

**ANALISIS JALUR KRITIS UNTUK MENGATASI KETERLAMBATAN
PROSES PEMASANGAN PRODUK INTERIOR FURNITURE DENGAN
METODE PERT PADA SALAH SATU PROYEK PT PAP CABANG
BANDUNG**

Nurendi Ibnu Hindar
Universitas Diponegoro
rendy88ibnu@gmail.com

Abstract. This thesis aims to analyze the critical path in the process of installation of one project PT PAP branch Bandung. This study uses a network diagram (PERT) to identify the critical path on each element of the work. The number of products in the studied projects totaling 13 units of product. The initial step in this research by calculating the standard time of the measurement of working time every element of the process to 13 the number of products in the studied projects. Critical path analysis using QM program for Windows. Analysis of the critical path in the PERT method provides the possibility of project completion faster compared to before analysis. Identify the cause of the problem of delays in the completion of the entire project using the RCA (Root Cause Analysis). There are two main problems based on the Pareto diagram are the problems and shortcomings rework delivery. The main factor of rework problem is the weakness of the monitoring system and communication supervisor and the limited number of senior artisan. Improvement efforts undertaken in this research is to increase communication and monitoring system with regular reports and conduct skills training for junior builders.

Keywords: Project Management, Measurement of working time, PERT method, RCA

Abstrak. Tesis ini bertujuan untuk menganalisis jalur kritis dalam proses instalasi satu proyek PT PAP cabang Bandung. Penelitian ini menggunakan diagram jaringan (PERT) untuk mengidentifikasi jalur kritis pada setiap elemen pekerjaan. Jumlah produk dalam proyek yang diteliti sebanyak 13 unit produk. Awal langkah dalam penelitian ini dengan menghitung waktu standar pengukuran waktu kerja setiap elemen dari proses untuk 13 jumlah produk dalam proyek yang diteliti. Analisis jalur kritis menggunakan program QM for Windows. Analisis jalur kritis dalam metode PERT memberikan kemungkinan penyelesaian proyek lebih cepat dibandingkan dengan analisis sebelumnya. Mengidentifikasi penyebab masalah keterlambatan dalam penyelesaian seluruh proyek menggunakan RCA (Root Cause Analysis). Masalah utama berdasarkan diagram Pareto yaitu kekurangan ulang pengiriman. Faktor utama dari masalah pengiriman ulang adalah kelemahan sistem monitoring dan pengawas komunikasi dan terbatasnya jumlah tukang senior. Upaya perbaikan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah untuk meningkatkan komunikasi dan sistem pemantauan dengan laporan berkala dan melakukan pelatihan keterampilan untuk pengembang junior.

Kata kunci: Project Management, Measurement of working time, PERT method, RCA

PENDAHULUAN

Tantangan dan persaingan dunia industri pada *era globalisasi* sangat berat dan ketat membuat para pelaku industri harus melakukan berbagai hal agar tetap bisa bertahan dalam ketatnya persaingan. Tuntutan terhadap *profesionalisme* manajemen yang tinggi dan berusaha untuk mengambil tindakan dan strategi yang tepat akan meningkatkan keunggulan kompetitif yang diharapkan mampu bersaing pada *era global* ini.

PT PAP adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang *interior* desain dan *furniture* dengan segmen pasar *modern* dan fungsional yang telah berpengalaman selama 21 tahun mampu menjadi market leader dari salah satu produk utamanya *pantry* maupun *kitchen set*. Produk ini sebagai pelopor dan sebagai *brand image* METRIC. Produk lainnya juga sangat berkualitas seperti *wardrobe*, *cabinet tv*, *bedroom set* dan *living room*. Pasar yang dituju adalah kalangan menengah atas dan pasar inilah yang mewujudkan *brand* PT PAP menjadi *market leader* dari proses setiap pembelajaran dan tuntutan detail dari masing-masing *customer*.

Penjualan produk PT PAP pada tahun 2013 dengan rata-rata 190 unit per bulan dan pada tahun 2014 dengan rata-rata 183 unit per bulan sedangkan pada tahun 2014 mengalami penurunan dengan rata-rata 126 unit per bulan. Angka ini belum mencapai target yang ditentukan perusahaan yaitu sebesar 252 unit per bulan.

PT PAP mengkombinasikan sistem manufaktur dengan manajemen proyek dalam pelaksanaan pemasangan produk di *site* proyek. Peningkatan kualitas dari manajemen proyek menjadi hal yang sangat penting dan menjadi sorotan utama untuk mewujudkan kepuasan pelanggan. Beberapa keluhan *customer* mengenai jadwal pelaksanaan, target penyelesaian pekerjaan, pengaturan sumber daya, kualitas produk adalah permasalahan yang harus segera dipecahkan.

Kepuasan pelanggan terhadap hasil pemasangan pada tahun 2013 dengan rata-rata pencapaian 81% per bulan dan pada tahun 2014 dengan rata-rata 85% sedangkan pada tahun 2014 rata-rata 84% per bulan. Angka ini di bawah target pencapaian yaitu 99%. Salah satu kontribusi penyebab tidak tercapainya kepuasan pelanggan adalah keterlambatan waktu penyelesaian proses pemasangan. PT PAP menetapkan toleransi keluhan pelanggan dari faktor keterlambatan adalah 5% dan pencapaian dari faktor tersebut masih diangka 5.7 %. Hasil toleransi keterlambatan proses pemasangan sebesar 5% dan pencapaian rata-rata tahun 2013 rata-rata 5.3% per bulan dan pada tahun 2014 rata-rata 5.7% sedangkan pada tahun 2014 rata-rata 6% per bulan.

Salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan alat analisis jaringan kerja/analisis *network* dengan metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) yang merupakan suatu alat dalam penyusunan perencanaan, penjadwalan serta pengawasan penyelesaian produksi dengan waktu dan biaya yang efisien. Analisis *network* dapat menggambarkan jaringan kerja tertentu yang harus dijalankan dalam urutan tertentu dan dibatasi oleh waktu. Dengan demikian penyimpangan maupun kesalahan yang muncul serta kegiatan yang tidak sesuai dengan rencana dapat dilihat dan dihindari sedini mungkin, sehingga dapat mengurangi resiko yang dapat merugikan perusahaan.

Pada penelitian sebelumnya, Prabhakar (2008) menyatakan bahwa, metode, PERT dan CPM, menggunakan representasi grafis dari proyek yang disebut "Proyek Jaringan" atau "diagram CPM", dan digunakan untuk menggambarkan secara grafis timbal balik dari unsur-unsur proyek dan untuk menunjukkan urutan di mana kegiatan harus dilakukan.

Demeulemeester (2005), menyatakan bahwa, prosedur cabang dan terikat dijelaskan untuk penjadwalan kegiatan proyek PERT berbagai keterbatasan sumber daya didahulukan dimana tujuannya adalah untuk meminimalkan durasi proyek.

Montes-Guerra (2007), menyatakan bahwa, dampak dari penerapan teknik dan alat tampak jelas pada kinerja proyek. Ada pengaruh positif dari penggunaan teknik dan alat-alat pada hasil. Ditemukan bahwa beberapa sektor tidak menggunakan metodologi yang cukup, teknik dan alat. Studi empiris membuktikan pentingnya menggunakan alat ini sebagai faktor keberhasilan dalam manajemen proyek dan kinerja.

Adegoke (2010), menyatakan bahwa, sebagian besar organisasi di seluruh dunia telah menemukan bahwa strategi kepuasan pelanggan diterjemahkan dengan sangat cepat untuk keuntungan dan produktivitas yang lebih tinggi. Kajian tersebut menunjukkan bagaimana beberapa metode riset operasi sederhana dapat digunakan untuk mencapai kepuasan pelanggan yang lebih baik. Metode CPM dan PERT digunakan untuk menganalisis proses yang memberikan pelayanan kepada pelanggan dalam suatu organisasi.

