

# PERANCANGAN ULANG SISTEM PENGATURAN KETINGGIAN MESIN PROFIL MEREK DCA (ROUTER) DESIGN OF DCA ROUTER HEIGHT ADJUSTMENT SYSTEM

**Ramanta Samudera Pinem**

Prodi S1 Desain Produk, Fakultas Industri Kreatif, Universitas Telkom  
ramantapinem@student.telkomuniversity.ac.id, zramanta@gmail.com

## ABSTRAK

Mesin profil merupakan salah satu mesin yang umum digunakan dalam pekerja perkayuan. Fungsi yang dimiliki oleh mesin profil sangat beragam, mulai dari memotong, membuat lis, joinery dan sebagainya. Untuk mengoperasikannya, tentu perlu melalui beberapa prosedur. Salah satunya adalah mengatur ketinggian mata profil. Pada obyek perancangan yang merupakan sistem pengaturan ketinggian mesin profil, terdapat kendala yang menghasilkan peluang untuk perancangan. Metode SCAMPER digunakan untuk membantu dalam menganalisa secara kreatif pada produk yang sebelumnya telah ada. Setiap poin yang ada pada metode, dapat digunakan untuk mempermudah proses analisa perancangan. Dengan melakukan substitusi, kombinasi, adaptasi, modifikasi, penggunaan lain, eliminasi, dan reverse, dapat mempermudah perancangan system pengaturan ketinggian mesin profil mulai dari bentuk, sistem atau teknis penggunaan, serta penentuan komponen. Didalam metode SCAMPER juga terdapat pertimbangan-pertimbangan lain yang berperan penting agar produk memiliki efektifitas dalam hal waktu, tenaga yang dibutuhkan, serta teknis penggunaan yang sesuai untuk dapat membantu kegiatan mengatur ketinggian mesin profil.

Kata Kunci: mengatur, mesin, profil, efektifitas, SCAMPER, ketinggian

## ABSTRACT

Router machines are one of the most common machines used in woodworking. The functions possessed by machine profiles vary greatly, from cutting, creating profile, joinery and so on. To operate it, there are several procedures to go through. One of them is to adjust the height of the router bits. In the design object which is the router height adjustment system, there are constraints that generate opportunities for a redesign. The SCAMPER method is used to assist in the creative analysis of previously existing products. Any points that exist in the method, can be used to simplify the process of design analysis. By substitution, combination, adaptation, modification, other uses, elimination, and reverse, it can simplify the design of system profile height settings from the form, system or technical use, and component determination. In the SCAMPER method there are other considerations that play an important role in the product's effectiveness in terms of time, personnel required, and appropriate usage techniques to help manage adjusting the height of the router bits.

Keywords: adjust, machine, router, effectiveness, SCAMPER, height

## 1. Pendahuluan

Mesin profil, yang biasa disebut router/trimmer, umumnya digunakan untuk membuat lis dan joinery. Alat ini bekerja dengan cara mengupas atau mengikis permukaan kayu sesuai dengan bentuk dan ukuran mata profilnya. Pada hakikatnya, alat ini ada untuk mempermudah penggunaannya dalam pekerjaan yang menggunakan bahan kayu. Namun, pada prakteknya pengguna sering kali mendapati beberapa permasalahan yang mendasar pada produk mesin profil merk DCA seperti yang dikutip dari hasil beberapa wawancara dengan pengguna menyebutkan yaitu (1) permasalahan terjadi pada pengaturan ketinggiannya, (2) alas yang mudah pecah dan tidak tersedia sparepartnya, (3) dibutuhkan sebuah insulasi pada bagian bodi yang terbuat dari logam, karena untuk meminimalisir panas yang di hasilkan dari getaran mesin dan mencegah kemungkinan tersetrum".

