

# PENERAPAN TEKNOLOGI RAPID DALAM SISTEM MANUFAKTUR PRODUK ELEKTRONIKA KASUS RANGKAIAN UNIVERSAL PID CONTROLLER

Mahmud<sup>(1)</sup>, Ruminto Subekti<sup>(2)</sup>, Suharyadi Pancono<sup>(3)</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Konsentrasi Program Studi Teknik Elektromekanik  
<sup>2,3</sup>Dosen Jurusan Teknik Mekatronika dan Otomasi Politeknik Manufaktur Negeri Bandung  
Jl Kanayakan No. 21 – Dago, Bandung – 40135  
Phone/Fax: 022. 250 0241 / 250 2649  
Email:<sup>(1)</sup> [mahmudmekatronika@yahoo.com](mailto:mahmudmekatronika@yahoo.com)

## ABSTRAK

Dalam proses pembuatan produk elektronika dihadapkan dengan banyak masalah seperti bentuk dan ukuran yang *customized*, dengan pemanfaatan teknologi rapid, yang bertujuan untuk mencari tingkat efisiensi untuk berbagai variasi proses dalam penggunaan mesin *laser cutting* dan PCB CNC Router. Metode penelitian yang digunakan adalah VDI 2221 “Pendekatan Sistematis terhadap Desain untuk Sistem Teknik dan Produk Teknik”, penerapan teknologi rapid pembuatan produk elektronika pada kasus *Universal PID Controller*. Perancangan *user interface* untuk *parametric system design* dengan *Microsoft Visual Basic for Application* (VBA) pada Software CorelDraw X6. Parameter yang akan di teliti pada mesin Laser Cutting adalah kecenderungan hasil proses dengan variasi *speed* dan *power* tertentu dengan proses yang bervariasi diantaranya proses *cut*, *scan* dan *dot mode* pada acrylic tebal 5mm dan 8mm, pada mesin CNC PCB Router di teliti keseluruhan hasil proses seperti proses *marking*, *contouring* dan *drill* pada *single layer* FR4/5 dan lama proses pengerjaan untuk setiap hasil pengaturan parameter yang berbeda. Dari hasil pengujian, diperoleh data hasil proses dengan cut mode pada dengan acrylic 5mm dengan *power* 50% s.d 90%. Pada *speed*(mm/s) 6 s.d 30, didapatkan hasil pemotongan terpotong sempurna. *Speed*(mm/s) 6 s.d 18 hasil pemotongan terpotong sempurna, *Speed*(mm/s) 20 s.d 30 hasil pemotongan terpotong sebagian. Dengan tingkat kekasaran hasil potong pada *speed*(mm/s) 6 s.d 10 Halus, pada *speed*(mm/s) 12 s.d 18 kasar. pada acrylic 8mm dengan *power* 60% s.d 90%. *Speed*(mm/s) 2 s.d 10 didapatkan hasil pada *speed*(mm/s) 2 s.d 8 dan 10 hasil pemotongan terpotong sempurna. Pada *Speed*(mm/s) 9 hasil pemotongan terpotong sebagian, Scan mode pada acrylic 5mm dengan *power* 30% s.d 50% dan *speed*(mm/s) 100 s.d 300 didapatkan kedalaman hasil scan berkisar 0.6mm s.d 4.1mm dan pada acrylic 8mm dengan *power* 30% s.d 50% dan *speed*(mm/s) 100 s.d 300 didapatkan kedalaman hasil scan berkisar 0.78mm s.d 4.20mm.

**Kata Kunci:** *Sistem Produksi, Teknologi Rapid, Mesin Laser Cutting, Mesin CNC PCB Router*

## 1. Pendahuluan

Teknologi rapid dapat didefinisikan sebagai metode-metode yang digunakan untuk membuat model berskala (*prototype*) dari mulai bagian suatu produk (*part*) ataupun rakitan produk (*assembly*) secara cepat dengan menggunakan data *Computer Aided Design* (CAD).

