

# ARSITEKTUR PRODUK UNTUK RANCANGAN PRODUK ‘MULTIPLE CUTTERS’

<sup>1</sup>Muhammad Iqbal

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

<sup>1</sup>muhiqbal@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak**—Artikel ini membahas mengenai perancangan arsitektur produk untuk produk Multiple Cutter, sebuah produk yang dirancang untuk membantu proses produksi pemotongan permen susu, dodol, maupun produk sejenis. Saat ini telah dirancang konsep awal produk tersebut. Paper ini menjelaskan mengenai langkah yang penting dari fase pengembangan produk, yaitu penentuan arsitektur produk. Arsitektur produk ditentukan dengan menganalisis interaksi antara komponen fisik yang memenuhi fungsi dalam produk. Langkah pada penentuan arsitektur produk pada tulisan ini adalah: 1) menentukan *schematic* produk 2) menentukan *cluster* terhadap elemen yang ada di produk, dengan pertimbangan pengelompokan berdasarkan integrasi geometris, function sharing, kemampuan vendor, kesamaan teknologi desain atau produksi, pengelompokan perubahan, kemampuan mengakomodasi variasi, standarisasi, dan *portability* 3) membuat *rough geometric layout* dan 4) mengidentifikasi interaksi fundamental dan incidental. Berdasarkan konsep awal produk, maka arsitektur dibuat dalam bentuk enam chunks, yaitu pegangan, mekanisme pengaturan posisi pegangan, mekanisme pemasangan pemotong, pemotong, mekanisme pengaturan posisi pemotong, dan struktur utama. Seluruh elemen dibuat dengan konsep modular dengan elemen ‘struktur utama’ sebagai *interface* utamanya. Elemen-elemen tersebut terintegrasi ke *interface* utama dengan model arsitektur *bus-modular*. Interaksi incidental yang berhasil diidentifikasi adalah interaksi mekanik, yaitu berupa getaran dan tekanan.

**Kata kunci:** Arsitektur produk, *schematic*, *cluster*, *geometric layout*, Multiple Cutter.

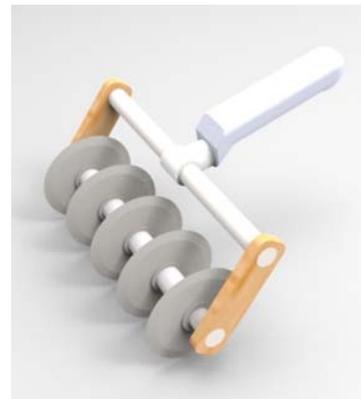
## I. PENDAHULUAN

Multiple Cutter adalah produk yang dirancang untuk menyelesaikan proses produksi pemotongan permen susu, dodol, maupun produk sejenis. *Primary market* dari produk ini adalah UKM yang memproduksi makanan tersebut. [1]. Studi pendahuluan telah menghasilkan sebuah rancangan konsep awal produk. Konsep produk tersebut digambarkan dalam relasi *function-option* pada Tabel I sebagai berikut:

TABEL I  
FUNCTION-OPTION KONSEP MULTIPLE CUTTER

Function	Option
Alat potong	Gerigi
Mekanisme potong	Dorong
Tebal alat potong	Tipis
Jumlah alat potong	Lima buah
Metode pengaturan jarak	Diputar dengan <i>gear</i>

Berdasarkan pilihan option seperti pada Tabel I, maka konsep awal produk dikembangkan. Gambar konsep awal produk tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Konsep awal produk multiple cutter [1]

Pendekatan fase perancangan produk yang digunakan pada perancangan Multiple Cutter adalah [2]: *Planning*, *Concept Development*, *System-Level Design*, *Detail Design*, *Testing and Refinement*, dan *Production Ramp-up*. Konsep produk terpilih adalah luaran dari fase *Concept Development*. Fase berikutnya adalah fase *System-level Design*, dan salah satu luarannya adalah analisis arsitektur produk [2]. Paper ini menjelaskan mengenai fase tersebut.

