

## Simulasi Waktu Produksi Melalui Pengembangan *Process Design Sheet (PDS)* dan Jaringan Kerja untuk Peralatan *Rotary Log Grapple*

Danardono AS. , Tresna P Soemardi dan Dian S

Departemen Teknik mesin, Fakultas Teknik Universitas Indoensia

Kampus Baru UI Depok 16424

E-mail : danardon@eng.ui.ac.id

### Abstrak

*Rotary Log Grapple (RLG)* merupakan salah satu attachment pada peralatan *hydraulic excavator* yang berfungsi untuk pekerjaan loading dan un-loading kayu. RLG ini menggunakan 2 buah silinder hidrolis untuk menggerakkan claw, sedangkan untuk gerak putarnya menggunakan rotator. Untuk menjamin keseimbangan gerakan antara claw in dan claw out, maka digunakan sistem linkage (Link). Rancangan RLG dibuat mengikuti metode desain yang dikembangkan Ulrich-Eppinger. Metode ini secara komprehensif memasukan pertimbangan kebutuhan pasar, ergonomi dan manufaktur. Selain tahap desain serta proses pengambilan keputusan diperhitungkan secara cermat. Dalam memproduksi RLG, untuk mendapatkan hasil kerja yang baik mengikuti spesifikasi yang telah ditetapkan dengan siklus waktu produksi yang singkat, maka dilakukan pengembangan *Process Design Sheet (PDS)* dan simulasi siklus waktu produksi untuk jenis RLG kapasitas 1,8 m<sup>2</sup> dengan bantuan perangkat lunak ProModel. Dari hasil pengolahan data diperoleh waktu baku dalam memproduksi RLG tsb.

Kata Kunci : *Rotary Log Grapple, Process Design Sheet, Hydraulic Excavator.*

### Pendahuluan

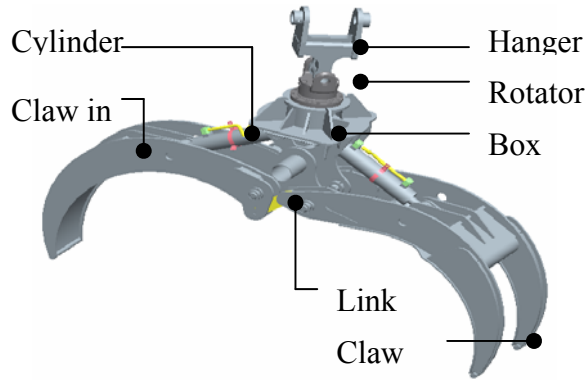
*Rotary Log Handling* merupakan salah satu jenis dari alat berat yang digunakan untuk mengangkat dan memindahkan balok kayu kapasitas cukup besar di industri perkebunan. Ketidak seimbangan gerakan komponen pencakar bagian dalam (*claw in*) dan luar (*claw out*) menjadi salah satu permasalahan perancangan alat berat tersebut. Beberapa model desain telah dikembangkan untuk mengatasi masalah tsb, antara lain dengan menggunakan sistem gear dan stopper plat atau rantai baja, akan tetapi model tersebut dirasa sangat tidak efisien dari segi harga jual dan umur pakai. Dalam penelitian sebelumnya [Jamaluddin 2005] telah berhasil mengembangkan suatu jenis gerakan pencakar menggunakan sistem tuas penghubung linkage system untuk mendapatkan gerakan yang sinkron (*linkage to synchronize claw motion*). Dalam penelitian lanjutan ini telah dilakukan pengembangan terhadap proses kerja dan waktu siklus untuk proses produksi *Rotary Log Grapple (RLG)* berbobot 2150 Kg dan kerkapasitas gripping area 1,8 m<sup>2</sup> dengan tujuan agar didapat waktu pengerjaan yang lebih baik sehingga diharapkan dapat meningkatkan nilai jual yang lebih baik dipasar kompetitif.