Karena pengguna harus melalui proses pengaturan yang banyak dan tidak efisien, kegiatan tersebut akan mengurangi tingkat efektifitas sebuah produk dan kinerja dari pengguna, dimana hal itu akan berdampak pada tingkat efisiensi dalam proses produksi, sebagaimana disebutkan (Ali Muhidin, Konsep Efektivitas Pembelajaran, 2009) "Efektivitas juga berhubungan dengan masalah bagaimana pencapaian tujuan atau hasil yang diperoleh, kegunaan atau manfaat dari hasil yang diperoleh, tingkat daya fungsi unsur atau komponen, serta masalah tingkat kepuasan pengguna/client"

Menimbang dari permasalahan tersebut, maka permasalahan ini layak diselesaikan dengan menggunakan desain. Diperlukan suatu perancangan ulang pada bagian pengaturan ketinggian mesin profil merk DCA. Merk DCA dipilih karena setelah melakukan survey ke pengguna didapat bahwa mayoritas menggunakan merk tersebut. Karena tentu dari setiap penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menyelesaikan sebuah masalah yang berdampak pada setiap aktifitas manusia dalam hal ini yang menggunakan atau para penggunanya.

## 2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

### 2.1. Jenis – Jenis Mesin Profil

Terdapat beberapa jenis-jenis mesin profil spesifik yang ada di pasaran, maka dari itu, diperlukan pengklasifikasian mesin profil agar lebih spesifik.

Macam-macam mesin profil dibedakan berdasarkan daya motor. Adapun satuan dalam HP (Horse Power) atau tenaga kuda sama dengan 746 watt. macam mesin profil yaitu sebagai berikut.

- Mesin profil dengan daya motor 0,5 HP yang biasanya digunakan untuk pekerjaan benda kecil dan ringan.
- Mesin profil sedang dengan daya motor 0,75 HP yang biasa digunakan untuk industri kecil.
- Mesin profil menengah dengan daya motor 1HP yang digunakan untuk pekerjaan industri menengah.
- Mesin profil besar dengan daya motor 1,5 HP yang digunakan untuk pekerjaan industri kayu yang bekerja terus- menerus.

Dalam penelitian ini yang akan diteliti adalah mesin profil yang berukuran besar bertenaga kurang lebih 1 HP yang umum disebut router.

### 2.2. Cara Pengoperasian Router

Menurut (Yuswanto, Mesin Router Tangan Listrik, 1999), menjalankan mesin profil perlu mengetahui langkah-langkah dalam pengoperasiannya. Agar tidak terjadi kesalahan dalam menggunakan mesin profil maka berikut langkah-langkah memulai suatu pekerjaan. Langkah-langkah menggunakan mesin profil.

- Siapkan kayu pekerjaan yang bersisi lurus dan rata.
- Pasang pisau roter pada poros mesin sesuai dengan jenis pekerjaan yang kita lakukan.
- Pasang pengantar paralel pada mesin dan kencangkan baut penjepitnya.
- Buka poros pengunci untuk menyetel kedalaman pemakanan pisau dengan naik turunkan alas mesin kemudian kunci lagi.
- Periksa hasil penyetelan dengan membuat profil atau sponing pada kayu yang tidak terpakai, aturlah kembali bila perlu.
- Klem kayu agar tidak berubah posisi saat diprofil, hidupkan mesin dan biarlah pisau berputar kurang lebih 15 detik, agar mendapatkan kecepatan putaran yang stabil.
- Dorong mesin profil dengan searah putaran pisau dan jagalah pengantar selalu rapat dengan sisi kayu selama pekerjaan berlangsung.
- Setelah selesai angkat mesin profil dari kayu pekerjaan. Matikan mesin tunggu hingga pisaunya berhenti berputar.
- Simpan ditempatnya kembali.

### 2.3. Perlengkapan Tambahan Mesin Profil

Agar dalam penggunaannya dapat bekerja lebih baik dan lebih ringan mesin profil perlu menggunakan perlengkapan tambahan. Menurut (Yuswanto, Mesin Router Tangan Listrik, 1999) perlengkapan tambahan mesin profil adalah sebagai berikut:

