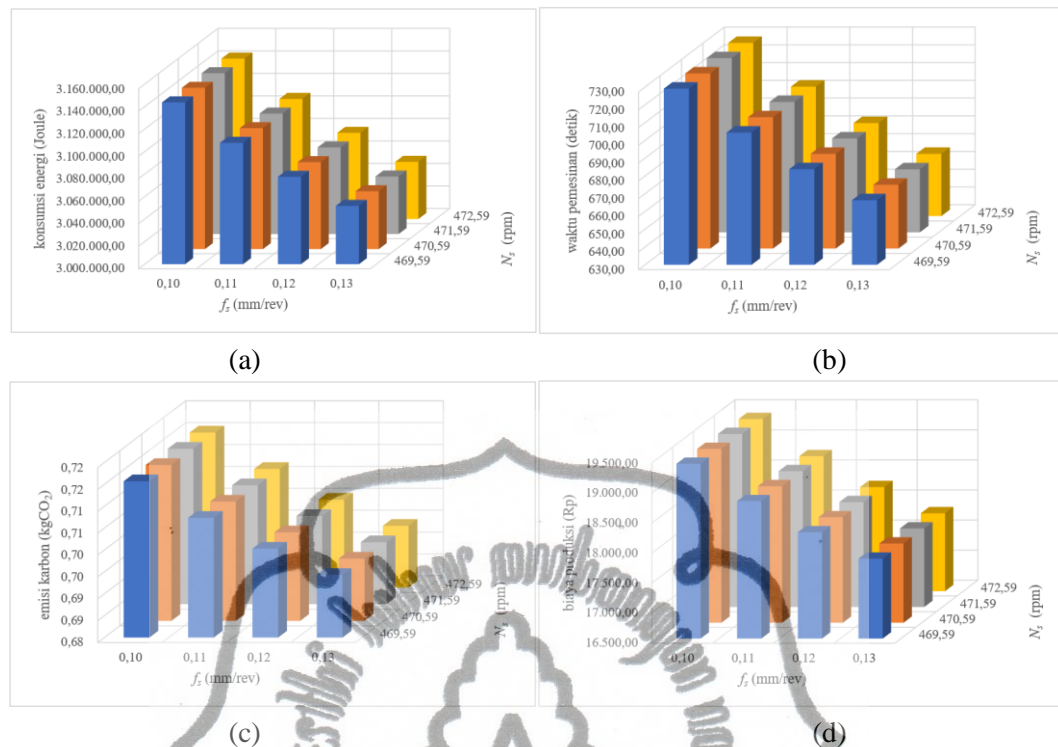
**Gambar 5.1.** Pengaruh Perubahan Parameter  $N_{r,1}$  dan  $f_{r,1}$  Terhadap (a) Konsumsi Energi, (b) Waktu Pemesinan, (c) Emisi Karbon, dan (d) Biaya Produksi



**Gambar 5.2.** Pengaruh Perubahan Parameter  $N_{r,2}$  dan  $f_{r,2}$  Terhadap (a) Konsumsi Energi, (b) Waktu Pemesinan, (c) Emisi Karbon, dan (d) Biaya Produksi



**Gambar 5.3.** Pengaruh Perubahan Parameter  $N_{r,3}$  dan  $f_{r,3}$  Terhadap (a) Konsumsi Energi, (b) Waktu Pemesinan, (c) Emisi Karbon, dan (d) Biaya Produksi