Namun beberapa sistem teknologi rapid memiliki kekurangan diantaranya, pengembangan modul masih berpusat pada sistem manufaktur dan belum terintegrasi sistem CAD dan CAM. Oleh karena itu perlu dibuat suatu sistem yang mengintegrasikan data CAD secara parametrik sistem dengan proses CAM, metode parametrik sistem adalah penggunaan parameter-parameter untuk mendefinisikan suatu bentuk desain produk.

Melihat permasalahan diatas maka perlu di terapkan teknologi rapid dalam sistem manufaktur produk elektronika dengan contoh kasus pada pembuatan *Universal PID Controller*. Dengan penerapan teknologi rapid diharapkan pengembangan produk elektronika akan menjadi lebih cepat dibandingkan sistem pembuatan produk elektronika dengan cara konvensional.

Secara garis besar penelitian ini berfokus pada proses pembuatan user interface untuk mengintegrasikan data CAD dan proses CAM, serta penelitian variasi hasil proses *Cut*, *Scan* dan *Dot mode* pada mesin laser cutting serta variasi hasil proses *Marking*, *Contouring*, *Rubouting* pada mesin CNC PCB router.

## 2. Penelitian Terdahulu

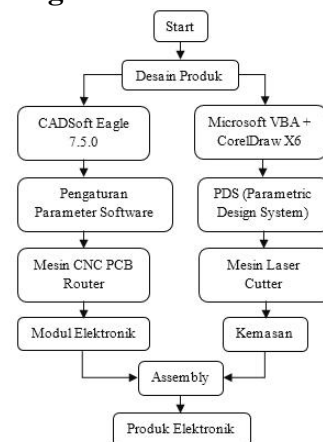
Kajian tentang teknologi rapid antara lain dilakukan oleh Agustinus Noertjahyana. Dalam Jurnal Informatika Vol. 3, No. 2, November 2002: 74 -79 yang berjudul "Studi Analisis *Rapid Application Development* Sebagai Salah Satu Alternatif Metode Pengembangan Perangkat Lunak", berdasarkan penelitian metode RAD dapat disimpulkan bahwa penggunaan RAD harus digunakan secara tepat, sebab bila tidak maka akan menimbulkan kerugian-kerugian seperti biaya yang semakin membengkak dan waktu yang semakin lama.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh P. Wisnu Anggoro, ST., MT. dkk, yang berjudul "Proses Rapid Prototyping Master Cetakan Berbahan Resin Epoxy Sebagai Nilai Tambah dalam Industri Souvenir Logam Pewter" telah meneliti tentang pembuatan souvenir berbahan

logam menggunakan teknologi rapid prototyping pada mesin laser cutting rolland model 40 R.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Alcínia Zita Sampaio, dkk. yang berjudul "*Automatic generation of parametric drawings using DXF and Visual Basic*" telah dirancang sebuah sistem untuk memproses bentuk gambar dengan format *Drawing Exchange Format* (DXF) dalam bentuk parametrik dengan interface yang di buat menggunakan visual basic. Penelitian ini berfokus pada upaya untuk memasukkan nilai input dengan sistem parametrik untuk menghasilkan gambar dengan format \*.dxf.

## 3. Metodologi Penelitian

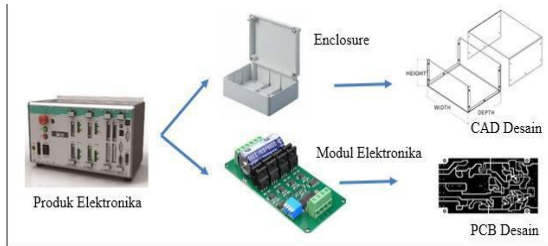


Gambar 1. Metodologi Penelitian

Proses manufaktur produk elektronika seperti *Universal PID Controller* terdiri dari berbagai macam proses, namun dibagi ke 2 bagian utama yaitu pembuatan enclosure dan pembuatan modul elektronik. Untuk pembuatan enclosure sendiri terdiri dari 3 proses utama. Pembuatan *rear part*, *front part* dan komponen pelengkap, sedangkan untuk pembuatan modul elektronik dimulai dengan proses pembuatan PCB, proses penempelan komponen elektrik pada rangkaian PCB, serta proses *assembly* beberapa rangkaian menjadi modul.

