

## Pengukuran Indeks Kompleksitas Produk terhadap Produk *Pressed Part* Berbasis Informasi Produk (*Case Study: Bracket Air Box Component*)

Romiyadi<sup>1</sup> dan Henky Suskito Nugroho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Perawatan dan Perbaikan Mesin, Politeknik Kampar

<sup>2</sup>Departemen Teknik Mesin, Universitas Indonesia

E-mail: romiyadi@poltek-kampar.ac.id

### Abstract

Product complexity index is an indicator of a manufacturing product that describes the products are designed and manufactured with a level of complexity. In this research, measurement of product complexity was conducted on pressed part products, particularly on automotive component products. Measurement conducted on the variable of pressed part product complexity based on features of the products and specifications of materials, shapes, geometry, tolerance, general surface finish and hardness. The method in this project was introduced by ElMaraghy and Urbanic, where the measurement is based on absolute quantity information, diversity of information, and content of product information. The results of product complexity measurement indicated that the product of original Air Box Bracket Component had product complexity index of 7.96. While the results of product complexity measurement indicated that the product of redesign Air Box Bracket Component had product complexity index of 6,98.

Keywords: Bracket Air Box Component, Information Product, Pressed Part, Product Complexity Index, Redesign Product

### 1. Pendahuluan

Perkembangan dan kemajuan dunia industri manufaktur akan terus berjalan seiring dengan perubahan dan kemajuan teknologi. Industri manufaktur merupakan suatu industri yang mengolah bahan mentah menjadi produk setengah jadi maupun produk jadi. Untuk menghasilkan suatu produk, memerlukan beberapa proses antara lain desain produk, pemilihan material, proses manufaktur, distribusi material dan bahan baku dan lain-lain. Dan semua itu merupakan elemen-elemen dari suatu sistem manufaktur.

Suatu produk yang dihasilkan dari suatu sistem manufaktur, mempunyai suatu indeks kompleksitas produk yang menggambarkan bahwa produk tersebut dibuat dengan kompleksitas atau kerumitan tertentu. ElMaraghy dan Urbanic (2003) mengemukakan bahwa kompleksitas produk merupakan fungsi dari material,

desain, *features* produk (*shape, geometry, tolerances*) dan spesifikasi khusus dari setiap komponen suatu produk. Menurut ElMaraghy dan Urbanic, penilaian indeks kompleksitas produk berdasarkan jumlah informasi, variasi atau ragam dari informasi dan isi atau konten dari informasi tentang produk tersebut.

Saat ini komponen produk otomotif mempunyai jumlah yang sangat besar serta variasi/ragam produknya sangat tinggi. Semakin meningkat fungsi-fungsi kompleksitas produk, semakin kompleks proses desain dan produksinya, serta semakin sulit untuk dibuat mengakibatkan semakin besar kontribusi peran komponen teknologi untuk menghasilkan produk tersebut.

Penelitian ini membahas tentang pengukuran indeks kompleksitas produk terhadap suatu produk *pressed part* untuk komponen otomotif yaitu *Bracket Air Box Component*. Produk ini merupakan salah satu sub

komponen dari komponen bumper mobil truck. Pengukuran indeks kompleksitas produk tersebut menggunakan metode yang diperkenalkan oleh ElMaraghy dan Urbanic dimana penilaian dilakukan berdasarkan atas jumlah informasi, variasi informasi dan isi informasi suatu produk.

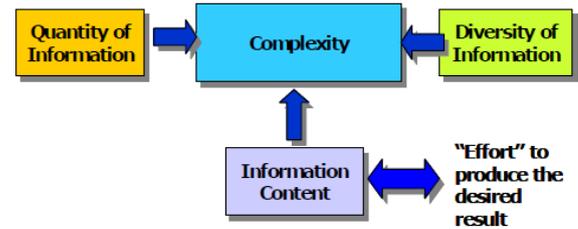
Untuk membantu dalam melakukan penilaian kompleksitas produk khususnya produk *pressed part*, diperlukan suatu identifikasi variabel kompleksitas produk dan nilai pembobotan kompleksitas produk untuk produk *pressed part*. Pada penelitian sebelumnya (Romiyadi, 2011) telah dilakukan identifikasi variabel kompleksitas produk untuk produk *pressed part* dan telah dibuat suatu tabel nilai pembobotan kompleksitas produk untuk produk *pressed part*. Nilai pembobotan ini berguna untuk membantu dalam menentukan nilai koefisien kompleksitas produk relatif sebagai bagian dari isi/konten informasi suatu produk.