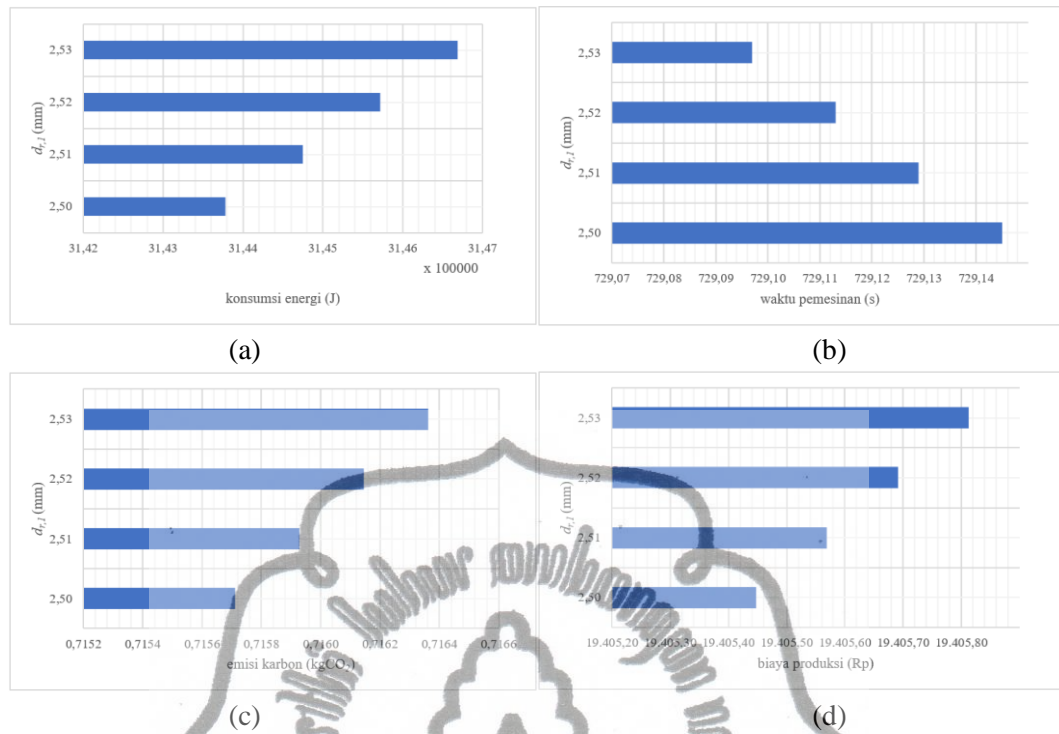


**Gambar 5.4.** Pengaruh Perubahan Parameter  $N_s$  dan  $f_s$  Terhadap (a) Konsumsi Energi, (b) Waktu Pemesinan, (c) Emisi Karbon, dan (d) Biaya Produksi

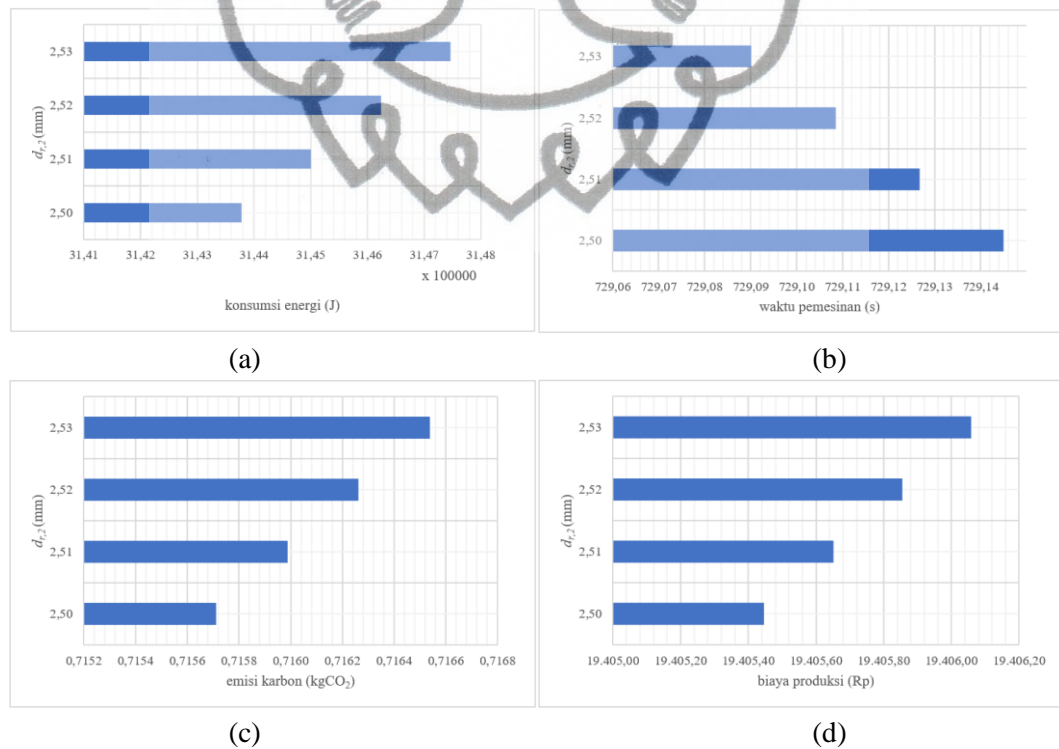
### 5.3. Pengaruh Perubahan Kedalaman Pemakanan