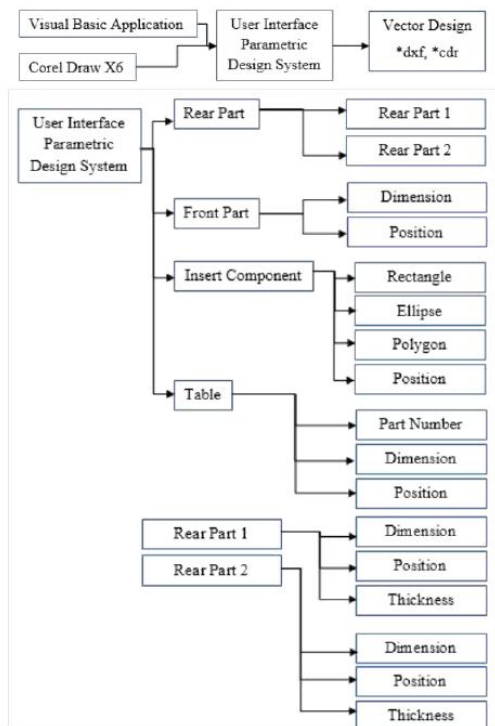
Proses penerapan teknologi rapid dalam pembuatan enclosure dilakukan dengan cara memanfaatkan software desain grafis seperti CorelDRAW X6 dan Microsoft Visual Basic for Application, untuk membuat desain enclosure dengan sistem parametrik dan proses pemotongan bentangan enclosure dilakukan pada mesin *laser cutting* dengan software *Metalcut*. Proses penerapan teknologi rapid

dalam pembuatan modul elektronika dilakukan dengan pemanfaatan mesin router PCB LPKF S63 sebagai media pembuatan, untuk desain PCB sendiri menggunakan Software CADsoft EAGLE 7.5.0.



**Gambar 2.** Gambaran Umum Proses Manufaktur Produk Elektronik

Pembuatan Interface Parametric Drawing System, pada proses ini di tentukan bentuk interface yang akan dibuat untuk parametric drawing system. Serta pemakaian software grafis yang terintegrasi dengan VBA (Visual Basic for Application).