- Cincin kapi (copying ring)
- Digunakan untuk pembuatan benda kerja dengan sablon sablon khusus, dengan cincin ini dan sablon dapat diperoleh hasil kerja yang sama
- Pengantar paralel
- Digunakan untuk membuat alur sponing atau profil.
- Pengatur halus (micro fine adjustment)
- Digunakan pada pengantar paralel sebagai tambahan agar dapat diatur lebih teliti.
- Pengantar sisi tebal (edge guide attachment)
- Digunakan untuk pekerjaan yang berulang, pembuatan profil atau sisi yang melengkung tanpa menggunakan pisau profil berbantalan.
- Alat dasar penyudut (swivel base)
- Digunakan untuk mengebor sudut tertentu/khusus.
- Pembatas miring ( side fence)
- Digunakan untuk menprofil pada papan lebar sehingga pengantar paralel dapat digunakan.
- Penghenti (turret stop)

Dipasang pada bagian baut penghenti untuk mendapatkan 3 tahap pengatur kedalaman iris pisau.

## 2.4 Ergonomi

Ergonomi (ergonomics), dalam proses desain merupakan aspek yang sangat penting dan bersifat baku. Bagaimanapun juga, perencana seharusnya memahami berbagai masalah yang berkaitan erat dengan hubungan antara manusia dengan benda; atau, hubungan antara pengguna dengan produk yang hendak dibuat. Pada dasarnya, ergonomi diterapkan dan dipertimbangkan dalam proses perencanaan sebagai upaya untuk mendapatkan hubungan yang serasi dan optimal antara pengguna produk dengan produk yang digunakannya. (Bram Palgunadi, 2008)

Dalam perancangan pengaturan ketinggian mesin profil, ergonomi berperan dalam bagaimana hubungan pengguna dengan produk dan juga sebaliknya. Ergonomi digunakan untuk mengetahui informasi dan perilaku kerja pengguna serta mengaplikasikannya ke produk tersebut.

Ergonomi merupakan suatu ilmu yang dapat dikatakan berkembang bersama-sama dengan antropometri. Ini disebabkan kedekatan hubungan di antara keduanya. Selain itu, ergonomi merupakan ilmu yang di dalamnya mempunyai kandungan ilmu lain, seperti: psikologi, faal (tubuh manusia), kesehatan, antropometri, dan beberapa ilmu lain yang berkaitan dengan manusia sebagai subjek.

## 2.5 Prosedur Operasi

Dalam pengoperasiannya, mesin profil, khususnya pada bagian pengaturan ketinggiannya, memerlukan suatu tahap atau sequence. Dimulai dari tahap pertama hingga tahap terakhir hingga operasi dapat diselesaikan, terdapat beberapa prosedur yang mungkin dapat dilewati atau dipersimpel sehingga dapat memudahkan dan meningkatkan produktivitas kerja.

Prosedur operasi (operasional procedure) dalam proses desain merupakan salah satu aspek yang sangat penting dan bersifat baku. Aspek ini, sering juga disebut “prosedur operasi baku” (standard operating procedure, SOP) yang berlaku bagi suatu kegiatan atau rangkaian kegiatan tertentu. (Bram Palgunadi, 2008)

## 2.6. Algoritma Prosedur Operasi

Pelaksanaan suatu hal, secara umum bisa di sebut “operasi”. Harus dipahami bahwa yang di maksud dengan operasi adalah “suatu kegiatan yang dilakukan dalam rangka mencapai, menyelenggarakan, mengerjakan, atau menghasilkan suatu hal tertentu”. Contoh di bawah ini menjelaskan tentang hal tersebut.

- Pemakaian suatu produk/sistem, bisa di sebut “operasi pemakaian produk/sistem”(product/system using operation).
- Pemeriksaan suatu produk/sistem, bisa di sebut “operasi pemeriksaan suatu produk/sistem”(product/system inspection operation)
- Perbaikan suatu produk/sistem, bisa di sebut “operasi perbaikan suatu produk/system”(product/system maintenance operation)