Penentuan arsitektur produk merupakan hal yang penting karena arsitektur akan berpengaruh terhadap [2] perubahan desain produk, variasi produk, standarisasi komponen, kinerja produk, *manufacturability*, dan manajemen pengembangan produk. Perubahan desain produk adalah hal yang harus dipertimbangkan dan dapat dilatarbelakangi oleh [3] *upgrade*, *add-ons*, *adaptation*, *wear*, *consumption*, dan *flexibility in use*. Arsitektur produk juga dapat menentukan proses produksi, yang akan mempengaruhi biaya, kualitas, waktu produksi, dan kompleksitas bisnis [4]. Arsitektur produk adalah elemen penting untuk sebuah konsep produk [2]. Dengan latar belakang tersebut, maka diperlukan sebuah fase analisis terhadap arsitektur produk untuk dapat menyelesaikan pengembangan produk Multiple Cutter.

## II. METODE PENELITIAN

Arsitektur produk adalah struktur hirarkis yang menggambarkan konfigurasi (*arrangement*) part produk dan *assembly* nya [4]. Definisi lain adalah skema penyusunan elemen

fungsional ke dalam elemen fisik dari sebuah produk, serta bagaimana interaksi antara elemen fisik tersebut [2]; penyusunan fungsi dan struktur produk/ artefak [3], sebuah strategi untuk membagi subsistem dan *interface* produk [6]. Pada dasarnya desain arsitektur produk adalah transformasi dari fungsi produk menjadi bentuk produk [5]. Untuk melakukan analisis arsitektur produk akan digunakan langkah sebagai berikut [2]:

- a. Menentukan *schematic* produk  
*Schematic* produk adalah representasi dari pemahaman tim terhadap elemen-elemen produk. Elemen tersebut dapat berupa elemen fisik maupun elemen fungsional..
- b. Menentukan *cluster* terhadap elemen yang ada di produk  
 Pada tahap ini, elemen akan dikelompokkan ke dalam kelompok-kelompok elemen yang disebut ‘chunks’, dengan pertimbangan pengelompokkan berdasarkan integrasi geometris, *function sharing*, kemampuan vendor, kesamaan teknologi desain atau produksi, pengelompokkan perubahan, kemampuan mengakomodasi variasi, standarisasi, dan *portability*.
- c. Membuat *rough geometric layout*  
*Chunks* yang diperoleh pada tahap sebelumnya akan ditentukan *layout* nya dan direpresentasikan dalam bentuk gambar dua atau tiga dimensi.
- d. Mengidentifikasi interaksi fundamental dan insidental

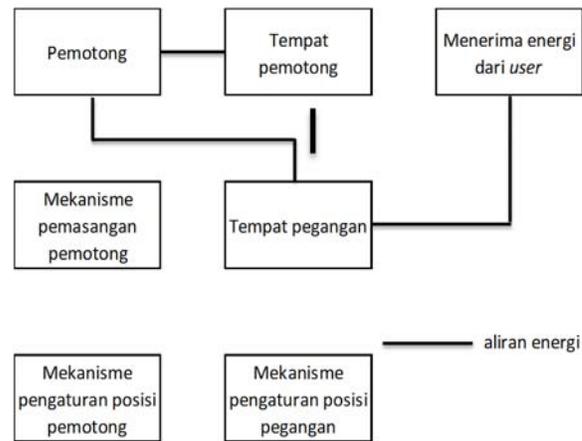
Pendekatan ini termasuk kategori analisis yang menggunakan informasi mengenai fungsi (*function information*) dan *layout* dari sebuah sistem (*a layout of a system*), dengan beberapa keuntungan diantaranya fleksibilitas penerapan dan waktu implementasi [4]. Analisis menggunakan pendekatan kualitatif, yaitu pemahaman tim design mengenai permasalahan arsitektur produk [2]. Analisis menggunakan pendekatan kuantitatif seperti yang dibahas Eggen [7] untuk melakukan modularisasi maupun penggunaan pendekatan *heuristic* seperti yang dibahas Stone [5] akan dilakukan pada penelitian berikutnya. Luaran pada penelitian ini akan relevan dengan tahapan kedua dari pendekatan yang digunakan Stone [5], yaitu *derive function model* dan tahapan ketiga dan keempat dari pendekatan yang digunakan Eggen.[7], yaitu *functional decomposition of the product* dan *create a model from which modules can be identified*.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dari paper ini akan dipaparkan sesuai dengan langkah yang tercantum pada Metode Penelitian