1.1. Kompleksitas Produk

Dalam industri manufaktur, terdapat tiga jenis kompleksitas yang harus diperhatikan dalam lingkungan manufaktur yaitu kompleksitas produk, kompleksitas proses dan kompleksitas operasional, dan masing-masing kompleksitas saling mendukung satu sama lainnya (ElMaraghy dan Urbanic, 2003).

Kompleksitas produk merupakan fungsi dari material, desain, spesifikasi dan komponen dari suatu produk. Kompleksitas proses adalah fungsi dari produk, jumlah yang dibutuhkan, dan lingkungan kerja. Kompleksitas operasional adalah fungsi dari produk, proses dan produksi logistik.

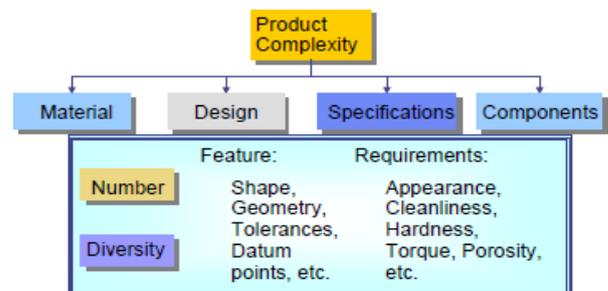
Elemen dasar dari kompleksitas terdiri dari tiga faktor utama yaitu jumlah informasi, keragaman informasi dan konten informasi, seperti terlihat pada Gambar 1. Kompleksitas terkait dengan pemahaman dan pengelolaan volume atau kuantitas informasi, dan keragaman informasi.



Gambar 1. Elemen Dasar Kompleksitas Manufaktur (ElMaraghy dan Urbanic, 2003)

Kompleksitas produk memiliki pengaruh langsung terhadap kompleksitas proses, tetapi dibutuhkan pemahaman sifat kompleksitas untuk dapat menentukan karakteristik, yang efektif dan ukuran yang relatif. Kompleksitas semakin meningkat dengan meningkatnya jumlah dan keanekaragaman fitur yang akan diproduksi, dikumpulkan dan diuji dan semakin meningkatnya jumlah, jenis, dan tugas dan upaya untuk menghasilkan fitur.

Kompleksitas produk dilambang oleh indeks kompleksitas produk ( $CI_{product}$ ) dan merupakan fungsi informasi/entropy produk, ( $H_{product}$ ), rasio keragaman produk ( $DR_{product}$ ) dan koefisien relatif kompleksitas produk ( $c_{j, produk}$ ). Nilai dari koefisien kompleksitas produk yang relatif berdasarkan pada prinsip-prinsip umum manufaktur dan bergantung pada jenis proses atau volume. Nilainya semakin meningkat dengan upaya yang diperlukan untuk menghasilkan komponen akhir dari produk. Faktor-faktor yang terkait dengan analisis kompleksitas, seperti bahan, toleransi, topologi, harus didefinisikan. Contoh kompleksitas produk diilustrasikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Elemen ompleksitas Produk (ElMaraghy dan Urbanic, 2003)

Indeks kompleksitas produk ( $CI_{product}$ ) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$CI_{product} = (D_{R_{product}} + c_{j,product}) * H_{product} \quad (1)$$

Dimana :

$CI_{product}$  = Indeks kompleksitas produk

$DR_{product}$  = Rasio variasi informasi

$c_{j,product}$  = Koefisien kompleksitas relatif

$H_{product}$  = Faktor kompresi/entropi dari informasi

Rasio variasi informasi ( $DR_{product}$ ), Koefisien kompleksitas relatif ( $c_{j,product}$ ), Entropi dari informasi ( $H_{product}$ ), masing-masing didefinisikan sebagai :

$$D_{R_{product}} = \frac{n}{N} \quad (2)$$

Dimana :