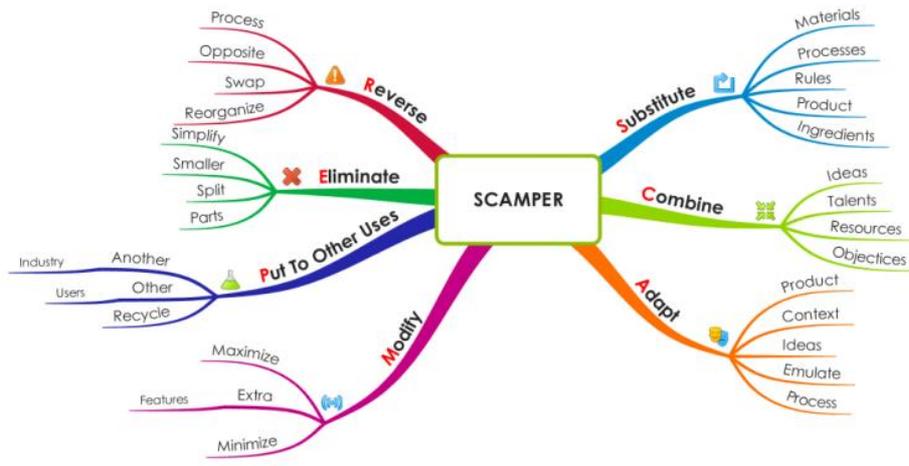
## 2.7. Prosedur Operasi Baku

Perencana sejak awal seharusnya mengetahui adanya sejumlah prosedur operasi tertentu yang akan di laksanakan pada produk yang sedang direncanakan pada produk yang sedang direncanakannya. Dalam penelitian tentang pengaturan ketinggian mesin profil ini, aspek yang dipakai adalah direct using, yaitu prosedur operasi yang berkaitan dengan aktivitas dengan aktivitas penggunaan atau pemakaian produk secara langsung (product direct using)(Bram Palgunadi, 2008)

Aspek tersebut dipilih karena pengaturan ketinggian mesin profil berkaitan langsung dengan cara penggunaan mesin profil tersebut.

## 2.7. SCAMPER

SCAMPER digunakan sebagai metode analisis ini karena teknik ini cocok untuk mencari solusi merancang ulang suatu produk. Teknik ini dapat digunakan untuk memicu kreativitas dan membantu mengatasi tantangan yang mungkin dihadapi yang berupa daftar tujuan umum dengan ide yang dipacu oleh pertanyaan. SCAMPER adalah singkatan dari Substitute, Combine, Adapt, Modify, Put to Another Use, Eliminate, dan Reverse.



Gambar 2.1 SCAMPER

SCAMPER dipakai dengan cara mempertanyakan produk yang diangkat menjadi latar belakang masalah, menggunakan tujuh elemen tersebut. Pertanyaan – pertanyaan ini membantu dalam menemukan ide – ide kreatif serta solusi dalam permasalahan yang ada. Beberapa ide yang dihasilkan oleh metode ini mungkin tidak semuanya dapat diwujudkan atau dipraktikan, namun tujuan utamanya adalah menghasilkan ide dan gagasan sebanyak mungkin. Lalu dari hasil tersebut, diambil ide yang paling layak dan relevan untuk dijadikan solusi.

### 3. Pembahasan

#### 3.1 Analisa Aspek Desain

Aspek desain merupakan suatu aspek, faktor atau unsur tertentu yang merupakan unsur-unsur yang harus dipertimbangkan, dipikirkan, dijadikan batasan ,dijadikan acuan, atau dijadikan pegangan oleh perencana saat melaksanakan proses perencanaan suatu produk/system (Palgunadi,2008:384).

Dalam hasil penelitian yang di dapat pada data literature dan data lapangan menunjukkan bahwa permasalahan yang terdapat pada produk ada pada aspek prosedur operasi. Permasalahan terletak pada prosedur atau tahap pengaturan ketinggian router. Dari pengamatanmenunjukkan bahwa setiap aktivitas ataupekerjaan yang dilakukan secara tidak efektif dan efisien berakibat pada berkurangnya tingkat produktivitas kerja. Berikut tabel analisa aspek prosedur operasi :

No	Aspek prosedur operasi	Analisa aspek prosedur operasi
1.	Algoritma	Rincian urutan tindakan/kegiatan yang dilakukan oleh pengguna
2.	Prosedur operasi baku	Pemakaian produk secara langsung (product direct using)
3.	Alternative prosedur	Harus bersifat -Most effective and efficient - shortest sequence - most rational and logic - most simple - lowest human error - acceptable - most understandable - most unconfused