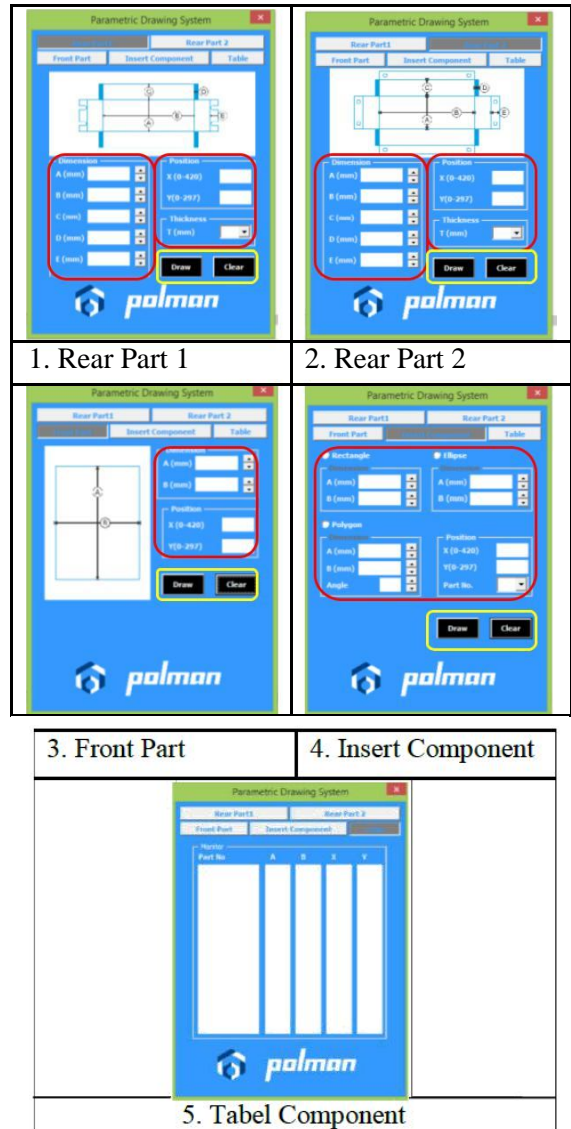


**Gambar 3.** Gambaran Umum Interface

**4. Hasil dan Pembahasan**

**4.1. Hasil Perancangan Interface**

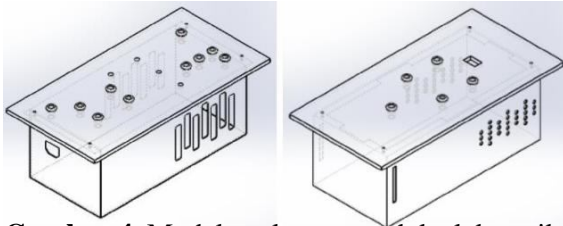
Hasil perancangan interface menghasilkan VBA Macros pada Coreldraw X6 seperti pada gambar-gambar berikut ini.



Pada interface yang telah di buat. Tanda warna merah menunjukkan parameter-parameter yang harus di isi oleh user. Sedangkan tanda warna kuning merupakan *command button*, yang berfungsi untuk mengeksekusi nilai-nilai yang telah di isi pada parameter menjadi gambar bentangan.

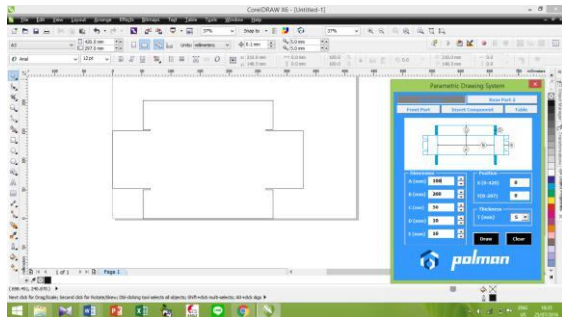
**4.2. Hasil Penerapan Teknologi Rapid Pada Pembuatan Enclosure**

Pada tahap pertama akan di tentukan model enclosure yang di pakai untuk produk elektronik.

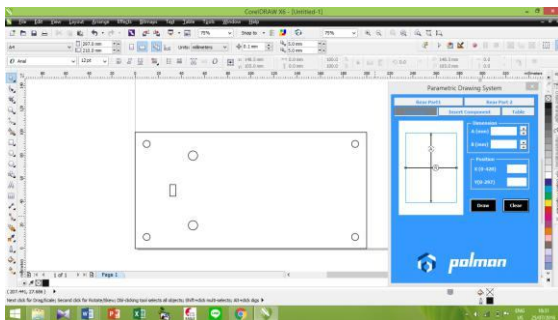


**Gambar 4.** Model enclosure produk elektronik

Pada tahap kedua akan di buat bentangan untuk *front part*, *rear part* pada PDS (*Parametric Drawing System*) pada software CorelDraw X6.

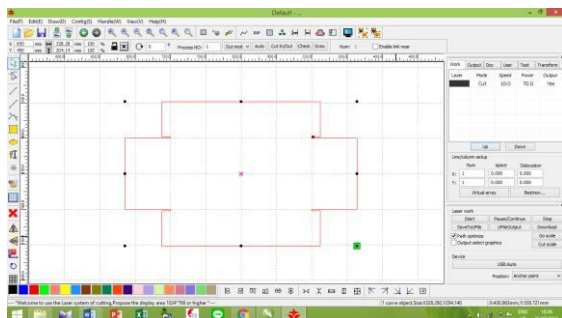


**Gambar 5.** Front Part



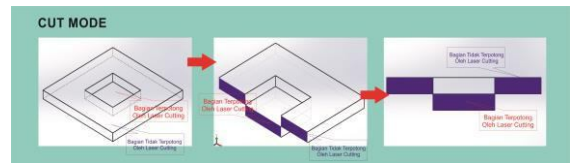
**Gambar 6.** Rear Part

Pada tahap ketiga akan di convert bentangan untuk *front part*, *rear part* pada PDS (*Parametric Drawing System*) pada software CorelDraw X6 menjadi format \*DXF untuk di proses pada mesin *laser cutting*.