Metode PERT dapat digunakan untuk mengatur waktu penyelesaian proyek dengan lebih efisien dan efektif. Untuk dapat mengurangi dampak keterlambatan dan pembengkakan biaya proyek. Percepatan durasi dilakukan pada pekerjaan pekerjaan yang ada di lintasan kritis dan jumlah pemendekkan durasi tiap pekerjaan pada masing-masing alternatif disamakan.

KAJIAN TEORI

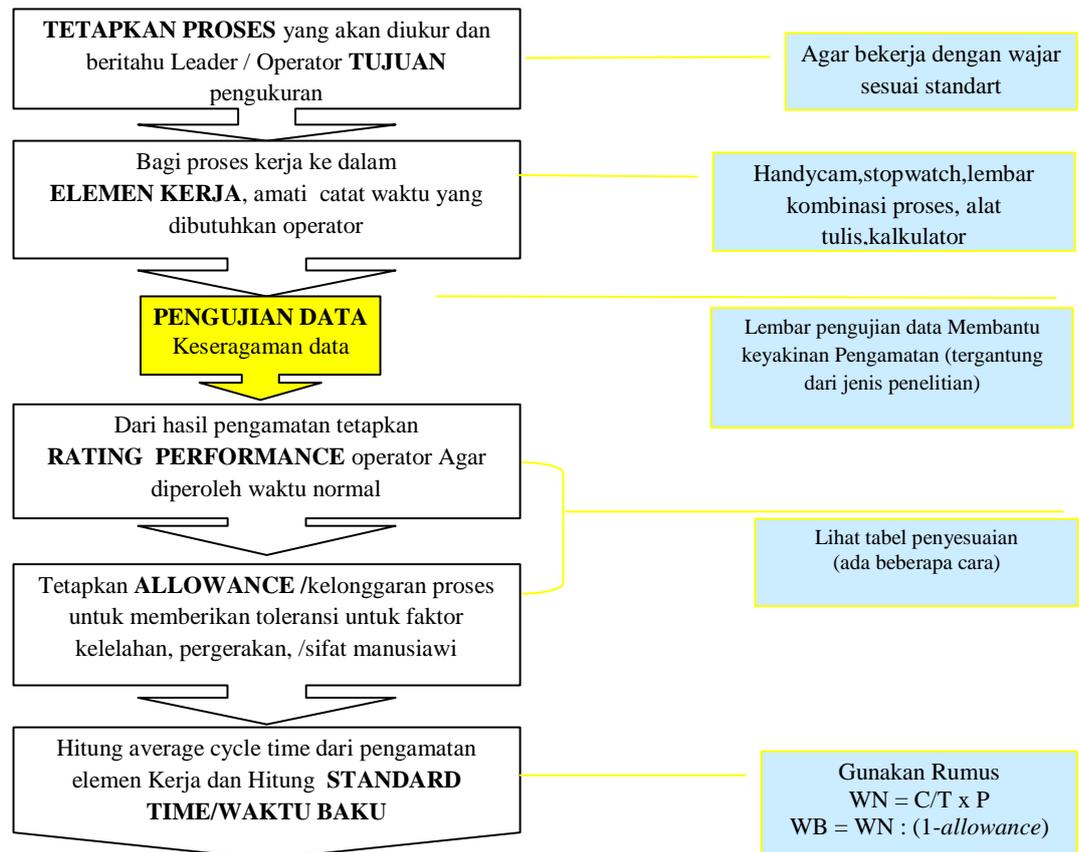
Pengukuran Waktu Kerja. Pengukuran waktu kerja merupakan langkah awal dalam membuat jadwal. Sebelum pengukuran kerja dilakukan maka perlu untuk diketahui pengertian dan cara melakukan pengukuran kerja seperti yang dijelaskan berikut:

Pengukuran waktu kerja (*time study/time measurement*) merupakan suatu studi tentang pengukuran waktu. Pengukuran ini berguna untuk menentukan waktu baku (*Standart Time*) yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan, dimana waktu baku sendiri sangat diperlukan untuk, Render (2001): (a) *Man power planning* (perencanaan kebutuhan tenaga kerja) (b) Estimasi biaya-biaya untuk upah pekerja (c) Penjadwalan dan penganggaran (d) Perencanaan sistem pemberian bonus dan *insentif* bagi pekerja yang berprestasi. (e) Indikasi keluaran (*output*) yang mampu dihasilkan oleh seorang pekerja.

Studi Waktu. (a) Pengukuran waktu kerja secara langsung. Merupakan pengukuran waktu kerja yang dilaksanakan secara langsung yaitu di tempat dimana pekerjaan yang diukur dijalankan. Yang termasuk didalamnya adalah, Render (2001): (1) Pengukuran kerja dengan metode jam henti (*stop watch time study*) (2) Sampel pekerjaan (*work sampling*). (b) Pengukuran waktu kerja secara

tidak langsung. Merupakan pengukuran waktu kerja yang dilaksanakan secara tidak langsung yaitu bahwa si pengamat tidak harus berada di tempat pekerjaan yang diukur. Perhitungan waktu kerja dilakukan dengan membaca tabel-tabel waktu yang tersedia asalkan mengetahui jalannya pekerjaan melalui elemen-elemen pekerjaan atau elemen-elemen gerakan. Render (2001)

Langkah – Langkah Pengukuran Kerja



Gambar 1. Bagan Langkah-Langkah Pengukuran Kerja
 Sumber: Data yang Diolah (2014)

Keterangan:

- WN : Waktu normal
- C/T : *Cicle time* (waktu siklus)
- Alowance* : Faktor-faktor kelonggaran
- WB : Waktu baku
- P : *Performance rating* (peringkat kinerja)

Menentukan Performa Rating dan Allowance Faktor

Tabel 1. *Westing House Table*

SKILL				EFFORT			
+	0.15	A1	SUPER SKILL	+	0.13	A1	SUPER SKILL
+	0.13	A2		+	0.12	A2	
+	0.11	B1	EXCELENT	+	0.10	B1	EXCELENT
+	0.08	B2		+	0.08	B2	
+	0.06	C1	GOOD	+	0.05	C1	GOOD

Lanjutan Tabel 1

+ 0.03	C2		+ 0.02	C2	
0.00	D	AVERAGE	0.00	D	AVERAGE
- 0.05	E1	FAIR	- 0.04	E1	FAIR
- 0.10	E2		- 0.08	E2	
- 0.16	F1	POOR	- 0.12	F1	POOR
- 0.22	F2		- 0.17	F2	
	CONDITION			CONSISTENSY	
+ 0.06	A	IDEAL	+ 0.04	A	IDEAL
+ 0.04	B	EXCELENT	+ 0.03	B	EXCELENT
+ 0.02	C	GOOD	+ 0.01	C	GOOD
0.00	D	AVERAGE	0.00	D	AVERAGE
- 0.03	E	FAIR	- 0.02	E	FAIR
- 0.07	F	POOR	- 0.04	F	POOR

Sumber: Render (2001)

Tabel 1 adalah rumusan *rating performance* berdasarkan sistem *westing house* yang memiliki 4 indikator yaitu *skill*, *effort*, kondisi serta konsistensi dalam melakukan proses pekerjaan.