4.	Antropometri	Mempertimbangkan antropometri ukuran genggam tangan orang Indonesia.
----	--------------	--

**Tabel 2.1** Analisa aspek prosedur operasi

### 3.2 Keadaan Kerja Dalam Aspek Prosedur Operasi

Dalam setiap kegiatan atau pekerjaan diperlukan prosedur pengoperasian yang baik, yaitu sebagai berikut:

1. Paling efisien dan efektif
2. Paling pendek urutan tahapnya
3. Paling masuk akal dan logis
4. Paling sederhana
5. Paling sedikit kemungkinan terjadinya kesalahan pelaksanaan operasi
6. Paling bisa diterima oleh sejumlah pengguna
7. Paling mudah dimengerti
8. Paling tidak membingungkan pengguna

Prosedur pengoperasian yang baik, efektif, dan efisien sangat berkaitan dengan aspek prosedur operasi untuk menciptakan sebuah diagram alur logaritma atau scenario pengoperasian yang yang dapat dilakukan secara maksimal, karena pengoperasian yang tidak efisien dapat mempengaruhi tingkat produktivitas kerja.

### 3.2. Aspek Produktivitas

Secara umum produktivitas dapat diartikan sebagai perbandingan antara keluaran (output) dengan masukan (input). Banyak pengertian yang dapat diberikan terkait dengan produktivitas. Menurut Ambar Teguh Sulistini dkk ( 2003;126) dalam Sastya Dwi Riyantama ( 2014) [2] , mengemukakan bahwa produktivitas adalah menyakngkut masalah hasil akhir yakni seberapa besar hasil akhir yang diperoleh didalam proses produksi.

Menurut J. Reviyanto Putra ukuran produktivitas menunjukkan efisiensi proses produksi yang ditinjau dari sudut pandang salah satu produksi saja. Selanjutnya J. Reviyanto dkk [2], menyatakan banyak cara untuk meningkatkan produktivitas, diantaranya :

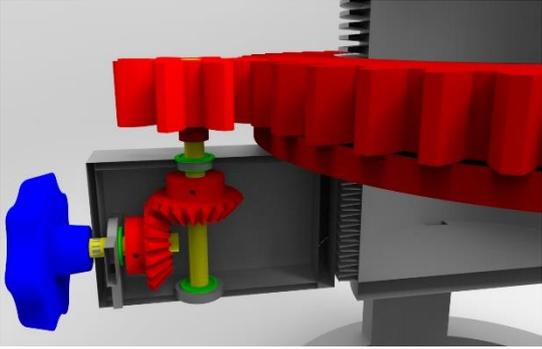
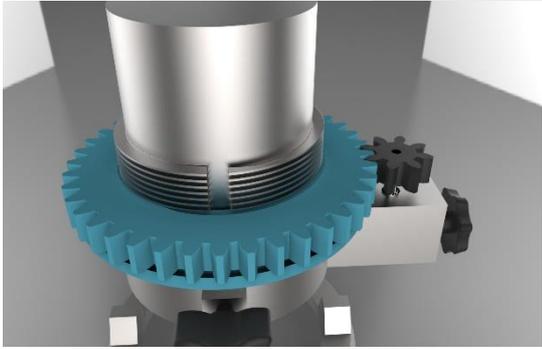
- a. Dengan meningkatkan keluaran dan mempertahankan masukan.
- b. Meningkatkan keluaran dengan proporsi yang lebih besar dari pada tambahan masukan.
- c. Meningkatkan keluaran dengan menurunkan masukan.
- d. Menurunkan keluaran dan menurunkan masukan dengan proporsi yang lebih besar.

Dengan memperbaiki produktivitas berarti menata kembali dan mengkombinasikan faktor produksi sedemikian rupa sehingga menghasilkan performa yang lebih tinggi.

### 3.3. SCAMPER

Analisa SCAMPER merupakan akronim dari setiap huruf menggambarkan cara yang berbeda dari yang sudah ada untuk memicu dan menghasilkan ide-ide baru, dimana dari beberapa ide yang dihasilkan, akan diseleksi lagi untuk mendapatkan solusi yang paling baik dan layak produksi.