Pengembangan proses produksi RLG ini didasarkan pada proses pabrikasi yang sudah ada serta dilakukan melalui beberapa langkah manufaktur yaitu pertama penetapan *Process Design Sheet (PDS)*, *Critical Path Method/PER* [John E. Beigel 1992] lalu dilakukan optimasi menggunakan ProModel terutama pada komponen utama yaitu hanger, link, box, claw in dan claw out (Gambar.1). Kendala keterlambatan material datang dan kerusakan mesin tidak diperhitungkan dalam pengukuran waktu.

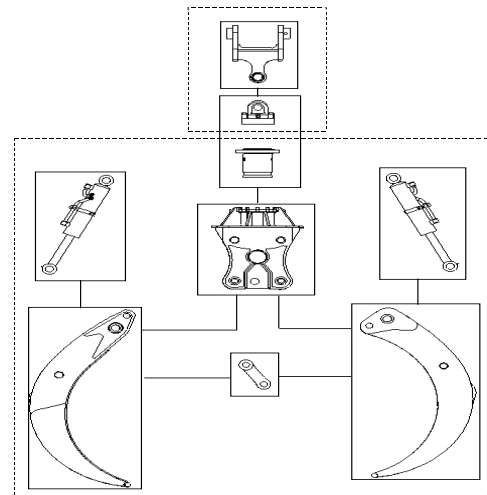
### Rotary Log Grapple

*Rotary log grapple* merupakan peralatan khusus yang dirancang untuk menjepit balok kayu dengan memanfaatkan dua gerakan yaitu berputar dan menjepit secara buka-tutup (*open-close*). Kedua gerakan dilakukan menggunakan sistem pengontrolan hidrolis yang dilakukan dari base machine. Gambar 1. memperlihatkan komponen pelengkap yang ada pada suatu RLG. Sedangkan Gambar 2 memperlihatkan pengelompokan komponen RLG terhadap sistem gerak berputar dan tidak berputar untuk melakukan integrasi teknologi dalam pengembangan

produk *RLG*. Untuk itu dilakukan suatu penelaahan terhadap metode *recognize means (push)* dan *recognize need (pull)*. Tahapan integrasi teknologi dalam pengembangan *RLG* difokuskan pada studi dan analisis terhadap *Base Machine PC 300LC-7* dan *RLG 1.8m<sup>2</sup>*.



Gambar 1. Komponen Rotary Log Grapple



Gambar 2. Pengelompokan komponen RLG

### Metodologi Pengumpulan dan Analisis Data

#### Data Produksi Acuan

Perhitungan dilakukan terhadap kondisi aktual proses produksi *RLG* sebelum dilakukan perbaikan. Pada uji *RLG* yang ada (*RLG 2.0 m<sup>2</sup>*), proses produksi dilakukan secara langsung tanpa menggunakan metoda *PDS*. *RLG* kapasitas ini tidak diproduksi lagi karena masalah mekanisme keseimbangan gerak dan bentuk *claw* yang tidak efisien untuk mengangkut kayu (logs) sehingga produktivitasnya rendah. Data penelitian pendahuluan terhadap proses produksi *RLG 2.0 m<sup>2</sup>* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data awal *RLG* kapasitas 2.0 m<sup>2</sup>

Aktivitas Produksi	Waktu ( Jam)
Tack Welding (TW)	51
SAW	84
Press	10
Final Welding (F)	14
Machining (MACH)	18
Shotblasting & Painting (STP)	8
Final Check	2
Total	185