$P = 1 (+) / (-) \textit{skill} (+) / (-) \textit{effort} (+) / (-) \textit{condition} (+) / (-) \textit{consistency}$

$P > 1$ bekerja sangat cepat

$P = 1$ bekerja wajar

$P < 1$ bekerja lambat

PERT. PERT atau dikenal dengan *PERT-type* sistem adalah sebuah prosedur perencanaan, penjadwalan, dan pengorganisasian proyek-proyek berskala besar yang didasarkan atas penggunaan jaringan dan teknik-teknik jaringan. PERT merupakan singkatan dari *Program Evaluation and Review Technique* atau teknik menilai dan meninjau kembali program. (Kirkpatric 1977: 11)

Teknik PERT adalah suatu metode yang bertujuan untuk sebanyak mungkin mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan dan konflik produksi, mengkoordinasikan dan mensinkronisasikan berbagai bagian sebagai suatu keseluruhan pekerjaan dan mempercepat selesainya proyek. Teknik ini memungkinkan dihasilkannya suatu pekerjaan yang terkendali dan teratur. PERT juga merupakan suatu fasilitas komunikasi dalam hal bahwa PERT dapat melaporkan kepada manajer perkembangan yang terjadi baik yang bersifat menguntungkan maupun tidak. PERT juga dapat menjaga para manajer mengetahui dan mendapat keterangan ini secara teratur. Lebih dari itu semua, PERT merupakan suatu pendekatan yang baik sekali untuk mencapai penyelesaian proyek tepat pada waktunya. (Kirkpatric 1977: 11)

PERT-type sistem menggunakan *network* (jaringan kerja) untuk menggambarkan inter-relasi di antara elemen-elemen proyek. Setelah *network* suatu proyek dapat digambarkan, langkah berikutnya adalah mengestimasi waktu yang diperlukan untuk masing-masing aktivitas, dan menganalisis seluruh diagram jaringan untuk menentukan waktu terjadinya masing-masing kejadian (*event*). Dalam mengestimasi dan menganalisis waktu ini, akan kita dapatkan satu atau beberapa lintasan tertentu dari kegiatan-kegiatan pada *network* tersebut yang menentukan jangka waktu penyelesaian seluruh proyek. Lintasan ini disebut lintasan kritis (*critical path*). Selain itu ada pula lintasan yang tidak kritis yang

mempunyai waktu untuk bisa terlambat, yang dinamakan *float*. Setiap jaringan memiliki titik inisiasi sebagai awal dan titik terminasi sebagai tanda berakhirnya suatu jaringan proyek. (Kirkpatrick 1977: 11)

Beberapa Pengertian Penting dalam PERT. (a) Kegiatan: merupakan bagian dari keseluruhan pekerjaan yang mengkonsumsi waktu dan sumber daya, serta ada waktu mulai dan ada waktu selesainya. Biasanya disimbolkan dengan anak panah. (b) Peristiwa: sesuatu yang menandai dimulainya dan diakhirinya suatu kegiatan biasanya disimbolkan dengan tanda lingkaran. (c) Jalur kritis: adalah jalur terpanjang dalam keseluruhan pekerjaan, dan waktunya menjadi waktu penyelesaian minimum yang diharapkan, sehingga: Penundaan kegiatan pada jalur ini akan mengakibatkan keterlambatan proyek. Penyelesaian proyek dapat dipercepat bila dapat memperpendek waktu penyelesaian kegiatan-kegiatan yang ada di jalur kritis ini, dengan memanfaatkan sumber daya yang longgar pada kegiatan-kegiatan yang tidak termasuk jalur kritis. (d) Waktu kegiatan: waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu kegiatan. Dalam PERT digunakan *expected time*, yang merupakan kombinasi dari ke tiga waktu sebagai berikut: (1) Waktu *optimistik* (a): adalah waktu kegiatan apabila semua berjalan dengan lancar tanpa hambatan atau penundaan-penundaan. (2) Waktu *realistik* (m): waktu kegiatan yang akan terjadi apabila suatu kegiatan berjalan dengan normal, dengan hambatan atau penundaan yang wajar dan dapat diterima. (3) Waktu *pesimistik* (b): waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan apabila terjadi hambatan atau penundaan yang melebihi semestinya. (4) Expected Time (ET): waktu yang diharapkan untuk menyelesaikan aktifitas. (5) V: selisih waktu penyelesaian aktifitas

Dari kelima waktu tersebut, waktu yang digunakan adalah waktu yang diharapkan/ *expected time*, yang diperoleh dari rumus 1 dan 2.

$$\text{Expected Time (ET)} = \frac{a + 4(m) + b}{6} \quad (1)$$

$$V = ((b-a)/6)2 \quad (2)$$

Berkaitan dengan dimulai dan diakhirinya suatu kegiatan, beberapa istilah penting adalah: (a) *Earliest Start Time* (ES): adalah waktu tercepat suatu kegiatan dapat dimulai. (b) *Latest Start Time* (LS): adalah waktu paling lambat untuk memulai suatu kegiatan tanpa penundaan keseluruhan pekerjaan. (c) *Earliest Finish Time* (EF): adalah waktu tercepat suatu pekerjaan dapat diselesaikan (ES+ET). (d) *Latest Finish Time* (LF): adalah waktu paling lambat untuk menyelesaikan suatu pekerjaan tanpa penundaan pekerjaan secara keseluruhan (LS+ET). (e) *Slack (s)*: waktu *slack*/ waktu mundur aktifitas, yang sama dengan (LS-Es) atau (LF-Ef)

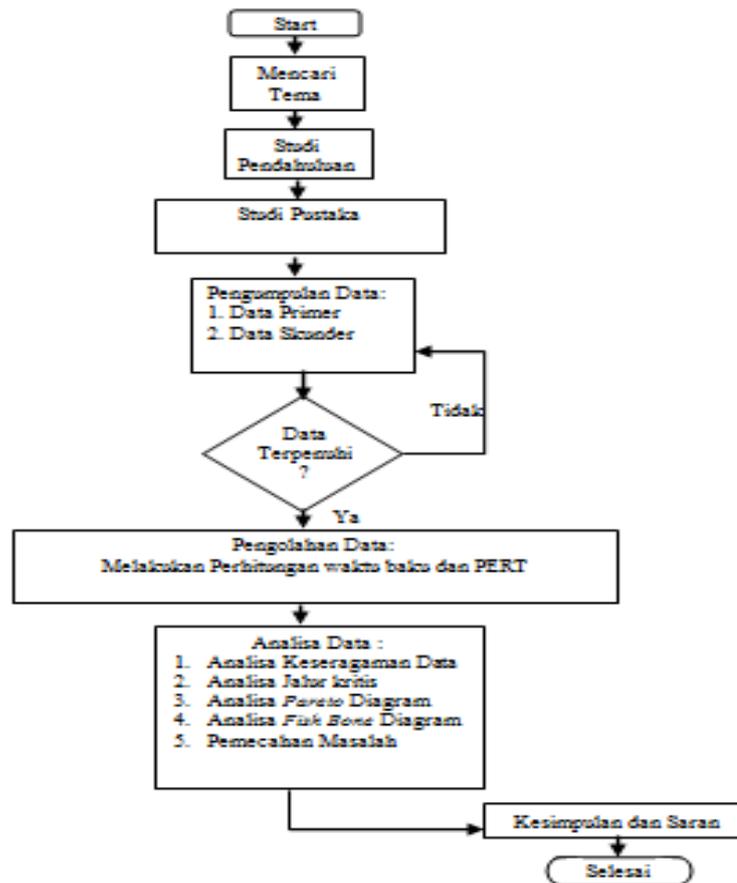
Penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan Jalur Kritis telah dilakukan oleh beberapa peneliti baik di dalam negeri maupun luar negeri. Penelitian tersebut banyak yang telah dipublikasikan di dalam jurnal nasional maupun internasional. Pada hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti-peneliti