#### A. *Schematic* Produk

*Schematic* adalah representasi dari pemahaman tim terhadap elemen-elemen produk [2]. *Schematic* produk dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2 *Schematic* produk

Elemen sebuah produk dapat berupa elemen fisik maupun elemen fungsional. Terdapat tujuh elemen yang diidentifikasi yaitu:

- a. Menerima energi dari *user*, merupakan elemen fungsional yang merupakan representasi suatu mekanisme *interface* untuk dapat menerima energi dari *user* dan meneruskannya ke elemen lain.
- b. Tempat pegangan, merupakan elemen fisik yang berfungsi sebagai lokasi bagi elemen fisik yang akan menjawab fungsi ‘menerima energi dari *user*’.
- c. Tempat pemotong, merupakan elemen fisik yang berfungsi sebagai lokasi bagi elemen fisik ‘pemotong’.
- d. Pemotong, merupakan elemen fisik yang berfungsi memotong benda.
- e. Mekanisme pemasangan pemotong, merupakan elemen fungsional yang menjelaskan mekanisme untuk memasang dan melepas pemotong dari bagian utama.
- f. Mekanisme pengaturan posisi pemotong, merupakan elemen fungsional yang menjelaskan mekanisme untuk melakukan penyesuaian posisi pemotong.
- g. Mekanisme pengaturan posisi pegangan, merupakan elemen fungsional yang menjelaskan mekanisme untuk melakukan penyesuaian posisi pegangan.

Aliran energi akan terjadi dari *user* menuju tempat pegangan dan tempat pemotong, kemudian ke pemotong. Berdasarkan konsep yang telah dibuat, maka diidentifikasi bahwa terdapat tiga elemen utama, yaitu yang terkait dengan interaksi dengan *user*, alat pemotong, dan *interface* keduanya. Pengelompokkan yang lebih sistematis diperlukan dengan melakukan analisis *cluster* elemen produk.

#### B. *Cluster* Elemen Produk

Langkah berikutnya adalah melakukan pengelompokan dari setiap elemen ke dalam *chunk*. Definisi *chunk* adalah blok fisik tempat beberapa elemen fisik diorganisir. Pengelompokan elemen ke cluster dilakukan berdasarkan faktor-faktor berikut ini [2]:

- a. Integrasi geometris, elemen-elemen yang membutuhkan kedekatan geometris sebaiknya dikelompokkan menjadi satu chunk.
- b. *Function sharing*, ketika sebuah elemen fisik dapat memenuhi beberapa elemen fungsional, sebaiknya elemen fungsional tersebut dikelompokkan menjadi satu cluster.
- c. Kemampuan *vendor*, kemampuan vendor dapat saja sangat spesifik sehingga menentukan alokasi dan penempatan chunk.
- d. Kesamaan teknologi desain atau produksi, jika dua atau lebih elemen fungsional dapat diimplementasi menggunakan teknologi desain dan/atau produksi yang sama, maka menjadikan elemen ini ke dalam *chunk* yang sama akan menghasilkan rancangan dan/atau produksi yang lebih ekonomis.
- e. Pengelompokan perubahan, untuk mengantisipasi perubahan pada sebuah elemen, maka element tersebut dapat diisolasi menjadi modular sehingga perubahan pada elemen tersebut tidak akan mempengaruhi *chunk* yang lain.
- f. Kemampuan mengakomodasi variasi, jika dibutuhkan variasi produk untuk menyesuaikan kebutuhan konsumen, maka elemen yang membutuhkan variasi tersebut dapat didesain modular.
- g. Standarisasi, jika kumpulan elemen dapat digunakan untuk produk lain, maka elemen tersebut dapat dikelompokkan ke dalam satu chunk, sehingga elemen fisik chunk tersebut dapat diproduksi dalam kuantitas yang lebih tinggi.
- h. *Portability of the interfaces*, untuk elemen yang interaksinya dapat dengan mudah ditransmisi dengan jarak yang jauh, maka elemen-elemen tersebut memiliki fleksibilitas untuk dapat disusun berjauhan.