$n$  = Jumlah variasi informasi yang dipandang unik

$N$  = Total jumlah informasi

$$H = \log_2(N+1) \quad (3)$$

Dimana :

$N$  = Total jumlah informasi

$$c_{j,product} = \sum_{f=1}^F x_f * c_{f,feature} \quad (4)$$

Dimana :

$c_f$  = Koefisien kompleksitas *feature* relatif

$x_f$  = Persentase bentuk kesekian  $x^{th}$  yang tidak

sama

Koefisien kompleksitas relatif adalah rata-rata yang terkait dengan kompleksitas relatif dari berbagai aspek spesifikasi dan fitur yang diberikan, dan diwakili oleh:

$$c_{f,feature} = \frac{F_N * F_{CF} + S_N * S_{CF}}{F_N + S_N} \quad (5)$$

Dimana :

$F_N$  = Jumlah *feature*

$F_{CF}$  = Faktor kompleksitas *feature*

$S_N$  = Jumlah aspek yang mempengaruhi

spesifikasi

$S_{CF}$  = Faktor kompleksitas spesifikasi

$$F_{CF} = \frac{\sum_{j=1}^J \text{factor\_level}_j}{J} \quad (6)$$

Dimana :

$J$  = Jumlah aspek yang mempengaruhi *feature*

$\text{factor\_level}_j$  = Faktor untuk kategori ke  $j$  yang sekian ( $j^{th}$ )

$$S_{CF} = \frac{\sum_{k=1}^K \text{factor\_level}_k}{K} \quad (7)$$

Dimana :

$K$  = Jumlah aspek yang mempengaruhi spesifikasi

$\text{factor\_level}_k$  = Faktor untuk kategori ke  $k$  yang sekian ( $k^{th}$ )

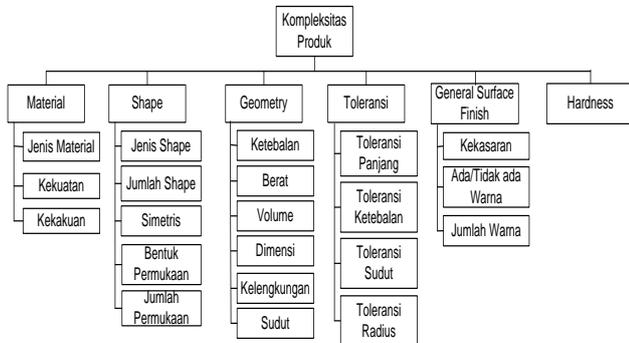
## 1.2. Variabel Kompleksitas Produk Pressed Part

Berdasarkan penelitian sebelumnya (Romiyadi, 2011) telah dilakukan identifikasi terhadap variabel kompleksitas produk khususnya produk *pressed part*. Variabel kompleksitas produk *pressed part* tersebut adalah sebagai berikut :

- Material* meliputi bahan yang digunakan untuk dijadikan suatu produk yang meliputi jenis material, kekuatan material, kekakuan material.
- Shape* meliputi bentuk umum dari suatu produk yang meliputi jenis shape, jumlah shape, simetris, bentuk permukaan, jumlah permukaan.
- Geometry* meliputi ketebalan, berat, volume, dimensi, kelengkungan, sudut.
- Toleransi merupakan yang diizinkan untuk memproduksi suatu produk yang meliputi toleransi panjang, toleransi ketebalan, toleransi sudut, toleransi radius.
- General Surface finish* merupakan kondisi permukaan suatu produk setelah produk tersebut

diproduksi yang meliputi kekasaran hasil permukaan, warna dan jumlah warna

f. *Hardness* yaitu kekerasan material suatu produk setelah produk tersebut diproduksi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.



**Gambar 3.** Variabel Kompleksitas Produk Pressed Part (Romiyadi, 2011)

1.3. Nilai Pembobotan Kompleksitas Produk Pressed Part

Nilai pembobotan kompleksitas produk bertujuan untuk memudahkan peneliti untuk menilai atau memberi skor untuk masing-masing variabel kompleksitas produk. Hasil dari *scoring* tersebut digunakan untuk menghitung koefisien kompleksitas relatif ( $c_{j,product}$ ). Pada penelitian sebelumnya (Romiyadi, 2011) telah dihasilkan nilai pembobotan kompleksitas produk *pressed part*. Nilai pembobotan tersebut dapat dilihat pada lampiran.