Dengan melakukan analogika terhadap proses produksi untuk *RLG 2.0 m<sup>2</sup>* terhadap proses produksi *RLG 1.8 m<sup>2</sup>*, dari pengamatan didapatkan bahwa secara bentuk kedua *RLG* mendekati sama, karena perubahan yang dilakukan hanya terhadap bentuk dari *claw*, serta penambahan komponen penyeimbang sederhana berupa *link* berbentuk pelat. Selisih berat *RLG 2.0 m<sup>2</sup>* terhadap *RLG 1.8 m<sup>2</sup>* adalah sekitar 10%. Maka secara kuantitatif dapat diperkirakan lama pengerjaan *RLG 1.8 m<sup>2</sup>* adalah 10% lebih singkat dari *RLG 2.0 m<sup>2</sup>* yaitu 185 jam x 90% = 166,5 jam kerja. Waktu kerja/pembuatan inilah yang digunakan sebagai acuan pengembangan proses produksi yang berbasis pada sistem *PDS* dan dilengkapi dengan *tools* perangkat *jigs*. Sistem *PDS* yang dilengkapi *jigs* ini harus dapat memberikan nilai tambah berupa kecepatan produksi dan perbaikan kualitas produk.

### *Pengumpulan Data*

Pada tahap ini dilakukan pengamatan secara cermat pada setiap tahapan proses produksi *RLG*, dengan memperhatikan kemungkinan penyimpangan yang terjadi yang berdampak terhadap waktu pengerjaan proses produksi *RLG*. Proses ini menekankan pada *the earliest time to finish (EF)* [Gilmour 1993], dengan batasan penggunaan tenaga kerja dan peralatan kerja. Penekanan *EF* ini diambil karena konsumen melakukan proses pembelian dengan waktu yang singkat dan pada volume produksi yang rendah, sehingga sangat tidak menguntungkan bila melakukan *stocking*. Dari perhitungan sebelumnya model rancangan baru akan mencapai titik impas pada jumlah 12 unit dengan perkiraan penjualan berkisar 30-50 per tahun [Jamaluddin 2005].

Skema PDS memerlukan data-data antara lain : *Jumlah Satuan Proses, Proses Produksi RLG, dan Penjadwalan* [Ulrich 2003]. Data tersebut diperoleh berdasarkan pada model utuh dan gambar rakitan yang dibuat. Sedangkan gambar detail dari part akan digunakan untuk melakukan perintah pemotongan pelat dasar *semi finishing* kepada subkontraktor yang khusus melakukan proses pemotongan dan pembentukan pelat. Dengan menggunakan data-data diatas maka dapat ditentukan jalur kritis dan menentukan di tahap manakah perlu atau harus dibuat *jigs*.

#### *- Jumlah Satuan Proses*

Agar kegiatan proses produksi berjalan dengan baik dengan waktu pengerjaan yang efisien maka dihitung jumlah satuan proses pada setiap proses pengerjaan yang meliputi *Tack Welding (TW)*, *Semi Automatic Welding (SAW)*, *Grinding* dan *Machining* sebagai berikut :

#### *- Proses Produksi RLG*

Proses produksi/pembuatan *RLG* melalui tahapan proses utama pengelasan dan *final gouging*, dengan jumlah operator utama yaitu satu regu kerja berjumlah 3 orang. Adapun tahapan proses pada setiap elemen chunk dan hal-hal yang perlu memperoleh improvement dalam proses produksi *RLG* adalah sebagai berikut :

**Claw-Out** terdiri dari 25 komponen dasar yang terdiri dari pelat, pipa dan bar dengan berbagai jenis dan ketebalan. Dan tahapan proses produksi claw out melalui proses pemotongan, pengelasan dan final machining. Proses pengerjaan *claw out* memerlukan tingkat kecermatan dan ketelitian yang baik karena harus memperhatikan sumbu utama tempat menggantung pada *box*. Pada proses ini harus dicermati dalam pengerjaannya agar perubahan dimensi ukuran dari titik sumbu dapat dihindari.

**Claw-In** terdiri dari 20 komponen dasar yang terbuat dari pelat, pipa dan bar dengan berbagai jenis dan ketebalan. Adapun proses produksi claw in melalui tahapan yaitu pemotongan, pengelasan, grinding dan final machining yang terdiri 4 buah *sub chunk* dari *claw in*. Proses pengerjaan membutuhkan kecermatan yang baik terutama pada saat pengelasan karena panjang pengelasan (*length of welding*) *claw in* sepanjang 31,2 m.