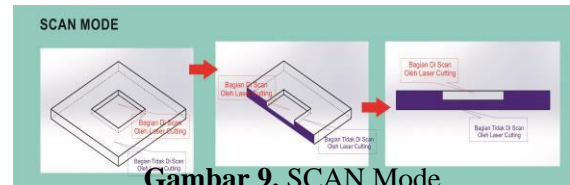


**Gambar 7.** File yang akan di proses pada mesin laser cutting

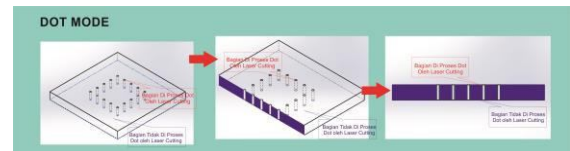
Ada beberapa proses yang bisa di kerjakan pada mesin *laser cutting* diantaranya CUT, SCAN dan DOT mode.



**Gambar 8.** CUT Mode



**Gambar 9.** SCAN Mode



**Gambar 9.** DOT Mode

Pada proses CUT, SCAN dan DOT dilakukan pengujian berdasarkan nilai *Speed* dan *Power* yang telah di tentukan pada manual book mesin. Pengujian diambil pada proses CUT dan SCAN material acrylic ketebalan 5mm dan 8mm.

Power & Speed	30%	35%	40%	45%	50%
100					
125					
150					
175					
200					
225					
250					
275					
300					

**Gambar Pengujian CUT 5mm**

Power & Speed	30%	35%	40%	45%	50%
100					
125					
150					
175					
200					
225					
250					
275					
300					

**Gambar Pengujian SCAN 5mm**

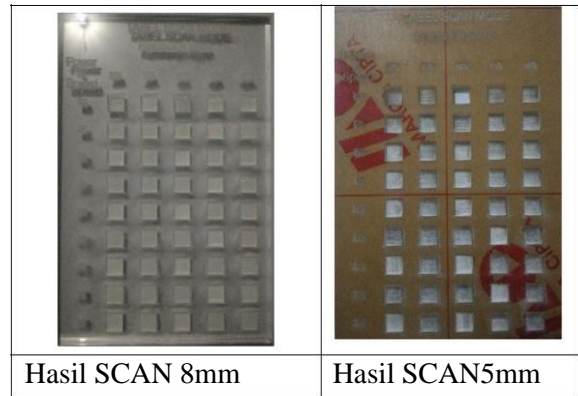
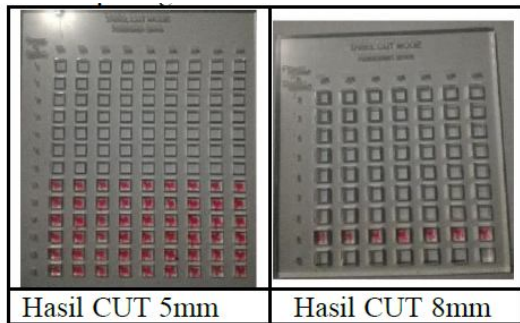
Power & Speed	30%	35%	40%	45%	50%
100					
125					
150					
175					
200					
225					
250					
275					
300					

**Gambar Pengujian CUT 8mm**

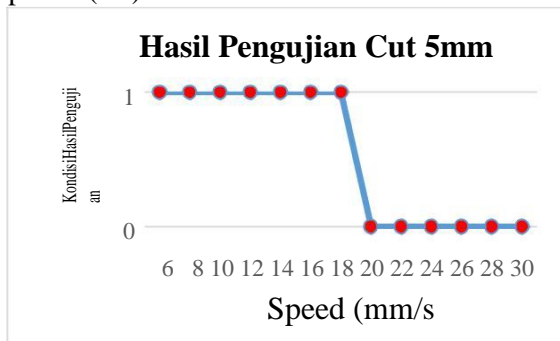
Power & Speed	30%	35%	40%	45%	50%
100					
125					
150					
175					
200					
225					
250					
275					
300					

**Gambar Pengujian SCAN 8mm**

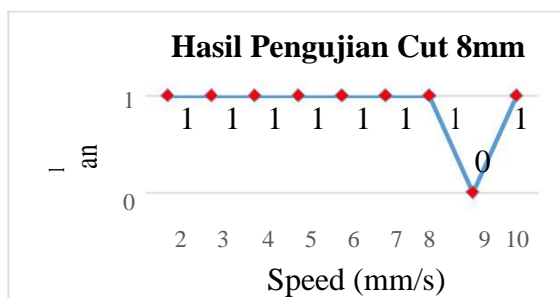
Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil seperti gambar berikut



Dari hasil diatas bagian yang diberi tanda merah merupakan bagian yang terpotong sebagian (TS). Sedangkan bagian yang tidak diberi warna merupakan bagian yang terpotong penuh (TP).