**2. Bahan dan Metode**

Langkah-langkah untuk mengukur indeks kompleksitas produk *pressed part* adalah sebagai berikut :

- a. Memilih produk-produk *pressed part* untuk dilakukan pengukuran indeks kompleksitas produk.
- b. Melakukan identifikasi terhadap produk-produk *pressed* tersebut untuk menentukan :
  - Jumlah informasi (N)
  - Jumlah informasi yang dianggap unik (n)

- c. Menghitung nilai faktor kompresi / entropy produk (H)
- d. Menghitung nilai rasio variasi informasi ( $DR_{product}$ )
- e. Melakukan pembobotan terhadap variabel-variabel kompleksitas produk untuk menghitung nilai koefisien kompleksitas relatif ( $c_{j,product}$ )
- f. Menghitung indeks kompleksitas produk ( $CI_{product}$ )

**3. Hasil dan Pembahasan**

Pengukuran indeks kompleksitas produk *pressed part* dilakukan terhadap produk *Bracket Air Box Component*. Produk ini merupakan salah satu sub komponen dari komponen bumper mobil truck.



**Gambar 4.** Bracket Air Box Component

Berdasarkan dari identifikasi informasi terhadap produk *Bracket Air Box Component*, maka didapat jumlah informasi (N) sebesar 142, dan jumlah informasi yang dianggap unik (n) sebesar 120. Sehingga dari jumlah informasi yang didapat, maka dapat dihitung nilai entropi produk (H) yaitu sebesar 7,16 dan nilai variasi informasi ( $DR_{product}$ ) sebesar 0,85. Selanjutnya dilakukan pembobotan terhadap variabel kompleksitas produk *pressed part* terhadap produk *Bracket Air Box Component* untuk menghitung nilai koefisien kompleksitas relatif ( $c_{j,product}$ ) dan dihasilkan nilai koefisien kompleksitas relatif ( $c_{j,product}$ ) sebesar 0,27. Dari hasil perhitungan diatas, maka dapat dihitung nilai indeks kompleksitas produk ( $CI_{product}$ ) sebagai berikut :

**Tabel 1.** Pembobotan Variabel Kompleksitas Produk Terhadap Produk *Bracket Air Box Component*

Description		J = 4					
Number	Aspects					SUM	Sum/J
	Material	Shape	Geometry	Tolerance			
<b>Cut Side</b>	7	0	0	0	1	<b>1</b>	<b>0.25</b>
<b>Upper Flange</b>	1	0	0.5	0.5	1	<b>2</b>	<b>0.50</b>
<b>Lower Flange</b>	1	0	0.5	0.5	1	<b>2</b>	<b>0.50</b>
<b>Hole</b>	6	0	0	0	1	<b>1</b>	<b>0.25</b>
Description		K = 2					
Number	Aspects			SUM	Sum/K		
	General Surface Finish		Hardness				
<b>Cut Side</b>	7	0.5		0	<b>0.5</b>	<b>0.25</b>	
<b>Upper Flange</b>	1	0.5		0	<b>0.5</b>	<b>0.25</b>	
<b>Lower Flange</b>	1	0.5		0	<b>0.5</b>	<b>0.25</b>	
<b>Hole</b>	6	0.5		0	<b>0.5</b>	<b>0.25</b>	

Sumber : Hasil Analisa dan Perhitungan

$$CI_{product} = (D_{Rproduct} + c_{j,product}) * H_{product}$$

$$CI_{product} = (0,85 + 0,27) * 7,16$$

$$CI_{product} = 7,96$$

Hasil pembobotan dan nilai indeks kompleksitas produk dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 2.** Perhitungan Indek Kompleksitas Produk *Bracket Air Box Component*