**Box** terdiri dari 18 part/komponen dasar. Dimana komponen dasar part ini terbuat dari pelat, bar dan pipa dengan berbagai jenis dan ketebalan. Pengerjaan Box memerlukan kecermatan yang lebih baik dari pembuatan *hanger*. Proses produksinya melalui tahap yang sama dengan Hanger yakni pemotongan, pengelasan dan *final gouging* yang terdiri 6 buah *sub chunk* dari *box*. Pada proses pengerjaan box terdapat 2 sumbu utama yang memiliki tingkat kesulitan dengan presisi yang relatif lebih tinggi.

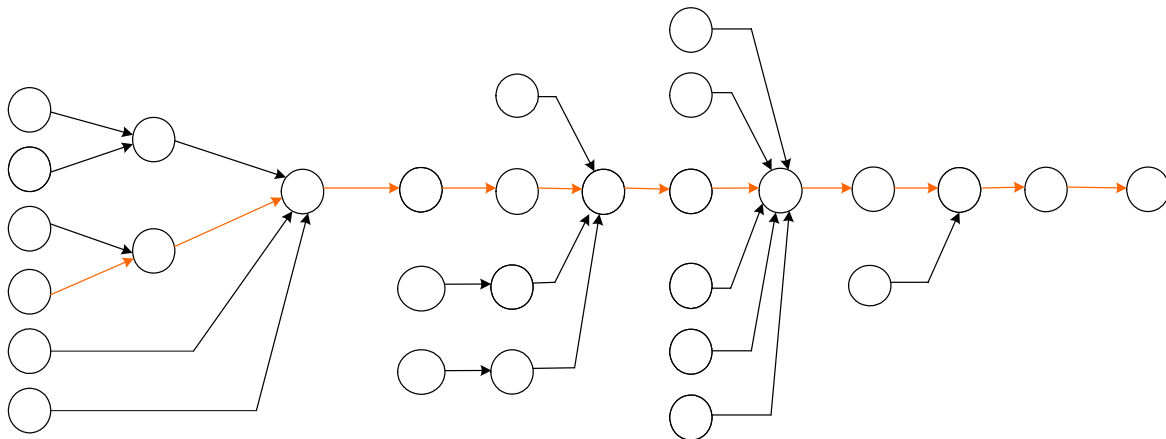
**Hanger** terdiri dari 11 komponen dasar, dan dimana komponen dasar ini terbuat dari pelat baja SS400P yang termasuk *mild steel* dan *SHT 780*, serta komponen dasar lainnya adalah pipa *STKM 13A*. Karena bentuk hanger yang sederhana maka proses pengerjaannya dapat dilakukan dengan cepat.

**Link** merupakan *single part* dengan komponen dasar terbuat dari pelat. Dimana proses pengerjaannya melalui proses pemotongan dan *machining*. Dan pada proses pengerjaannya tidak memiliki tingkat kesulitan yang relatif terlalu tinggi.

#### *- Penjadwalan*

Dalam menentukan waktu *PERT* didasarkan pada *Process Design Sheet (PDS)* yang telah disusun untuk setiap elemen *chunk* yaitu *claw-out, claw-in, box, hanger* dan *link* serta proses *assembly*,

dengan membuat mapping keterkaitan antar kegiatan. Proses pembuatan RLG dilakukan secara berurutan per elemen *chunk*, sehingga diharapkan dapat dilakukan optimasi dari mekanisme proses kerja. Dan kemudian untuk itu disusun konstruksi jaringan kerja yang menunjukkan keterkaitan aktivitas proses pengerjaan pada setiap dan antar *chunk RLG*. Untuk mengetahui waktu jalur kritis dalam pembuatan RLG dengan ini dibuat estimasi waktu (dalam jam) proses perkiraan untuk setiap kegiatan yang meliputi; waktu yang *optimis*, waktu yang *paling mungkin* dan *waktu pesimis*. Adapun jaringan kerja/network dan alur jalur kritis pada proses pembuatan RLG ditampilkan dengan informasi pada Gambar 3. :

