

OPTIMALISASI PERENCANAAN JARINGAN KERJA (*NETWORK PLANNING*) PADA OPERASIONAL PERAKITAN *EXPANDING GATE VALVE* (6D)

HARI MOEKTIWIBOWO DAN HEDI SOPIAN

Program Studi Teknik Industri Universitas Suryadarma, Jakarta.

ABSTRAK

PT. Alfa Valves Indonesia, merupakan perusahaan penyuplai dan service berbagai macam produk valve untuk kebutuhan bermacam-macam bidang industri, dengan bisnis utamanya adalah usaha pada pembuatan, fabricator, preparation and final inspection valves sesuai standar American Petroleum Institute 6D (API 6D) Spesification for Pipeline Valve, agar dapat mempertahankan eksistensinya di industri valve, maka perusahaan harus mengoptimalkan potensi yang ada, salah satunya di area produksi, harus mengoptimalkan kegiatan perakitan Expanding Gate Valve, guna mendapatkan profitabilitas maksimal dengan cara penyempurnaan sistem yang ada maka dibutuhkanlah standar waktu baku dan jaringan kerja (network planning).

Perakitan Expanding Gate Valve yang saat ini berjalan memerlukan standar urutan kegiatan waktu siklus, waktu normal dan waktu baku, hal tersebut mendasari agar menggunakan metode perhitungan waktu tersebut untuk standarisasi waktu kerja serta untuk jaringan kerja menggunakan metode Network Planning / Critical Path Method untuk mengoptimalkan perusahaan dalam perencanaan, pengendalian dan penjadwalan khususnya pada aktivitas perakitan komponen-komponen produk.

Kata kunci : *Expanding Gate Valve, Pengukuran langsung, Analisis Waktu Baku, Network Planning / CPM*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang tinggi mendorong industri berkembang semakin pesat, perkembangan industri yang pesat ini akan mendorong pertumbuhan produksi barang dan jasa yang berlimpah, dimana produsen berlomba-lomba menciptakan dan menghasilkan produk, baik berupa barang maupun jasa dengan menggunakan perkembangan teknologi tersebut, untuk meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup rakyat menuju terciptanya suatu masyarakat adil dan makmur. Cita-cita tersebut dibutuhkan peran serta seluruh warga negara diantaranya adalah peran perusahaan yang bergerak dalam bidang *manufacture* agar kegiatan bisnis dapat berjalan dengan baik.

Tuntutan globalisasi industri sekarang ini memaksa perusahaan untuk bisa meningkatkan profesionalisme yang tinggi dan

berusaha untuk mengambil tindakan dan strategi yang tepat, karena hanya perusahaan yang mempunyai keunggulan kompetitif saja yang akan mampu bertahan, proses operasional yang dilakukan oleh perusahaan harus menuju kepada perbaikan yang berkesinambungan.

PT. Alfa Valves Indonesia, merupakan perusahaan penyuplai dan *service* berbagai macam produk *valve* untuk kebutuhan bermacam-macam bidang industri seperti industri *oil and gas, petrochemical industry, pertilizer industry, pulp and paper industry, general industry* dll, selama ini produk yang dipasarkan oleh PT. Alfa Valve Indonesia adalah produk jadi yang berasal China. Pada akhir tahun 2013, PT. Alfa Valves Indonesia mendapatkan sertifikasi standar *American Petroleum Institute 6D (API 6D) Spesification for Pipeline Valve* untuk produk *Expanding Gate Valve*

dan lain-lain, standar tersebut mewajibkan perusahaan yang telah mendapat sertifikasi API 6D tidak lagi menjadi distributor *valve*, akan tetapi menjadi perusahaan *Manufacture Valve*, minimum persyaratan untuk menjadi perusahaan *Manufacture Valve* sesuai standar API 6D harus membuat 1 komponen utama *valve* dan adanya perakitan (*assembly*) dalam proses operasinya.

Expanding Gate Valve yang dirakit karyawan selama ini memiliki kendala dalam proses operasinya, dikarenakan tidak ada metode dan teknik yang tepat, akibatnya adalah menurunnya kualitas *valve* karena susunan rakitan yang tidak terstandarkan, tidak ada waktu baku, membutuhkan waktu yang lama, target yang tidak tercapai dan menghabiskan biaya operasional yang tinggi.

Network Planning merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan dalam perencanaan, pengendalian dan penjadwalan khususnya pada aktivitas perakitan. Metode dasar yang digunakan penulis dalam *network planning* menggunakan metode lintasan kritis / *Critical Path Method* (CPM), CPM merupakan metode berdasarkan jaringan yang menggunakan keseimbangan waktu agar tiap kegiatan dapat diselesaikan lebih cepat dari waktu normalnya dengan cara memintas kegiatan untuk waktu dan biaya tertentu, dengan demikian untuk menyelesaikan perakitan waktu yang lebih sedikit.