	Feature Complexity	Weighted Feature Complexity
<b>Cut Side</b>	0.25	0.12
<b>Upper Flange</b>	0.38	0.03
<b>Lower Flange</b>	0.38	0.03
<b>Hole</b>	0.25	0.10
<b>Relative Product Complexity Co. <math>c_j</math></b>		<b>0.27</b>
<b>CI Product</b>		<b>7.96</b>

Sumber : Hasil Analisa dan Perhitungan

Jika produk *Bracket Air Box Component* didesain dan dibuat ulang dengan mengurangi jumlah *hole* menjadi 4 dengan dimensi yang sama dan mengabaikan variabel *general surface finish*, maka didapat jumlah informasi (N) sebesar 140 dan jumlah informasi yang dianggap unik

(n) sebesar 117, sehingga dari informasi tersebut, maka dihasilkan nilai entropi produk (H) yaitu sebesar 7,14 dan nilai variasi informasi ( $DR_{product}$ ) sebesar 0,84. Dengan mengabaikan variabel *general surface finish*, maka akan mengurangi nilai koefisien kompleksitas relatif ( $c_{j,product}$ ), sehingga nilai koefisien kompleksitas relatif ( $c_{j,product}$ ) menjadi 0,14. Dengan demikian, maka dapat dihitung nilai indeks kompleksitas produk ( $CI_{product}$ ) sebagai berikut :

$$CI_{product} = (D_{Rproduct} + c_{j,product}) * H_{product}$$

$$CI_{product} = (0,85 + 0,14) * 7,14$$

$$CI_{product} = 6,98$$

Dari hasil perhitungan indeks kompleksitas produk ( $CI_{product}$ ) terhadap produk *Bracket Air Box Component* yang original dan produk *Bracket Air Box Component* yang didesain ulang, maka terjadi perbedaan nilai indeks kompleksitas produk. Hal ini terjadi karena berubahnya jumlah informasi yang didapat karena adanya perubahan desain produk serta mengabaikan salah satu variabel akan mengurangi nilai koefisien kompleksitas relatif. Akibatnya nilai indeks kompleksitas produk ( $CI_{product}$ ) untuk produk *Bracket Air Box Component* yang didesain ulang akan berbeda dengan nilai indeks kompleksitas

produk ( $CI_{product}$ ) untuk produk *Bracket Air Box Component* yang original.

#### 4. Kesimpulan

Pengukuran indeks kompleksitas produk *pressed part* dapat dilakukan berdasarkan informasi produk itu sendiri yang meliputi jumlah informasi, ragam informasi dan isi dari informasi. Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran indeks kompleksitas produk terhadap produk *Bracket Air Box Component*. Hasil pengukuran didapat nilai indeks kompleksitas produk *Bracket Air Box Component* sebesar 7,96. Selanjutnya produk tersebut di desain ulang dengan mengurangi jumlah *hole* menjadi 4 dengan dimensi yang sama dan mengabaikan variabel *general surface finish*, maka dihasilkan nilai indeks kompleksitas produk sebesar 6,98. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai indeks kompleksitas produk akibat adanya pengurangan fitur suatu produk sehingga mengurangi jumlah informasi produk penilaian Sehingga

dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa, perubahan desain terhadap suatu produk akan mempengaruhi nilai indeks kompleksitas produk karena berubahnya jumlah informasi akibat adanya perubahan desain produk.

#### Daftar Pustaka

- EIMaraghy, W.H., Urbanic, R. J., 2003. "Modelling of Manufacturing Systems Complexity". *CIRP Annals – Manufacturing Technology*, Vol. 52(1), pp. 363-366
- EIMaraghy, W.H., Urbanic, R.J., 2004. "Assessment of Manufacturing Operational Complexity". *CIRP Annals – Manufacturing Technology*, Vol 53(1), pp. 401-406
- Urbanic, R.J., EIMaraghy, W.H., 2009, "Assessing the Complexity of a Recovered Design and its Potential Redesign Alternatives", *Proceedings of the 19th CIRP Design Conference – Competitive Design*, Cranfield University, 30-31 March 2009, pp202- 209.
- Romiyadi, 2011, "Penilaian Kompleksitas Produk Pressed Part dan Analisis Pengaruh Terhadap Kemampuan Teknologi", Master Degree Thesis, Depok : Universitas Indonesia.