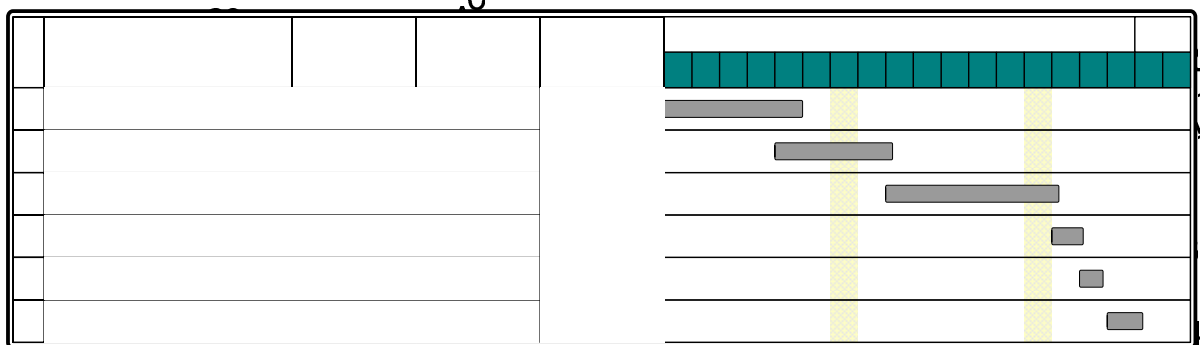


Gambar 3. Jalur kritis pada Jaringan Kerja

**CLAW OUT**

**CLAW IN**

Setelah dilakukan perhitungan waktu maka didapat jalur kritis yaitu : A05 – A06 – A09 – A10 – A11 – A17 – A18 – A24 – A25 – A27 - A28 – A29 dengan jumlah waktu 73,1 jam. Adapun posisi jalur kritis seperti terlihat dalam Gambar 5.2 diatas. Dalam pembuatan prototipe RLG diperlukan waktu pengerjaan untuk seluruh elemen/*chunk RLG* selama 16 hari atau 124 jam kerja (8 jam/hr). Karena merupakan produk baru, maka harus terus dicermati segala kejadian proses yang dapat berakibat pada perubahan lama waktu pengerjaan awal. Hal ini disebabkan karena kemungkinan terjadinya *re-work* yang memerlukan berbagai penyesuaian. Selanjutnya dibuat jadwal/*Gantt Chart* untuk pelaksanaan proses produksi RLG seperti pada Gambar 4. dibawah ini :



Gambar 4. *Gantt Chart* Proses Produksi RLG

**Validasi Model Simulasi**

Untuk melakukan pemeriksaan apakah terjadi kesalahan dari model simulasi yang dibuat dapat dilakukan dengan *check Model* yang terdapat pada *icon software proModel*. Hasil simulasi menunjukkan utilisasi pada setiap mesin atau lokasi proses, persentase utilisasi menunjukkan persentase

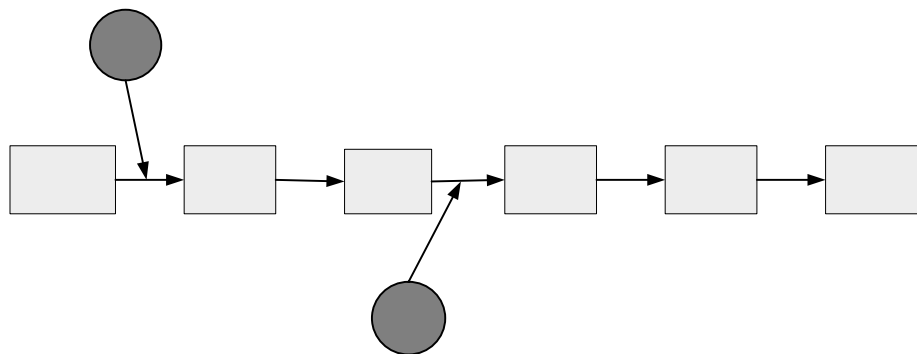
penggunaan waktu yang digunakan oleh operator dalam bekerja pada setiap mesin/proses, dimana penggunaan waktu yang dimaksud disini adalah waktu riil operator bekerja, tidak termasuk waktu menunggu (*idle*).