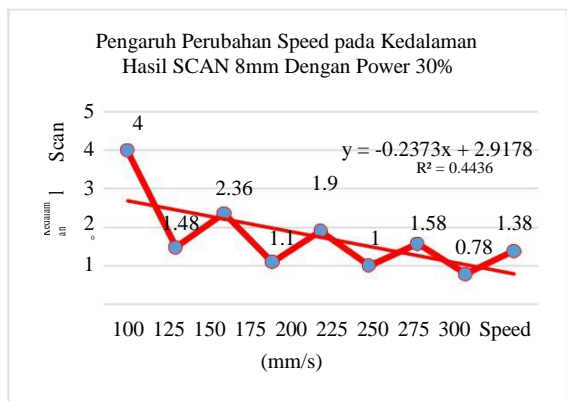
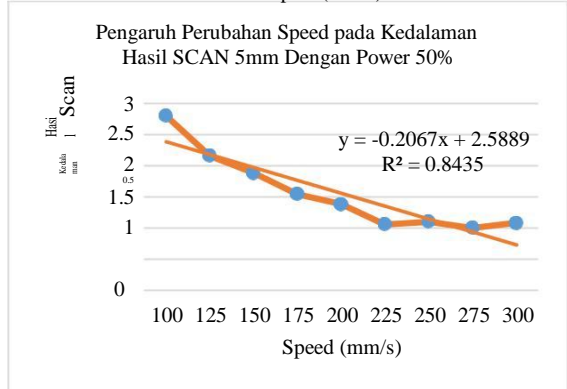
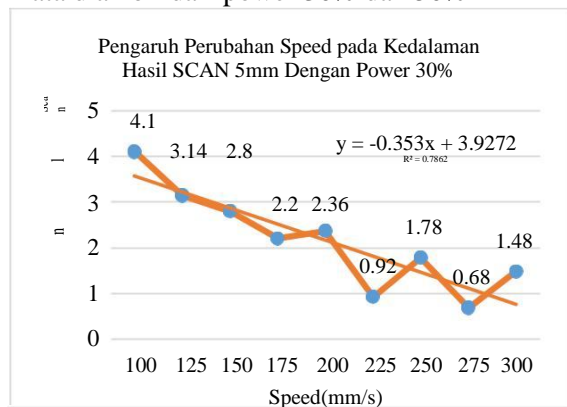


Berdasarkan hasil pengujian CUT pada 5mm. Pada *speed*(mm/s) 6 s.d 18 kondisi hasil pengujian bernilai 1/TP, sedangkan pada *speed*(mm/s) 20 s.d 30 kondisi hasil pengujian bernilai 0/TS.

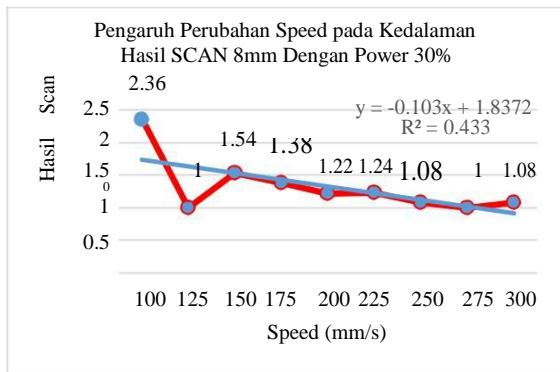


Berdasarkan hasil pengujian CUT pada 8mm. Pada *speed*(mm/s) 2 s.d 8 dan 10 kondisi hasil pengujian bernilai 1/TP, sedangkan pada *speed*(mm/s) 9 kondisi hasil pengujian bernilai 0/TS.