sebelumnya, diantaranya adalah: (1) Son & Kim (2005) dalam penelitiannya menggambarkan model alur kerja dengan satu set alur kerja kontrol konstruksi yang memberikan tenaga yang cukup untuk mengekspresikan model sebagian besar proses bisnis saat ini. Kemudian, metode sistematis mengidentifikasi jalur kritis untuk skema alur kerja yang diberikan. (2) Duncan. (1996) dalam penelitiannya menggambarkan manajemen proyek adalah disiplin penting. itu pada dasarnya alat yang kuat untuk mengelola perubahan direncanakan atau dipaksakan. Perubahan sering dikelola sebagai sebuah proyek dan manajemen proyek menyediakan seperangkat alat yang diperlukan untuk memungkinkan manajer proyek untuk memberikan hasil yang sukses. (3) Bandyopadhyay (2002) dalam penelitiannya menggambarkan penggunaan CPM/ PERT pendekatan untuk pendaftaran/pelaksanaan QS-9000 di Kota Metro Auto Parts telah sukses besar. Pendekatan ini telah memberikan jaringan yang efektif rencana, membantu mengidentifikasi dan mempercepat kegiatan kritis, merekrut personil kualitas kritis dan memperkirakan sumber daya berharga untuk setiap kegiatan tepat pada waktunya. (4) Sánchez-Algarra & Anguera-Argilaga (2005) dalam penelitiannya menggambarkan kekhususan prosedur PERT acak dalam aplikasi yang diusulkan memiliki manfaat tambahan, yaitu kemungkinan mengetahui seberapa besar kemungkinan itu adalah bahwa program ini akan selesai dalam jangka waktu tertentu. Akses ke Informasi ini jelas memiliki dampak yang sangat besar dalam hal evaluasi keuangan program intervensi dan, akibatnya, dalam menentukan efisiensi mereka. (5) Morales-Sánchez, *et al.* (2009) dalam penelitiannya menggambarkan PERT dan CPM sebagai dasar alat untuk manajemen waktu yang efisien program sumber daya yang terbatas. (6) Wong (1964) dalam penelitiannya menggambarkan meskipun CPM bukan alat peramalan, tools ini menyediakan dasar bagi tindakan manajemen antisipatif. daerah kesulitan dapat diprediksi. tindakan remedial dapat diambil di waktu yang cukup untuk menghindari keterlambatan. (7) Cammarano (1997) dalam penelitiannya menggambarkan manajemen proyek adalah suatu keharusan dan bukan sebagai barang mewah. Strategy terhadap pendefinisian pekerjaan penghematan waktu menjadi solusi dalam project management. (8) Rozenes (2013) dalam penelitiannya menggambarkan makalah ini melaporkan sebuah studi yang dilakukan untuk menyelidiki metodologi manajemen proyek versus pendekatan pengelolaan intuitif. Hasil menunjukkan bahwa pertunjukan proyek ditingkatkan dengan menggunakan pendekatan sistematis.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian *kuantitatif, eksploratif deskriptif*, dengan melakukan pendekatan pengukuran waktu baku pada proses pekerjaan pemasangan atau instalasi pada *site* proyek untuk mendapatkan hasil identifikasi jalur kritis pada metode PERT sebagai metode penunjang serta melakukan *corrective action* agar pekerjaan pada jalur kritis tidak tertunda atau dapat terselesaikan lebih cepat.

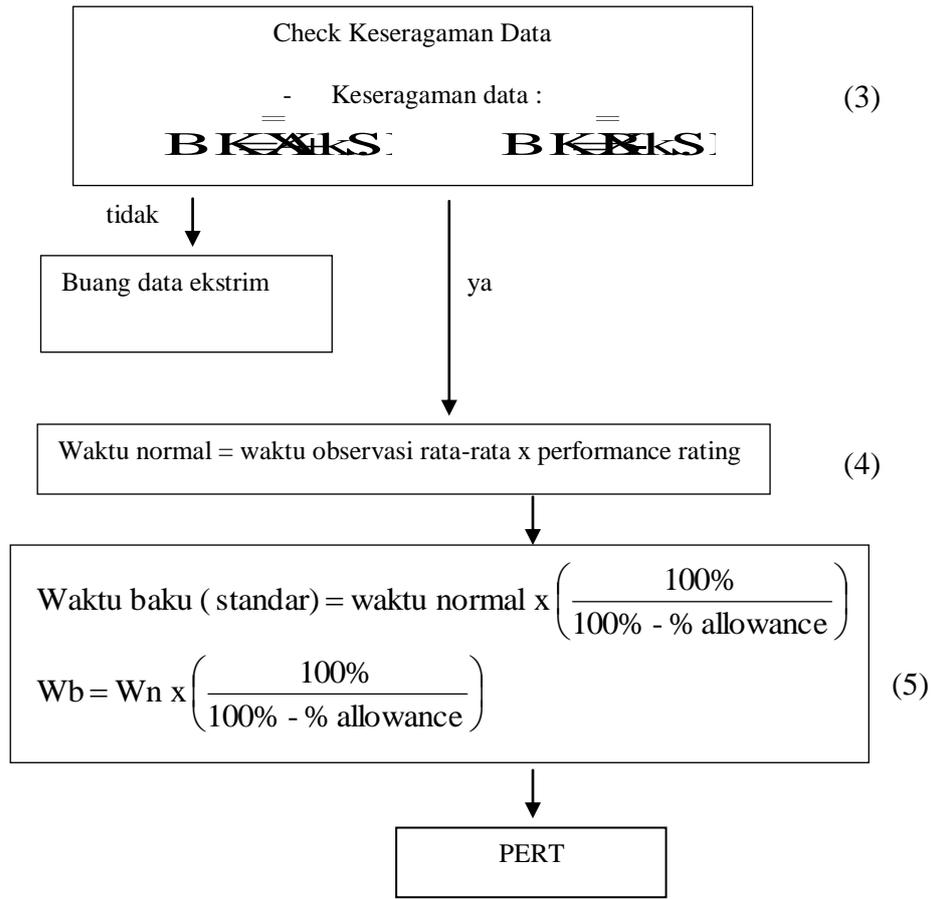
Flow Chart Penelitian. Untuk mendapatkan hasil yang diharapkan dan berjalan sesuai rencana maka perlu dibuatkan flow chart pada penelitian ini, Gambar 2 menggambarkan tahapan dalam proses penelitian:



Gambar 2. Flow Chart Penelitian
Sumber: Data yang Diolah (2014)

Analisis data. Data proses pemasangan, data mulai diuji dengan analisis statistik keseragaman data, kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari waktu baku dan dilanjutkan ke dalam analisa jalur kritis dengan menggunakan metode PERT dari hasil rangkaian pekerjaan yang didapatkan dari pengamatan langsung lapangan.