### Analisis

#### Proses Produksi

Pengamatan harus dilakukan secara cermat terhadap penyebab terjadinya *re-work* yang diakibatkan karena faktor operator maupun ketersediaan alat bantu (*jig dan fixture*). Karena jika hal ini terjadi maka akan berdampak terutama pada pengerjaan *box* dan *claw out* sehingga harus dilakukan *re-working* kembali agar sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Agar tidak terjadi proses pengerjaan ulang serta untuk mendapatkan waktu pengerjaan yang lebih singkat, maka perlu dilakukan hal sebagai berikut :

- 1) Membuat *jig* sebagai alat bantu dalam proses pengerjaan *box* dan *claw out* (Gambar 5.),
- 2) Menambah sumber daya merupakan alternatif guna mempercepat proses pengerjaan pada saat permintaan tinggi, karena pangsa pasar *RLG* ternyata bukan hanya pasar domestik melainkan juga internasional.
- 3) Penggunaan peta kerja/*process design chart* sangat membantu dalam menganalisa urutan dalam proses pembuatan prototipe, sehingga pada beberapa proses dapat dikerjakan dalam rentang waktu yang bersamaan.



Gambar 5. Posisi Penempatan *Jigs*

### Simulasi Waktu Perkiraan (Time Estimation)

Waktu proses pengerjaan *RLG* sekitar 124 jam dengan waktu jalur kritis 73,1 jam dan jumlah varian pada jalur kritis adalah 4,3. Untuk membuat waktu baku proses produksi *RLG* harus terlebih dahulu diperkirakan penyelesaian pekerjaan dengan berbagai tingkat kepercayaan sebagai berikut :

$$E (te) = z \cdot \sqrt{\sum \text{Var} (te)} + C (te) \quad (1)$$

Tabel 2. Tingkat Kepercayaan untuk waktu perkiraan

Tingkat Kepercayaan (%)	Z (dari tabel)	E (te) (Jam)
80	0,85	74,86
85	1,04	75,25
90	1,28	75,75
95	1,64	76,51

JIGS

Setelah menghitung estimasi waktu siklus proses produksi *RLG* untuk berbagai tingkat kepercayaan, kemudian dilakukan simulasi pada proModel untuk beberapa skenario dengan asumsi menggunakan 2 regu kerja (3 orang/regu) serta penggunaan *jig* pada proses pembuatan *claw out* dan *box* dengan hasil sebagai berikut :

#### Tingkat Kepercayaan 95%

Pada tingkat ini diperlukan perkiraan waktu proses pembuatan satu unit *RLG* adalah 76,51 Jam. Pemilihan tingkat kepercayaan 95 % pada simulasi, didasarkan pada estimasi waktu maksimal/terlama pada berbagai tingkat kepercayaan yang telah dihitung. Sehingga skenario waktu untuk berbagai tingkat kepercayaan lain menghasilkan perkiraan waktu yang tidak mencukupi atau tidak memungkinkan untuk proses produksi satu unit *RLG*.