Pada hasil pengujian SCAN pada 5mm dan 8mm. sampel data yang diambil untuk melihat perubahan speed pada kedalaman hasil scan. Data diambil dari power 30% dan 50%

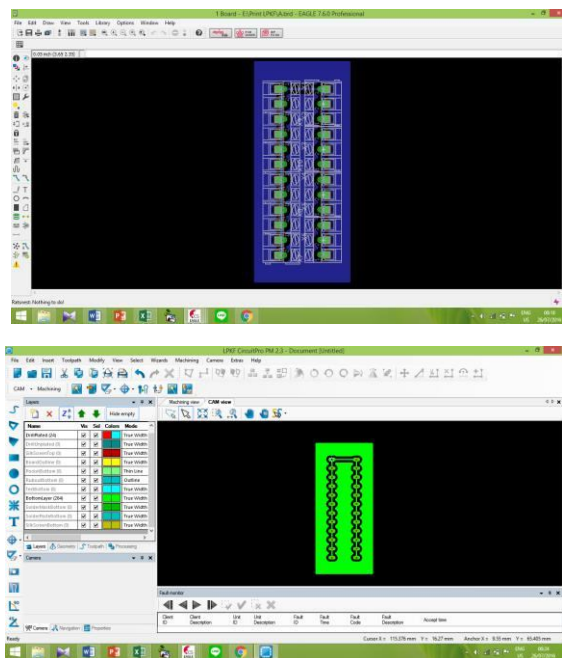




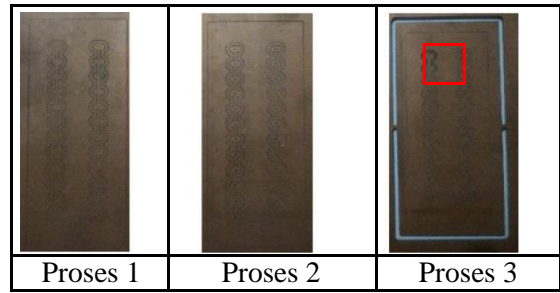


### 4.3. Hasil Penerapan Teknologi Rapid Pada Pembuatan Modul Elektronik

Pada tahap pertama akan digambarkan rangkaian pada software Eagle 7.6. Pada tahap kedua akan di convert gambar rangkaian menjadi format \*bot(bottom layer), \*drc(drill) untuk proses pada software LPKFCircuitPro 2.3.



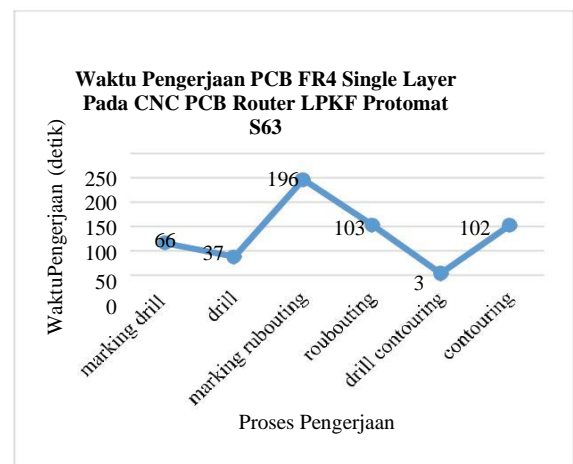
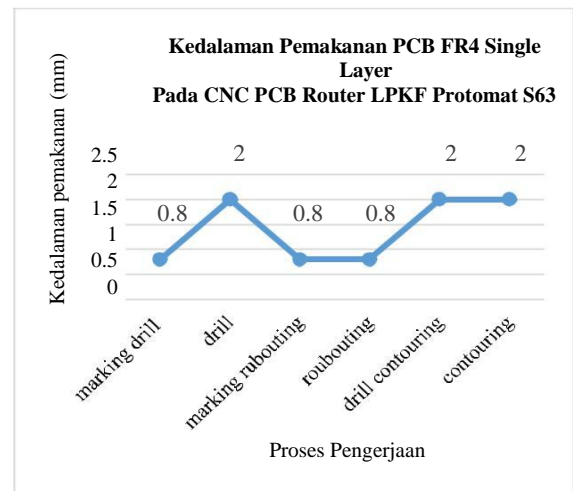
Pada tahapan ketiga akan di tentukan proses-proses *marking*, *drilling*, *contouring* dan *roubouting* pada pengerjaan PCB. Untuk hasil proses dapat dilihat pada gambar berikut.