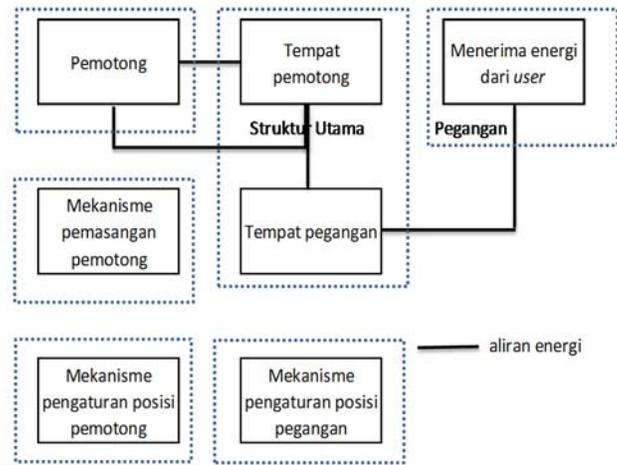
TABEL 2  
FAKTOR PERTIMBANGAN PENENTUAN *CLUSTER*

Faktor	Analisis
Integrasi geometris	Tidak ada keputusan arsitektur yang relevan untuk faktor ini.
<i>Function sharing</i>	Tempat pemotong dan tempat pegangan dapat dikelompokkan menjadi satu <i>cluster</i> , dengan kesamaan fungsi sebagai struktur utama produk
Kemampuan vendor	Tidak ada keputusan arsitektur yang relevan untuk faktor ini.
Kesamaan teknologi desain atau produksi	Tempat pemotong dan tempat pegangan dapat dijadikan elemen utama produk dengan konsep <i>bus-modular architecture</i>
Pengelompokan perubahan	Mekanisme pemasangan pemotong, mekanisme pengaturan posisi pemotong, dan mekanisme pengaturan posisi pegangan sebaiknya dibuat modular untuk mengantisipasi perubahan pada elemen ini
Kemampuan mengakomodasi variasi	Mekanisme pemasangan pemotong, mekanisme pengaturan posisi pemotong, dan mekanisme pengaturan posisi pegangan sebaiknya dibuat modular untuk meningkatkan kemungkinan variasi
Standarisasi	Tidak ada keputusan arsitektur yang relevan untuk faktor ini.
<i>Portability of the interfaces</i>	Tidak ada keputusan arsitektur yang relevan untuk faktor ini.

Tabel 2 menjelaskan hasil *cluster* elemen sesuai dengan yang disampaikan pada metode penelitian. Tempat pemotong dan tempat pegangan adalah dua elemen fungsional yang dapat dijadikan satu cluster karena keduanya dapat memenuhi *function sharing* sebagai struktur utama produk. Kedua elemen fungsional ini dijadikan satu *chunk* dan interaksi dengan elemen lain didesain dengan konsep arsitektur *bus-modular*.

Elemen fungsional mekanisme pemasangan pemotong, mekanisme pengaturan posisi pemotong, dan mekanisme pengaturan posisi pegangan, dirancang modular untuk dapat mengantisipasi perubahan dan variasi. Berbagai jenis pemotong dan cara pemasangannya diantisipasi dengan skema ini.

Dengan demikian, maka setiap elemen disarankan untuk dibuat dalam skema modular, kecuali elemen tempat pemotong dan tempat pegangan. Gambar 3 menunjukkan hasil *clustering*.