Tiga konfigurasi terakhir diuji dengan 4 kombinasi dan digambarkan pada Gambar 5.5 – Gambar 5.7. Dalam analisis ini, kombinasi kedalaman pemakanan untuk proses *roughing pass*  $d_{r,i}$  dan proses *finishing pass*  $d_s$  harus memenuhi kendala pada Persamaan (4.75) di mana jumlah kedalamannya harus sama dengan total kedalaman benda kerja yang akan dibuang. Misalnya, jika nilai  $d_{r,1}$  sebesar 2,51 mm, maka nilai  $d_s$  sebesar 2,49 mm. Kedalaman pemakanan yang lain ( $d_{r,2}$  dan  $d_{r,3}$ ) sebagai parameter kontrol dengan nilai sebesar 2,50 mm.

Gambar 5.5 menggambarkan kedalaman pemakanan memiliki pengaruh yang kecil terhadap konsumsi energi, waktu produksi, emisi karbon, dan biaya produksi. Hal ini menunjukkan bahwa kedalaman pemakanan tidak sensitif terhadap fungsi tujuan. Tiga fungsi tujuan sedikit meningkat ketika kedalaman potong pada proses *roughing pass* ditingkatkan. Namun, ada satu pengamatan yang berbeda dari Gambar 5.5(b) yaitu meningkatnya kedalaman potong pada *roughing pass* dapat menurunkan sedikit waktu pemesinan. Walaupun menurun, kedalaman pemakanan