Alur analisis data dapat dilihat dalam alur pengolahan dan analisis data berikut:



Gambar 3. Flow Pengolahan Data
 Sumber: Data yang Diolah (2014)

Rumus 3 digunakan untuk menghitung keseragaman data dari hasil pengambilan waktu proses pada penelitian ini. Rumus 4 dan 5 digunakan untuk menghitung waktu baku dari setiap elemen proses pada penelitian ini

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian. Salah satu proyek yang akan diteliti pada penelitian ini adalah proyek dengan jumlah unit terbesar sepanjang tahun 2014 dengan kesulitan desain dan ekspektasi *customer* yang tinggi. Kualitas kerja dari pemborong, jumlah tenaga kerja yang dialokasikan pada proyek tersebut, dukungan kualitas hasil produksi dan target waktu penyelesaian yang pendek menjadi tuntutan agar proyek berjalan dengan sesuai rencana. Oleh karena itu proyek ini menjadi keputusan untuk dilakukan penelitian. Data jumlah produk dan jadwal pengiriman dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar Produk dalam Proyek

No	Unit	Tanggal Pengiriman
1	Pantry lt 1	5 Oktober 15
2	Living room lt 1	5 Oktober 15
3	Master bedroom lt 1	9 Oktober 15

Lanjutan Tabel 2

4	Mini Pantry lt 2	9 Oktober 15
5	Living room lt 2	20 Oktober 15
6	Kamar anak 1 lt 2	21 Oktober 15
7	Kamar anak 2 lt 2	21 Oktober 15
8	Dapur	21 Oktober 15
9	Library	21 Oktober 15
10	Ruang kerja lt 1	26 Oktober 15
11	Wardrobe master bedroom lt 2	28 Oktober 15
12	Master bedroom lt 2	29 Oktober 15
13	Kamar anak 3 lt 2	3 November 15

Sumber: PT PAP (2014)

PT PAP mempunyai syarat dan ketentuan *leadtime* proses penyelesaian pemasangan produk yang menjadi indikator kinerja dan target awal dalam upaya penyelesaian pekerjaan pemasangan secara tepat waktu. Ketentuan *leadtime* proses dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. *Leadtime* Proses Pemasangan

No	Jumlah Unit	Target penyelesaian
1	1 unit	7 hari kerja
2	2 unit	14 hari kerja
3	3 unit	21 hari kerja
4	4 unit	30 hari kerja
5	4 unit keatas	1.5 bulan

Sumber: PT PAP (2014)

Target waktu penyelesaian pada proyek yang diteliti adalah 1.5 bulan, dengan jumlah produk yang di pasang 13 unit produk dan pada pembahasan Gambar 4 adalah data aktual penyelesaian proses pemasangan dan terjadi keterlambatan yang akan dibahas lebih lanjut dalam penelitian ini.

Pengujian Keseragaman Data. Dari masing-masing unit produk pada Tabel 4 pengukuran waktu kerja secara tidak langsung dilakukan pada setiap sub proses pemasangan kemudian dilakukan pengujian keseragaman data. Peta kendali ini dikenal dengan nama *Xbar*, yang terdiri dari *Xbar-chart*. *Xbar* berarti nilai rata-rata sampel dan *Xbar-chart* dibuat untuk mengarahkan nilai tengah. Untuk menentukan *Upper Limit Control* (UCL), *Mean* dan *Lower Limit Control* (LCL) pada diagram SPC (*Statistical Process Control*) diperlukan nilai *mean* dan standar deviasi (*s*). Data dinyatakan seragam apabila data pengukuran waktu kerja secara tidak langsung pada setiap produk yang telah diambil berada pada batas kendali atas dan bawah (BKA dan BKB / UCL dan LCL). Bila ada data yang keluar dari batas kendali lebih baik data itu dibuang kemudian dilakukan uji keseragaman data lagi agar sesuai dengan standar batas kendali pada pengujian keseragaman data.

Tabel 4. Data *Mean* dan *Range*

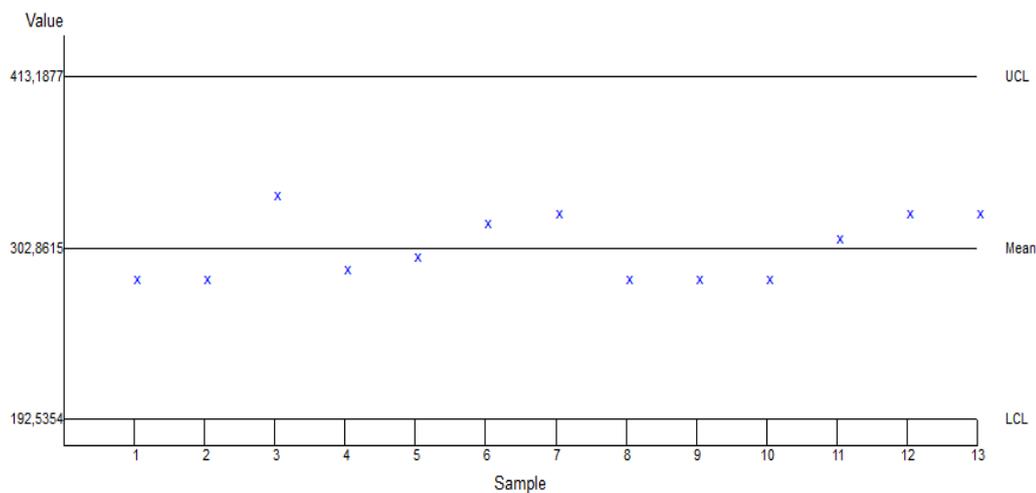
Sample Number	Mean	Range
pantry lt 1	282,6	480
living room lt 1	282,9	420
master bedroom lt 1	336,7	540
mini pantry	288,6	420
living room t 2	297,1	480
kamar anak 1 lt 2	318,5	420
kamar anak 2 lt 2	324,6	420
dapur	282,6	480
library	282,9	420
ruang kerja lt 1	282,9	420
wardrobe master bedroom lt 1	308,6	420
master bedroom lt 2	324,6	420
kamar anak 3 lt 2	324,6	420

Sumber: Data yang Diolah (2014)

Tabel 5. *X-bar Chart*

Sample	Mean	Range	3 sigma (99.73%)	X-bar Chart	Range Chart
pantry lt 1	282,6	480	UCL (Upper control limit)	413,1877	749,6862
living room lt 1	282,9	420	CL (Center line)	302,8615	443,0769
master bedroom lt 1	336,7	540	LCL (Lower Control Limit)	192,5354	136,4677
mini pantry	288,6	420			
living room t 2	297,1	480			
kamar anak 1 lt 2	318,5	420			
kamar anak 2 lt 2	324,6	420			
dapur	282,6	480			
library	282,9	420			
ruang kerja lt 1	282,9	420			
wardrobe master bedroom lt 1	308,6	420			
master bedroom lt 2	324,6	420			
kamar anak 3 lt 2	324,6	420			
Averages	302,9	443,08			

Sumber: Data yang Diolah (2014)



Gambar 5. UCL-LCL

Sumber: Data yang Diolah (2014)

Dari hasil pengolahan data diatas dari data waktu kerja dari 13 unit produk pada salah satu proyek yang diteliti menunjukkan data pengukuran waktu kerja seragam karena tidak ada data yang melewati batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL).

Perhitungan Waktu Baku. Langkah berikutnya pembahasan dalam penelitian ini adalah proses perhitungan waktu baku yang diperoleh dari pengukuran waktu kerja secara tidak langsung melalui pengalaman dan diskusi dengan leader terkait. Allowance yang ditetapkan dari PT PAP adalah 10%. *Performa rating* didapatkan dari metode *Westing House* dan dilakukan analisa berdasarkan 3 perbedaan waktu kerja untuk melihat perbedaan *skill*, *effort*, kondisi dan konsistensi pada pagi hari saat mulai bekerja, siang hari, dan sore hari menjelang pekerjaan selesai. Hasil dari pengukuran *performa rating* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan *Performa Rating*

	skill	effort	condition	consistency	jumlah				
pagi	+	0,06	-	0,04	+	0,04	+	0,01	0,07
siang	+	0,06	-	0,04	+	0,02	+	0,04	0,08
sore	+	0,06	+	0,08	-	0,03	-	0,02	0,09

Sumber: Data yang Diolah (2014)

Langkah berikutnya setelah *performa rating* ditetapkan adalah pengukuran waktu baku. Pengukuran waktu baku dalam 1 unit produk dibagi dalam beberapa elemen pokok untuk mempermudah proses penelitian.