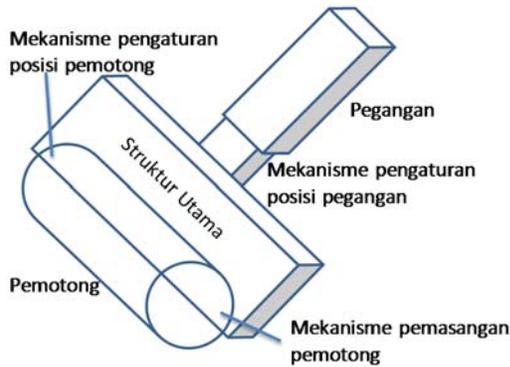
Gambar 3 *Cluster* elemen produk

Hasil *cluster* menunjukkan bahwa tempat pemotong dan tempat pegangan dapat didesain integral menjadi struktur utama produk, *chunk* ini akan menjadi perantara antara mekanisme menerima energi dari *user* dengan elemen pemotong.

Mekanisme pemasangan pemotong dan Mekanisme pengaturan posisi pemotong, secara fisik dapat diterjemahkan pada pemotong dan *interface* nya dengan struktur utama. Mekanisme pengaturan posisi pegangan secara fisik dapat diterjemahkan pada Pegangan dan *interface* nya dengan struktur utama.

### C. Rough Geometric Layout

Berdasarkan hasil pada tahap sebelumnya, maka ditentukan *geometric layout* dari produk tersebut. Gambar 4 menunjukkan rancangan *geometric layout* tersebut.

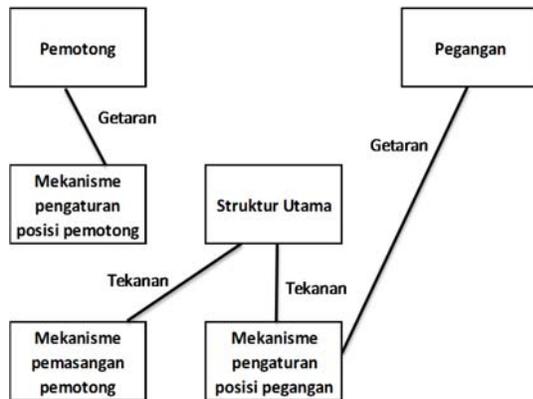


Gambar 4 Geometric layout produk

Pada Gambar 4 dapat diketahui bahwa struktur utama terdiri dari tempat pegangan dan tempat pemotong. Elemen lain dirancang secara modular: Pemotong akan dirancang dengan elemen fisik tersendiri, dengan mempertimbangkan Mekanisme pemasangan pemotong dan Mekanisme pengaturan posisi pemotong.

### D. Interaksi Fundamental dan Insidental

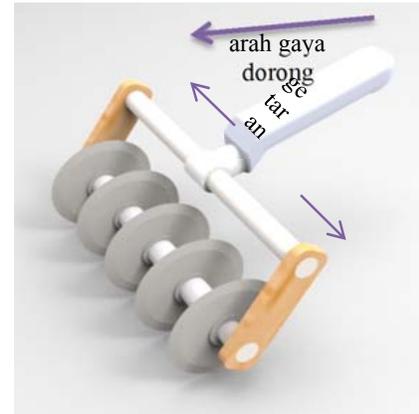
Interaksi fundamental adalah interaksi yang digambarkan pada *schematic* di gambar 2. Interaksi fundamental yang ada berupa aliran energi. Sedangkan interaksi insidental muncul sebagai akibat dari implementasi fisik ataupun susunan geometris dari *chunks* [2]. Untuk menggambarkan interaksi insidental, digunakan *interaction graph*. *Interaction graph* adalah cara yang baik untuk menggambarkan interaksi insidental untuk *chunk* yang sedikit, yaitu kurang dari 10 [2]. Gambar 5 menunjukkan interaksi insidental tersebut.