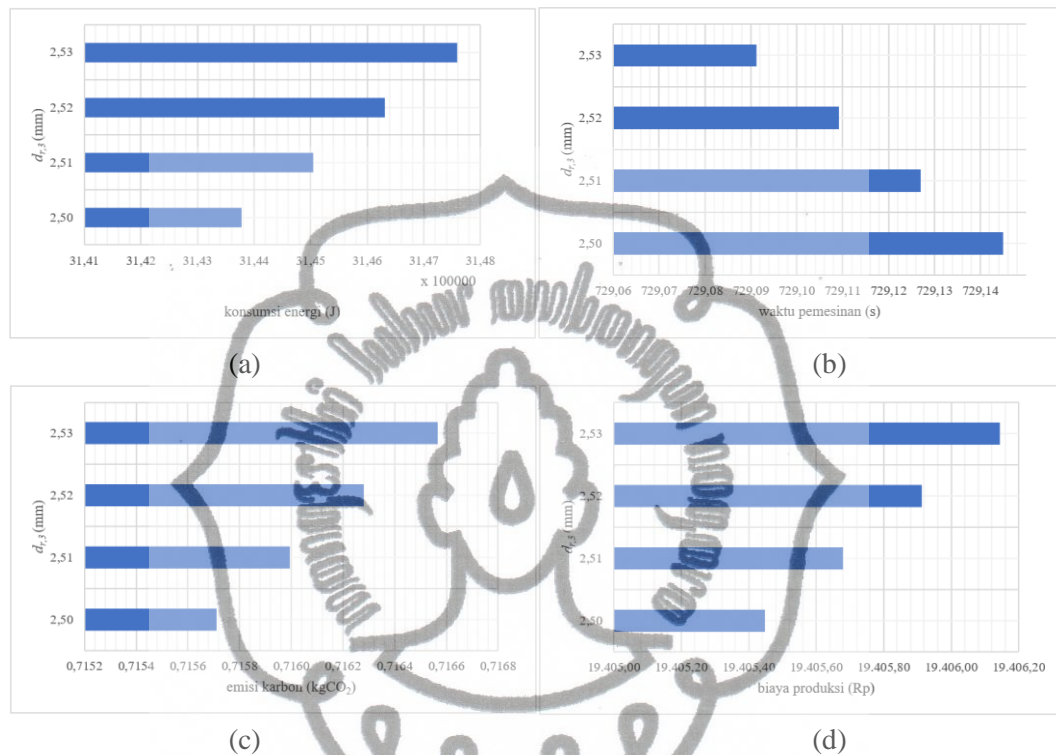


**Gambar 5.5.** Pengaruh Perubahan Parameter  $d_{r,1}$  dan  $d_s$  Terhadap (a) Konsumsi Energi, (b) Waktu Pemesinan, (c) Emisi Karbon, dan (d) Biaya Produksi



**Gambar 5.6.** Pengaruh Perubahan Parameter  $d_{r,2}$  dan  $d_s$  Terhadap (a) Konsumsi Energi, (b) Waktu Pemesinan, (c) Emisi Karbon, dan (d) Biaya Produksi

menghasilkan temperatur dan beban yang tinggi. Hal tersebut dapat menyebabkan tingginya konsumsi energi dan berdampak pada emisi karbon dan biaya produksi yang meningkat. Hasil analisis sensitivitas yang serupa juga ditemukan pada Gambar 5.6(b) dan Gambar. 5.7(b).



**Gambar 5.7.** Pengaruh Perubahan Parameter  $d_{r,3}$  dan  $d_s$  Terhadap (a) Konsumsi Energi, (b) Waktu Pemesinan, (c) Emisi Karbon, dan (d) Biaya Produksi

#### 5.4. Perbandingan Perubahan Parameter Proses Pemesinan CNC *Turning* Terhadap Fungsi Tujuan

Ringkasan perbandingan hasil analisis sensitivitas dari berbagai perubahan parameter proses pemesinan CNC *turning* terhadap fungsi tujuan model yang dikembangkan ditunjukkan pada Tabel 5.2.

**Tabel 5.2.** Perbandingan Hasil Analisis Sensitivitas

Parameter Proses	Fungsi Tujuan			
	Konsumsi Energi	Waktu Pemesinan	Emisi Karbon	Biaya Produksi
$N_{r,i}$ dan $f_{r,i}$	Sensitif	Sensitif	Sensitif	Sensitif
$N_s$ dan $f_s$	Sensitif	Sensitif	Sensitif	Sensitif
$d_{r,i}$ dan $d_s$	Tidak sensitif	Tidak sensitif	Tidak sensitif	Tidak sensitif



Berdasarkan Tabel 4.2, dapat diketahui bahwa perubahan kecepatan rotasi *spindle* dan kecepatan pemakanan pada proses *roughing pass* dan proses *finishing pass* sensitif terhadap semua fungsi tujuan. Oleh sebab itu, industri manufaktur perlu memperhatikan perubahan parameter proses tersebut dalam meminimalkan konsumsi energi, waktu pemesinan, emisi karbon, dan biaya produksi.