Tabel 7 memperlihatkan rekapitulasi perhitungan waktu baku dari 13 produk yang diteliti pada setiap elemen kerja.

Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Baku

proses produk	loading,	pemasangan		pemasangan							pemasangan					
	persiapan lokasi,	proses marking	adjuster lag & cab	pemasangan gan cab	pemasangan gan cab	instalasi listrik	pemasangan gan back panel	gan back panel kaca	pemasangan gan top table	pemasangan gan cab wardrobe	connect listrik	pemasangan gan fitting	aksesoris appliance s	penyetel an pintu	penyetel an akhir	penyetel cleaning
	cek kelangka pan (mnt)	ukuran (mnt)	bawah (mnt)	atas (mnt)	gantong (mnt)	(mnt)	panel (mnt)	(mnt)	(mnt)	(mnt)	(mnt)	(mnt)	(mnt)	(mnt)	(mnt)	(mnt)
Pantry lt 1	263,7	142,2	373,3	355,6		248,9	195,6	426,7	284,4		248,9	177,8	195,6	88,9	142,2	373,3
Living room lt 1	266,7	142,2	320,0		320,0	391,1	320,0	391,1	195,6		302,2	106,7	177,8	53,3	160,0	373,3
Master bedroom lt 1	284,4	213,3	373,3		391,1	213,3	231,1	373,3		462,2	160,0	160,0			160,0	568,9
Mini Pantry lt 2	266,7	160,0	373,3	373,3		248,9	213,3	391,1	284,4		266,7	177,8	195,6	106,7	158,0	414,8
Living room lt 2	266,7	160,0	373,3		355,6	355,6	320,0	426,7	195,6		320,0	160,0	213,3	88,9	142,2	320,0
Kamar anak 1 lt 2	266,7	266,7	373,3	320,0		266,7	266,7	355,6		462,2	213,3	106,7			195,6	426,7
Kamar anak 2 lt 2	266,7	266,7	320,0		320,0	266,7	266,7	355,6		462,2	213,3	106,7			195,6	408,9
Dapur	263,7	142,2	373,3	355,6		248,9	195,6	426,7	284,4		248,9	177,8	195,6	88,9	142,2	373,3
Library	266,7	142,2	320,0		320,0	391,1	320,0	391,1	195,6		302,2	106,7	177,8	53,3	160,0	373,3
Ruang kerja lt 1	266,7	142,2	320,0		320,0	391,1	320,0	391,1	195,6		302,2	106,7	177,8	53,3	160,0	373,3
Wardrobe master bedroom lt	266,7	160,0	462,2		284,4	266,7	195,6	426,7	177,8		213,3	302,2	195,6	195,6	266,7	426,7
Master bedroom lt 2	266,7	266,7	320,0		320,0	266,7	266,7	355,6		462,2	213,3	106,7			195,6	408,9
Kamar anak 3 lt 2	266,7	266,7	320,0		320,0	266,7	266,7	355,6		462,2	213,3	106,7			195,6	426,7

Sumber: Data yang Diolah (2014)

Analisis Jalur Kritis. Proses berikutnya pada penelitian ini adalah analisa jalur kritis dengan menggunakan metode PERT yang dilakukan melalui software POM QM untuk mengetahui jalur kritis pada setiap element pekerjaan untuk menanggulangi resiko keterlambatan pekerjaan. Proses pemrograman metode PERT dari 13 produk pada salah satu proyek yang diteliti.

Setelah ditemukan jalur kritis pada setiap elemen produk dengan metode PERT, diketahui perbandingan waktu penyelesaian dari masing masing produk dengan waktu penyelesaian secara aktual sebelum dilakukan analisa jalur kritis dengan metode PERT. Hasil perbandingan bisa dilihat dalam Tabel 8.

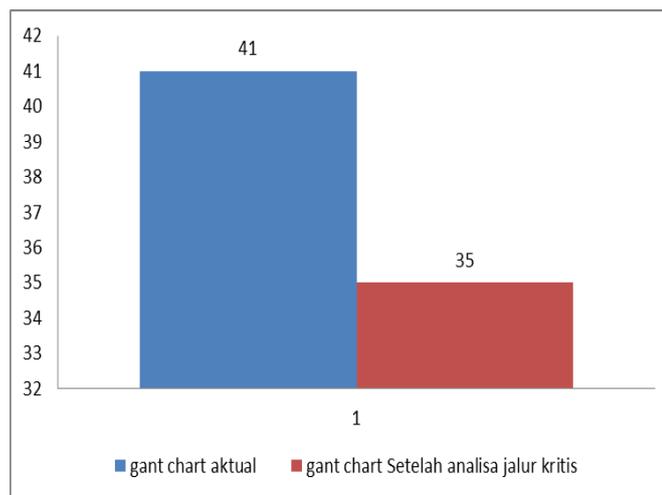
Tabel 8. Perbandingan leadtime aktual dengan leadtime PERT

Unit produk	Leadtime	
	PERT (hari)	Leadtime aktual (hari)
Pantry lt 1	9	11
Living room lt 1	8	10
Master bedroom lt 1	9	16
Mini Pantry lt 2	9	11
Living room lt 2	8	11
Kamar anak 1 lt 2	9	18
Kamar anak 2 lt 2	9	18
Dapur	9	11
Library	7	10
Ruang kerja lt 1	7	12
Wardrobe master bedroom lt 2	9	19
Master bedroom lt 2	9	23
Kamar anak 3 lt 2	9	24

Sumber: Data yang Diolah (2014)

Identifikasi jalur kritis membuktikan bahwa penyelesaian keseluruhan pekerjaan tidak melebihi batas waktu yang sudah ditetapkan perusahaan yaitu 1.5 bulan untuk proyek dengan jumlah produk 4 unit atau lebih.

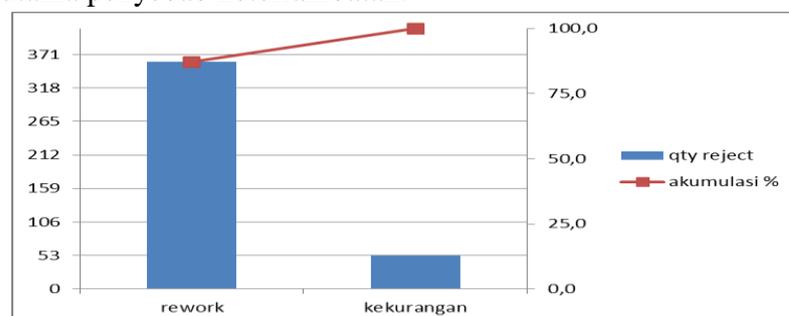
Berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data serta perbaikan terhadap masalah yang telah dilakukan maka dapat diasumsikan bahwa dengan mengimplementasikan metode PERT merupakan langkah yang tepat, PERT memberikan manfaat pendefinisian jalur kritis, jalur yang tidak boleh terjadi keterlambatan, serta dapat menggabungkan penyelesaian pekerjaan pada waktu tertentu. Dengan hasil seperti ini tentunya penelitian ini berdampak positif bagi PT PAP. Dengan meningkatnya kinerja, hal ini tentunya akan meningkatkan daya saing perusahaan. Gambar 6 memberikan perbandingan waktu penyelesaian pekerjaan secara aktual dengan kemungkinan waktu penyelesaian dari identifikasi jalur kritis.