Gambar 5 Interacion graph produk

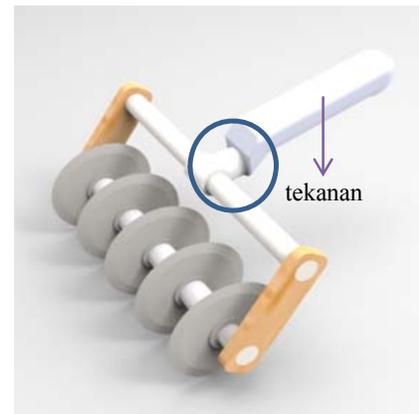
Beberapa interaksi insidental yang muncul adalah yang bersifat mekanik, Berikut adalah interaksi insidental yang berhasil diidentifikasi:

- Antara Pegangan dan Mekanisme pengaturan posisi pegangan, terdapat interaksi insidental berupa getaran. Interaksi insidental ini muncul akibat mekanisme kerja pemotongan yaitu dengan mendorong alat serta interaksi pemotong dengan permukaan benda yang di potong.



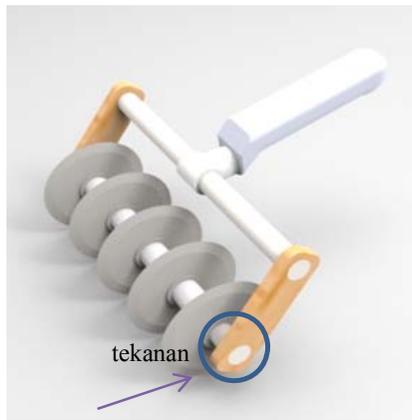
Gambar 6 Interaksi insidental antara Pegangan dan Mekanisme pengaturan posisi pegangan

- Antara Struktur utama dan Mekanisme pengaturan posisi pegangan terdapat interaksi insidental berupa tekanan. Interaksi ini muncul akibat gaya yang diberikan dari *user* yang kemudian diterima oleh pegangan dan mempengaruhi Struktur utama



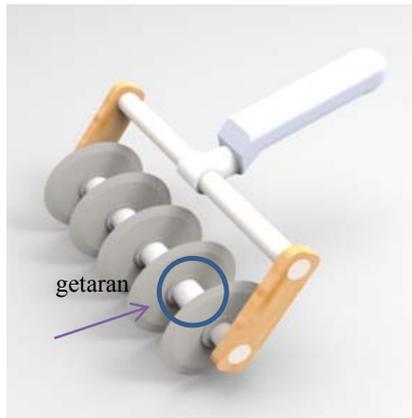
Gambar 7 Interaksi insidental antara Struktur utama dan Mekanisme pengaturan posisi pegangan

- Antara Struktur utama dan Mekanisme pemasangan pemotong terdapat interaksi insidental berupa tekanan. Interaksi ini muncul akibat gaya yang diterima dari *user* ketika menggunakan alat.



Gambar 8 Interaksi insidental antara Struktur utama dan Mekanisme pemasangan pemotong

- d. Antara Pemotong dan Mekanisme pengaturan posisi pemotong terdapat interaksi insidental berupa getaran, Interaksi ini muncul akibat gaya yang diterima dari *user* ketika menggunakan alat.

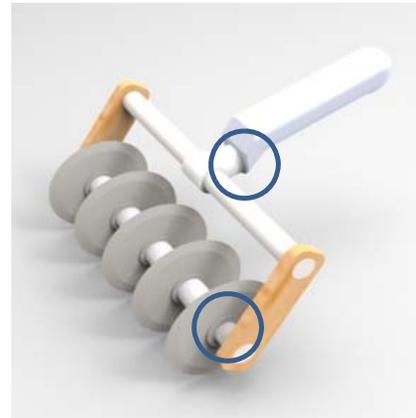


Gambar 9 Interaksi insidental antara Pemotong dan Mekanisme pengaturan posisi pemotong

Hasil pada analisis interaksi ini akan digunakan untuk fase perancangan berikutnya, sebagai tuntunan (*guidance*) [2].