No	Gambar	Keterangan
1		Pada bagian penguncian baut dengan system ulir kurang di efektif..

2		Pegangan pada bagian mesin mempersulit pengerjaan.
3		Bevel gear mengubah sistem dengan baik
4		Pengadaptasian tuning nob
5		Gir ulir yang mempermudah pengerjaan

6		Penambahan sistem pada mesin
---	---	------------------------------

Tabel 3.2. Analisis SCAMPER

**A. Substitution (Mengganti)**

Mengembangkan suatu sistem pengaturan tinggi mesin profil yang simple dan efektif. System ulir tunggal dan baut pengunci yang kurang efektif akan diganti oleh system ulir yang menggunakan dua gir dengan rasio, serta bevel gear untuk mengubah arah gerakan dan yang terakhir system kunci tuas.

**B. Combine (Mengkombinasikan)**

Mengkombinasikan sistem baut penguncian dengan sistem penahan bodi mesin yang sudah ada. Baut pengunci itu berperan ganda, selain untuk mengunci posisi ketinggian, juga sebagai penahan putaran bodi mesin. Dengan ini bagian atau part mesin profil akan berkurang dan lebih simpel.



Gambar 3.1: Baut pengunci mesin profil dan penahan putaran bodi mesin

**C. Adapt (Mengadaptasi)**

Adaptasi diambil dari system gear bevel 90°. Dengan adanya sistem gear, ketinggian dapat digeser

secara perlahan agar pengaturan lebih rinci dan mudah. Bevel gear berfungsi sebagai komponen untuk mengubah posisi putaran gir. Mirip dengan prinsip kerja dongrak non hidrolis, yang mana mengubah gerak memutar menjadi gerak naik turun. Untuk system fine tuning diadaptasi dari tuning knob yang memiliki dua buah gir seperti pada knob gitar, yang dapat bergerak perlahan sesuai dengan rasio girnya dan karena pada knob gitar terdapat gagang atau pegangan yang dapat difungsikan sebagai handle untuk pengguna saat menggunakan mesin tersebut.



Gambar 3.2 Knob Gitar



Gambar 3.3 Tuning system

#### D. Modify/Magnify (Memodifikasi/Memperbesar)

Gir dipakai untuk mengubah gerakan memutar knob menjadi gerakan naik-turun (vertical). Pada bagian dalam gir yang berfungsi sebagai ring tersebut, terdapat ulir yang cocok dengan ulir yang ada di body router. Ketika ring gir itu berputar, maka bodi mesin router akan bergerak naik dan turun karena ulir yang terdapat pada bodi dan ring tersebut. Ditambah dengan bevel gear, maka dapat dicapai pengaturan ketinggian yang mudah dan presisi serta halus pergerakannya.



Gambar 3.4 Sistem gir ulir saat ini



Gambar 3.5 Sistem gir bevel



Gambar 3.6 sistem gir ulir saat ini

#### **E. Put To Other Use (Mengalihfungsikan)**

Ring ulir yang terpisah dari base mesin, akan diintergasikan. Dengan cara ini, ring ulir yang akan digantikan gir ulir dapat berputar tanpa bergerak naik-turun, hanya bodi mesin yang bergerak. Agar gir ulir dapat terkoneksi dengan base mesin, namun tetap dapat berputar bebas, digunakan ball

bearing, yang berperan sebagai penahan sekaligus mengurangi gaya gesekan yang dihasilkan oleh beban bodi mesin.

#### F. Elimination (Menghilangkan)

Karena terdapat beberapa jenis mata profil, yang dimana ukuran dan panjangnya berbeda, maka indikator pengukuran yang titik nolnya tidak dapat ditentukan karena panjang mata profil yang bermacam – macam, serta bentuk dan fungsinya. Maka dari itu, tidak diperlukan indikator, dikarenakan pengguna lebih sering langsung memberikan ukuran pada material yang akan dikerjakan, lalu baru mengatur ketinggian mesin profil pada batas yang telah dibuatnya itu.