Gambar 6. Perbandingan Waktu Penyelesaian Proyek
Sumber: Data yang Diolah (2014)

Gambar 6 memberikan informasi data penyelesaian proyek dalam penelitian ini secara aktual selama 41 hari kerja dan perbandingan dengan kemungkinan waktu penyelesaian proyek dari identifikasi jalur kritis dengan metode PERT selama 35 hari kerja yang tidak melewati target yang ditetapkan perusahaan selama 1.5 bulan untuk proyek dengan jumlah produk 4 unit atau lebih.

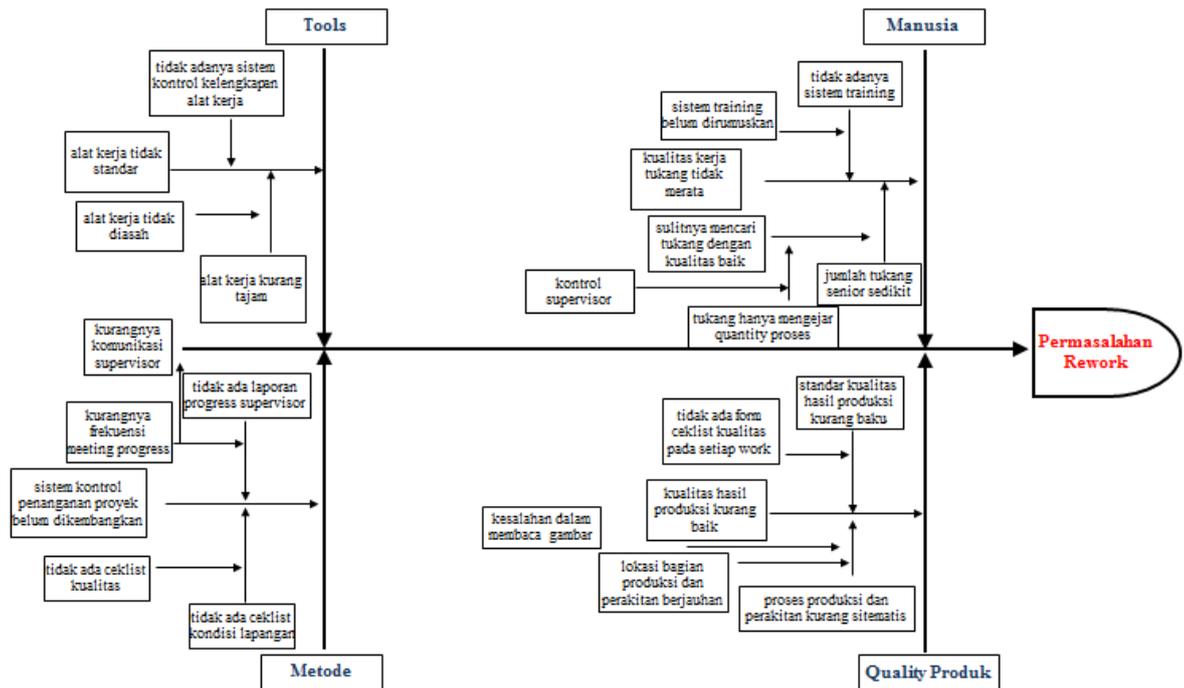
Diagram Pareto. Untuk mengetahui faktor utama penyebab keterlambatan proyek penyelesaian pada salah satu proyek yang diteliti pada PT PAP cabang bandung akan digunakan diagram *pareto*. Gambar 7 merupakan diagram *pareto* mengenai penyebab utama penyebab keterlambatan.



Gambar 7. Pareto Penyebab Keterlambatan Penyelesaian Proyek
Sumber: Data yang Diolah (2014)

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa penyebab utama keterlambatan penyelesaian salah satu proyek yang menjadi obyek penelitian adalah adanya *rework* komponen sebanyak 359 buah. (Lampiran 1)

Diagram Fish Bone. Berdasarkan hasil *pareto* maka analisis selanjutnya akan dilakukan penyebab dari terjadinya permasalahan *rework* tersebut dengan menggunakan diagram tulang ikan atau disebut juga dengan diagram *fish bone*. Pada Gambar 8 merupakan gambar diagram *fish bone* dari permasalahan *rework*.



Gambar 8. Fish Bone Penyebab Rework

Sumber: Data yang Diolah (2014)

Dari Gambar 8 diagram *Fish Bone* dirumuskan berdasarkan hasil *focus group discussion* dan didapat akar permasalahan *Rework* penyebab utama keterlambatan proses disebabkan oleh 4 faktor utama yaitu, manusia, *tools*, kualitas produk dan metode kerja. Dari setiap faktor terdapat permasalahan, untuk faktor manusia akar penyebab permasalahan adalah kualitas kerja tukang tidak merata, untuk faktor *tools* kerja akar penyebab permasalahan adalah *tools* kerja kurang standar dalam pengerjaan dilapangan, untuk faktor metode akar penyebab permasalahan adalah belum dikembangkannya sistem kontrol *progress* proyek, untuk faktor kualitas produk akar penyebab permasalahan adalah hasil produksi kurang baik.

Identifikasi Akar Permasalahan. Pada Gambar 8 dapat dilihat pada diagram *fish bone* telah didapatkan analisa akar penyebab permasalahan yang menyebabkan terjadinya *rework*, dan menjadi dasar dalam upaya perbaikan. Tabel 9 merupakan akar penyebab permasalahan *rework* yang telah dianalisis.

Tabel 9. Akar Masalah Penyebab *Rework*

No.	Faktor	Identifikasi Akar Permasalahan
1	Manusia	Jumlah tukang senior sedikit
2		Kontrol supervisor kurang
3		Sistem <i>training</i> belum dirumuskan
4	Tools	Tidak adanya sistem kontrol kelengkapan alat kerja
5	Metode	Alat kerja tidak diasah
6		Kurangnya komunikasi <i>supervisor</i>
7	Kualitas produk	Tidak ada ceklist kualitas
8		Tidak ada <i>form</i> ceklist kualitas pada setiap elemen kerja
9		Kesalahan dalam membaca gambar

Sumber: Data yang Diolah (2014)

Perbaikan. Pada tahapan perbaikan ini akan dilakukan perbaikan-perbaikan berdasarkan pada analisa yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Perbaikan ditetapkan dengan merumuskan perbaikan-perbaikan berdasarkan identifikasi akar permasalahan. Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat permasalahan terbesar adalah *rework* yang mencapai angka 359 komponen. Dan berdasarkan Gambar 8 dapat dilihat 4 penyebab utama *rework* adalah dari faktor manusia, *tools* kerja, kualitas produk dan metode, maka dari itu tindakan perbaikan dalam penelitian ini dalam upaya menjaga proses pada jalur kritis agar tidak terjadi keterlambatan proses dari upaya mengurangi *rework* yang terjadi dapat dilihat dalam Tabel 10.

Tabel 10. Perbaikan Untuk Mengurangi *Rework*

No.	Faktor	Identifikasi Akar Permasalahan	Perbaikan
1	Manusia	Jumlah tukang <i>senior</i> sedikit	Meningkatkan kualitas tukang junior
		Kontrol <i>supervisor</i> kurang	Meningkatkan frekuensi pengontrolan dengan membuat laporan wajib yang di sahkan oleh <i>customer</i>
		Sistem training belum dirumuskan	Merumuskan sistem training kerja tukang
2	Tools	Tidak adanya sistem kontrol kelengkapan alat kerja	Dilakukan audit untuk kelengkapan alat kerja tukang
		Alat kerja tidak diasah	Dilakukan audit untuk ketajaman alat kerja tukang
3	Metode	Kurangnya komunikasi <i>supervisor</i>	Membuat sistem laporan setiap hari untuk <i>internal</i> dan <i>eksternal</i> customer

Lanjutan Tabel 10

		Tidak ada ceklist kualitas	Membuat form ceklist kualitas pemasangan
4	Kualitas produk	Tidak ada <i>form</i> ceklist kualitas pada setiap elemen kerja Kesalahan dalam membaca gambar	Membuat <i>form</i> ceklist kualitas pada setiap work center bagian produksi Menerapkan program <i>engineering</i> baru

Sumber: Data yang Diolah (2014)

Dari Tabel 10 dapat dilihat usulan perbaikan yang didapat dari hasil analisis dengan menggunakan diagram *fish bone* dalam upaya untuk mengurangi keterlambatan yang diakibatkan adanya *rework* komponen terutama pada jalur kritis yang dapat mempengaruhi waktu penyelesaian proyek secara menyeluruh.