Pada proses 1 merupakan proses *marking*, proses ini membuat tanda dan jalur untuk proses selanjutnya. Kedalaman proses *marking* ini 0,8mm karena tipe papan PCB yang digunakan adalah FR4

Pada proses 2 merupakan proses *marking* dan *drilling*. Kedalaman proses *drilling* ini 2mm dengan diameter bor 0.4mm.

Pada proses 3 merupakan proses *marking*, *drilling*, *rubout* dan *contouring*. Proses *rubout* (yang diberi kotak merah) merupakan pengikisan lapisan tembaga dengan kedalaman 0.8mm proses *contouring* merupakan pemotongan hasil secara keseluruhan pada PCB dengan kedalaman proses 2mm.



## 5. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dan penerapan teknologi rapid maka dapat disimpulkan bahwa

1. Acrylic 5mm mampu tepotong penuh (TP) pada speed 6 s.d 18mm/s dengan power 50% s.d 90%.
2. Acrylic 8mm mampu terpotong penuh (TP) pada speed 2 s.d 8 dan 10 mm/s dengan power 60% s.d 90%.
3. Pada proses scan acrylic 5mm kedalaman bervariasi dengan pengaturan *speed* yang berbeda. Tingkat kedalaman maksimal yaitu pada 4.1mm dengan speed 100mm/s dengan power 30%.
4. Pada proses scan acrylic 8mm. Tingkat kedalaman maksimal yaitu pada 4mm dengan speed 100mm/s dengan power 30%.
5. Pada proses pengerjaan PCB single side pada LPKF Protomat S63. Proses drill dan contouring tingkat kedalaman pemakanan mencapai 2mm, sedangkan untuk proses marking tingkat kedalaman pemakanan mencapai 0.8mm.
6. Perbandingan penyelesaian waktu pengerjaan antara proses rapid terjadi peningkatan sekitar 60% s.d 80% lebih cepat dibandingkan proses konvensional.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada teman-teman kelas 4AEA 2015 (Teknik Elektromekanik), Dosen Pembimbing Tugas Akhir, Bapak Suharyadi Pancono dan Bapak Ruminto Subekti. Dan terima kasih juga di tujukan kepada semua pihak yang telah membantu proses penulisan ini.

## Referensi/Daftar Pustaka

- [1] Zulkifli, Amin., "Rapid Prototyping Teknologi : Aplikasi Pada Bidang Medis", Jurnal TeknikA Universitas Andalas No. 27 Vol.3 Thn. XIV (2007) ISSN: 854-8471
- [2] Dewi Handayani Untari, Ningsih., "Computer Aided Design / Computer Aided Manufactur [CAD/CAM]" Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK Volume X, No. 3 (2005) ISSN : 0854-9524
- [3] Irsyad Andreas, Gultom. 2015. "Laser Jet Cutting", Jakarta : Sekolah Tinggi Teknik

– PLN

- [4] Endy Yudho Prasetyo ST., MT, dkk. 2012. "Parametric Modeling Berbasis Dynamic Component® Oleh Software Trimble® Sketchup®", Laporan Akhir Penelitian Program Penelitian Berbasis Laboratorium ITS, Surabaya : LPPM ITS
- [5] Sugianto., 2007. "Desain Rangkaian Elektronika dan Layout PCB dengan Protel 99 SE", Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- [6] Sobron Lubis.dkk, "Pengaturan Orientasi Posisi Objek pada Proses Rapid Prototyping Menggunakan 3D Printer Terhadap Waktu Proses dan Kualitas Produk", Jurnal Teknik Mesin Vol. 15,No. 1, April 2014, hal 27-34
- [7] Dennis Janitza, "Development of Design Customization Systems for MC Products", Technische Universitaet Muenchen.