Berdasarkan hasil *schematic* produk, *cluster* elemen produk, rough geometric layout, dan analisis interaksi fundamental dan insidental, untuk fase pengembangan berikutnya, diusulkan agar melakukan analisis *function-option* untuk penentuan mekanisme fisik pengaturan posisi pegangan, mekanisme pemasangan pemotong, dan mekanisme pengaturan posisi pemotong.. Keputusan desain untuk elemen ini akan semakin mendetailkan analisis *function-option* yang telah dilakukan seperti yang disampaikan pada tabel 1. Mekanisme pengaturan posisi pegangan, adalah fungsi baru yang muncul dari hasil analisis arsitektur produk, mekanisme pemasangan pemotong akan mendetailkan *function* alat potong dan metode pengaturan jarak, serta mekanisme pengaturan posisi pemotong juga akan

mendetailkan *function* alat potong dan metode pengaturan jarak. Informasi ini akan bermanfaat untuk fase *detail design*.



Gambar 10 Fokus *detail design* berdasarkan analisis arsitektur produk

#### IV. KESIMPULAN

Rancangan arsitektur pada produk Multiple Cutter disampaikan dalam bentuk *cluster* elemen dan *geometric layout* produk. Berdasarkan konsep awal produk, maka arsitektur dibuat dalam bentuk enam *chunks*, yaitu pegangan, mekanisme pengaturan posisi pegangan, mekanisme pemasangan pemotong, pemotong, mekanisme pengaturan posisi pemotong, dan struktur utama. Struktur utama terdiri dari dua elemen, yaitu tempat pemotong dan tempat pegangan. Seluruh elemen dibuat dengan konsep modular dengan elemen 'struktur utama' sebagai *interface* utamanya. Elemen-elemen tersebut terintegrasi ke *interface* utama tersebut dengan model arsitektur *bus-modular*.

Interaksi fundamental yang berhasil diidentifikasi yaitu adanya aliran energi dari *chunk* 'pegangan' ke struktur utama kemudian ke pemotong. Interaksi insidental yang diidentifikasi adalah adanya getaran antara Pegangan dan Mekanisme pengaturan posisi pegangan serta antara Pemotong dan Mekanisme pengaturan posisi pemotong. Interaksi insidental berikutnya adalah adanya tekanan antara Struktur utama dan Mekanisme pengaturan posisi pegangan serta antara Struktur utama dan Mekanisme pemasangan pemotong.

Fokus untuk masuk ke fase berikutnya, yaitu detail design adalah pada penentuan solusi fisik bagi mekanisme pengaturan posisi pegangan, mekanisme pemasangan pemotong, serta mekanisme pengaturan posisi pemotong.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Calista, Fachmi A., Andryani, Desty P., Kartikasari, Perancangan 'Multiple Cutter'. Laporan *Project*, Program Studi Teknik Industri, Universitas Telkom, 2015.
- [2] Ulrich, Karl T., dan Steven D. Eppinger, *Product Design and Development*, 5<sup>th</sup> Edition, McGraw-Hill, New York, 2015.
- [3] Ulrich, Karl T., *Design: Creation of Artifacts in Society*, 1<sup>st</sup> Edition, University of Pennsylvania, 2011.

- [4] Albers, Albert., K. Sedchaicharn, C. Sauter, W. Burger. A Method to Define A Product Architecture Early in Product Development Using A Contact and Channel Model, *International Conference on Engineering Design (ICED)*, Stanford University, Stanford, USA, August 2009, pp. 241 – 252.
- [5] Stone, Robert B., Wood, Kristin L., Crawford, Richard H. A Heuristic Method for Identifying Modules for Product Architecture. Design Studies. Article. University of Austin.
- [6] Griffin, Abbie., dan Stephen Somermeyer, *The PDMA ToolBook 3 for New Product Development*, John Wiley & Sons, New Jersey, 2007.
- [7] Eggen, Øystein, Modular Product Development. Article. Department of Product Design, Norwegian University of Science and Technology.