Pembahasan. Penelitian ini dimulai dengan dilakukannya pengukuran waktu baku dari pengukuran waktu kerja setiap elemen proses pada kegiatan pemasangan produk dalam proyek yang menjadi obyek penelitian. Hasil analisis jalur kritis pada metode PERT menunjukkan perbandingan waktu penyelesaian pekerjaan. Dari hasil laporan departemen instalasi penyelesaian pekerjaan adalah selama 41 hari, sedangkan dari hasil analisa jalur kritis pekerjaan bisa diselesaikan dalam waktu 35 hari. Ditemukan penyebab utama keterlambatan proses diakibatkan karena adanya proses *rework*.

Hubungan analisis jalur kritis pada metode PERT pada penelitian ini dengan upaya penanggulangan *rework* yaitu, analisa jalur kritis menjadi *early warning* sistem agar dalam sistem pelaksanaan pekerjaan elemen proses yang menjadi jalur kritis tidak terjadi pekerjaan *rework* dengan diterapkannya upaya perbaikan yang telah dirumuskan agar keseluruhan pekerjaan bisa diselesaikan tepat waktu

Untuk meningkatkan daya saing perusahaan yang tinggi maka salah satu strategi perusahaan untuk meningkatkan persaingan adalah dengan meningkatkan sistem atau metode kerja, oleh karena itu PT PAP melakukan perbaikan dengan metode PERT sebagai langkah awal melakukan analisa jalur kritis yang mempunyai kemungkinan keterlambatan proses.

Temuan Utama. Dengan mengumpulkan data-data sekunder dan primer kemudian diolah untuk mencari penyebab masalah yang terjadi maka didapat: (a) Perhitungan waktu baku pada ke 13 produk yang menjadi obyek penelitian dari setiap elemen kerja dapat diketahui berdasarkan hasil pengukuran waktu proses kemudian dilakukan perumusan *performa rating* dan perhitungan waktu baku. (b) Dari ke 13 produk pada salah satu proyek yang diteliti, 11 dari ke 13 produk pada setiap elemen proses nya adalah jalur kritis karena tidak adanya waktu longgar atau *slack* = 0, dan hanya 2 dari ke 13 produk yang hanya sebagian elemen prosesnya menjadi jalur kritis yaitu *pantry* lt 1 dan dapur. Penyebab utama keterlambatan proses pemasangan berdasarkan hasil *focus group discussion* dapat diketahui antara lain jumlah tukang *senior* yang sedikit dan lemahnya pengawasan *supervisor* PT PAP. (c) Upaya pencegahan keterlambatan diantaranya dengan melakukan training kepada tukang *junior* dan meningkatkan sistem *monitoring* *supervisor* dengan laporan progress proyek secara rutin.

PENUTUP

Kesimpulan. Dari hasil penelitian ini maka dapat dianalisis dan disimpulkan sebagai langkah akhir dari penelitian ini, adapun kesimpulannya sebagai berikut: (a) Perhitungan waktu baku pada ke 13 produk yang menjadi obyek penelitian dari setiap elemen kerja dapat diketahui berdasarkan hasil pengukuran waktu proses kemudian dilakukan perumusan *performa rating* dan perhitungan waktu baku. (b) Dari ke 13 produk pada salah satu proyek yang diteliti, 11 dari ke 13 produk pada setiap elemen proses nya adalah jalur kritis karena tidak adanya waktu longgar atau *slack* = 0, dan hanya 2 dari ke 13 produk yang hanya sebagian elemen prosesnya menjadi jalur kritis yaitu *pantry* lt 1 dan dapur. Penyebab utama keterlambatan proses pemasangan berdasarkan hasil *focus group discussion* dapat diketahui antara lain jumlah tukang *senior* yang sedikit dan lemahnya pengawasan *supervisor* PT PAP. (c) Upaya pencegahan keterlambatan diantaranya dengan melakukan *training* kepada tukang *junior* dan meningkatkan sistem *monitoring* *supervisor* dengan laporan progress proyek secara rutin.

Saran. Penelitian yang telah dilakukan ini merupakan penelitian yang jauh dari sempurna, masih banyak kekurangan dan kelemahan didalamnya, dengan keterbatasan yang terdapat dalam penelitian ini penulis memberikan saran dalam penelitian selanjutnya antara lain: (a) Pengelompokan data sebagai tahap awal dalam penelitian ini perlu direncanakan lebih baik dan lebih mendalam untuk mendukung kelancaran dan kualitas dalam penelitian ini. (b) Analisis variabel biaya dalam penelitian selanjutnya perlu dilakukan sebagai indikator keberhasilan penerapan metode PERT dalam penjadwalan yang akan di implementasikan pada sebuah perusahaan. (c) Pengembangan jumlah sampel penelitian akan memberikan gambaran lebih mendalam manfaat dari metode PERT dalam pola penjadwalan proyek berskala besar pada implementasi yang akan diterapkan pada perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adegoke, A. S. (2011). Measuring process effectiveness using CPM/PERT. *International Journal of Business and Management*, 6(6), 286.
- Bandyopadhyay, J. K. (2002). The CPM/PERT project scheduling approach to QS-9000 registration: A case study at a United States auto parts company. *International Journal of Management*, 19(3), 455.
- Cammarano, J. (1997). Project management: how to make it happen. *IIE solutions*, 29(12), 30-35
- Demeulemeester, E., & Herroelen, W. (1992). A branch-and-bound procedure for the multiple resource-constrained project scheduling problem. *Management science*, 38(12), 1803-1818.
- Montes-Guerra, M. I., Gimena, F. N., Pérez-Ezcurdia, M. A., & Díez-Silva, H. M. (2014). The Influence Of Monitoring And Control On Project Management Success. *International Journal of Construction Project Management*, 6(2), 163.
- Morales-Sánchez, V., Hernández-Mendo, A., Sánchez-Algarra, P., Blanco-Villaseñor, Á., & Anguera-Argilaga, M. T. (2009). Random PERT:

- application to physical activity/sports programs. *Quality & Quantity*, 43(2), 225-236.
- Prabhakar, G. P. (2009). Projects and their management: A literature review. *International Journal of Business and Management*, 3(8), 3.
- Render, Barry; Heizer, Jay. (2001). *Prinsip Prinsip Manajemen Operasi*. Edisi pertama. Salemba Empat. Indonesia.
- Rozenes, S. (2013). The impact of project management methodologies on project performance. *Perspectives and Techniques for Improving Information Technology Project Management*, 14.
- Sánchez-Algarra, P., & Anguera-Argilaga, M. T. (2005). Time management in the cost evaluation of limited resource programs. *Quality and Quantity*, 39(4), 391-411.
- Son, J. H., Kim, J. S., & Kim, M. H. (2005). Extracting the workflow critical path from the extended well-formed workflow schema. *Journal of Computer and System Sciences*, 70(1), 86-106.
- William R. Duncan. (1996). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Ebook.
- Wong, Y. (1964). Critical Path Analysis for New Product Planning. *The Journal of Marketing*, 53-59.