Gambar 3.7 mata pisau mesin profil



Gambar 3.8 Indikator ketinggian

#### G. Reverse (Mengatur Ulang)

Pengubahan dilakukan pada tahap prosedur pengaturan. Dengan mengganti prosedur tersebut, proses pengaturan akan lebih efisien dan efektif, sebagaimana akan dijelaskan berikut.

Kondisi Awal

- Mengendorkan baut pengunci
- Memutar knob ulir
- Menarik/menekan base untuk menggeser ketinggian
- Memperkirakan ketinggian karena indikator yang kurang jelas
- Mengencangkan baut pengunci

Target Akhir

- Melonggarkan baut pengunci
- Memutar tombol tuning atau fine tuning dengan menyesuaikan ketinggian

- Mengencangkan baut pengunci

### 3.4 Keputusan Desain

Dari beberapa penjabaran di atas mengenai masalah dari mesin profil tersebut, dan analisis yang dilakukan mengenai aspek desain yang akan digunakan dalam perancangan ulang pengaturan ketinggian mesin profil, penulis mendeskripsikan bahwa produk yang ditawarkan sebagai solusi dari masalah yang sudah dibahas adalah memodifikasi atau merancang ulang bagian dari mesin profil yang terdapat beberapa masalah, terutama dalam masalah efektifitas. Dalam hal ini, masalah utama efektifitas adalah ketika pengguna mengatur ketinggian mata profil saat mengoperasikan mesin profil. Oleh karena itu, penulis akan menawarkan solusi seperti yang sudah disebutkan sebelumnya, yaitu merancang sistem pengaturan ketinggian baru untuk mesin profil merk DCA yang mana tidak mengubah dimensi, bentuk, warna secara keseluruhan.

### 4. Kesimpulan

Mesin Profil adalah salah satu peralatan mesin yang umum digunakan dalam pengerjaan kayu dan merupakan alat yang wajib dimiliki dalam suatu proses produksi. Alat ini sangat multifungsi dan sangat bermanfaat bagi penggunaannya. Namun terdapat masalah terutama pada bagian sistem pengaturan ketinggian dan indikator ketinggian. Hal ini tentu menyulitkan pengguna dalam mengoperasikan mesin profil tersebut, sehingga akan lebih sulit mendapatkan hasil yang presisi.

Solusi agar dapat menyelesaikan permasalahan tersebut adalah melalui penelitian dengan cara menganalisis masalah yang didapat dengan metode SCAMPER, setelah melalui beberapa tahapan revisi, didapatkan solusi dengan cara menerapkan sistem gear pada ulir mesin profil tersebut. Dengan cara ini, bodi router dapat naik dan turun secara perlahan mengikuti putaran crank yang terhubung ke gir utama melalui sebuah gearbox.

### Daftar Pustaka:

- [1] Palgunadi, Bram. (2008). *Disain Produk 3: Aspek-Aspek Disain*. Bandung: Penerbit ITB.
- [2] Palgunadi, Bram. (2008). *Disain Produk 1: Disain, Disaner, dan Proyek Disain*. Bandung: Penerbit ITB.
- [3] Palgunadi, Bram. (2008). *Disain Produk 2: Analisis & Konsep Disain*. Bandung: Penerbit ITB.
- [4] Muhidin, Ali. (2009). *Konsep Efektivitas Pembelajaran*.
- [5] Yuswanto. (1999). *Mesin Router Tangan Listrik*.
- [6] Annis, J.F and McConville, J.T. (1996) *Anthropometry*, Edited by Battacharya, A. & McGlothlin, J.D 1996.
- [7] *Occupational Ergonomics Theor and Application*, pp146. Marcel Dekker.Inc. New York
- [8] Pulat, B. Mustafa (1992). *Fundamentals of Industrial Ergonomics*. New Jersey: Prentice Hall International.
- [9] Nurmianto, Eko. (2003). *Ergonomi Konsep Dasar Dan Aplikasinya*
- [10] Amanda, Rica. (2010). *Analisis Efisiensi Teknis Bidang Pendidikan dalam Implementasi Model Kota Layak Anak*. Skripsi Universitas Diponegoro Semarang.