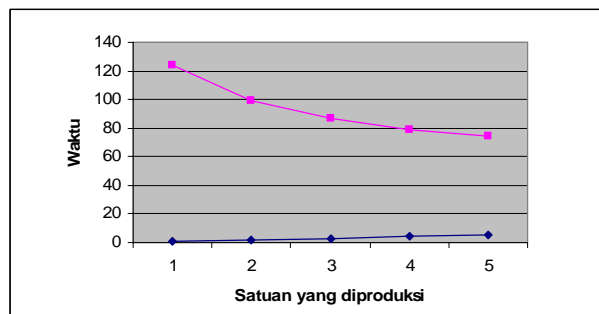
#### Simulasi Jam Kerja

Verifikasi model pada berbagai jumlah jam kerja (*cycle time*), dilakukan dengan simulasi beberapa variasi waktu dan tingkat kepercayaan. Dari hasil terlihat bahwa pada proses produksi *RLG* dapat dihasilkan dua unit *RLG*. Simulasi ini dapat dilakukan untuk berbagai skenario *cycle time* dan tingkat kepercayaan.

#### Kurva Pembelajaran (*Learning Curve*)

Hubungan satuan yang diproduksi secara kumulatif dengan waktu dapat diketahui dengan perhitungan rumus statistik kurva pembelajaran (Gambar 6.) :

(2)



Gambar 6. Kurva Pembelajaran untuk waktu proses produksi

Gambar 6 memperlihatkan bahwa semakin banyak satuan yang diproduksi kumulatif, maka makin rendah atau sedikit waktu yang diperlukan untuk melakukan proses produksi *RLG*, dimana pada setiap penambahan satuan yang diproduksi akan terjadi penghematan waktu, karena sumber daya akan semakin terampil dalam mengerjakan produk tersebut.

#### Kesimpulan

- 1) *Process Design Sheet (PDS)* merupakan suatu diagram yang menggambarkan langkah-langkah proses yang berurutan berdasarkan elemen *chunk sub assy RLG*, sehingga akan memudahkan dalam proses produksi *RLG*. Disamping itu penggunaan peta kerja/process design chart sangat membantu dalam menganalisa urutan dalam proses pembuatan rotary log grapple.
- 2) Desain *jig* untuk alat bantu dalam proses pengerjaan *box* dan *claw out*, akan mempercepat proses pengerjaan dan mendapatkan hasil kerja yang baik dan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan dengan waktu proses produksi yang optimal.

- 3) Model simulasi menggunakan skenario estimasi waktu pada berbagai tingkat kepercayaan dapat dipakai sebagai usulan perbaikan proses yang ada sekarang. Dari hasil output simulasi yang telah dibuat bahwa waktu siklus untuk proses produksi satu unit *RLG* dapat dikerjakan dalam waktu 76,2 jam kerja.

### **Saran**

- 1) Pengembangan sistem produksi perlu terus dilakukan agar mendapatkan suatu sistem kerja yang dapat bekerja dengan lebih optimal dan produktif, sehingga berdampak terhadap peningkatan produktivitas dan efisiensi.
- 2) Kedepan untuk penelitian ini diperlukan data pengamatan yang diambil sebanyak mungkin supaya perencanaan lebih akurat.
- 3) Perlu dikembangkan lebih jauh penggunaan software aplikasi dalam pembuatan simulasi untuk proses produksi sejenis.

### **Ucapan Terima Kasih**

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak manajemen PTK-Indonesia atas dukungannya hingga kegiatan pengambilan data penelitian ini dapat terlaksana seluruhnya di lapangan produksi *RLG* Pekan Baru Riau.

### **DAFTAR ACUAN**

- [1]. Karl T. Ulrich, Steven D Eppinger, 2003, "*Product Design and Development*",. McGraw-Hill, International edition, Singapore.
- [2]. Peter Gilmour and Robert A. Hunt, 1993, "*The Management Of Technology*", Longman Cheshire Pty Ltd, Australia.
- [3]. John E. Biegel, 1992, "*Pengendalian Produksi*", Akademika Pressindo, Jakarta.
- [4]. Jamaluddin, 2005, "*Perancangan sistem link rotary log grapple (RLG) 1.8m<sup>2</sup> pada hydraulic excavator Komatsu PC300LC-7*", Tesis Magister Teknik Mesin PTPP, Jakarta.