METODE

Langkah-Langkah Pemecahan Masalah

Untuk menyelesaikan masalah dalam penulisan tugas akhir ini memerlukan langkah-langkah pemecahan yang jelas dan berkesinambungan dengan cara:

Observasi Lapangan

Pengamatan kegiatan di *Department Production* pada area *Assembling Produk* di PT. Alfa Valves Indonesia untuk mengidentifikasi masalah yang terjadi di pabrik.

Identifikasi Masalah

Berdasarkan pengamatan di area *Assembling Expanding Gate Valve* terjadi pemborosan waktu yang cukup tinggi dalam perakitannya, dalam penelitian ini diambil analisis waktu baku pada proses perakitan tersebut untuk dapat dianalisis kembali menggunakan *Network Planning*.

Studi Pustaka

Menggunakan buku-buku referensi mengenai waktu standar, waktu baku khususnya pada bab yang membahas mengenai waktu perakitan dan menggunakan *network planning* untuk membahas mengenai jaringan kerja perakitan *Expanding Gate Valve* dan menganalisis efisiensi waktu dan biayanya.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data bertujuan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian. Data yang digunakan adalah:

1). Data Primer

Data Primer adalah sumber data yang secara langsung memberikan data kepada pengumpul data, yaitu data-data berupa sejumlah keterangan melalui teknik *interview* dengan staf dan manager teknik atau fakta yang penulis peroleh langsung dari tempat perakitan mengenai :

- a). Urutan perakitan *valve*
- b). Waktu baku proses perakitan *valve* (*Stopwatch*)

2). Data Sekunder

Sumber data sekunder merupakan sumber data yang tidak memberikan informasi secara langsung kepada pengumpul data. Sumber data sekunder ini dapat berupa hasil pengolahan lebih lanjut dari data primer yang disajikan dalam bentuk lain atau dari orang lain, antara lain berupa data-data yang berkaitan dengan perakitan operasional perakitan *valve* berupa:

- a). Gambar-gambar shop drawing
- b). Data volume perakitan *EGV*
- c). Laporan pengiriman
- d). Laporan biaya perakitan *EGV*

Pengolahan Data

Setelah data telah terkumpul semua, maka dilakukan pengolahan data dengan cara: menganalisis waktu siklus, waktu standar dengan perhitungan metode *Performa Rating* untuk penyesuaian serta kelonggaran waktu menggunakan tabel *allowance rating* yang diberikan dalam melakukan kegiatan untuk waktu baku waktu normal dan waktu baku perakitan *Expanding Gate Valve* dan menerapkan *network planning* dengan metode Critical Path Method (CPM), perhitungan maju $ES_i = ES_{(i-j)} + D_i$, perhitungan mundur $LS_i = LS_{(i-j)} + D_i$, perhitungan mengambang $LS_{ij} = LC_j - D_{ij}$; $EC_{ij} = ES_j - D_{ij}$, serta diagram *bar chart* dengan menggunakan *Microsoft project 2007* untuk melihat kebenaran perahitungan menggunakan manual dengan hasil yang didapatkan dengan menggunakan aplikasi komputer metode *Critical Path Method (CPM)*.

Analisis dan Pembahasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perakitan di PT. Alfa Valves Indonesia, selama ini tidak memiliki urutan perakitan yang standar,

Berikut tahapan analisis dan pembahasan yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu:

- a. Menentukan susunan rangkaian rakitan *Expanding Gate Valve*, dengan mendiskusikan dengan *department* terkait (PPIC, *Engineering*, *Production* dan *Quality Control*).
- b. Menentukan waktu siklus, waktu standar dan waktu baku proses perakitan setiap komponen *Expanding Gate Valve* hingga menjadi sebuah produk.
- c. Mengidentifikasi jalur kritis (*critical path*) dan *float* pada jaringan kerja dan lamanya waktu pengerjaan dengan hasil kalkulasi waktu dengan rangkaian kerja menggunakan jaringan kerja menggunakan *network planning* untuk menunjukkan penghematan / efisiensi waktu perakitan 1 unit produk menjadi lebih ringkas dan cepat sesuai dengan *production planning*.
- d. Setelah jalur kritis diketahui, langkah selanjutnya adalah menentukan efisiensi waktu percepatan dan biaya untuk optimasi setiap kegiatan.

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian penghitungan waktu perakitan dan efisiensi waktu proses perakitan dan biaya, dengan perbandingan biaya gaji operator harian dan perkaliannya sesuai dengan lamanya target pada operasional kegiatan perakitan *Expanding Gate Valve* di PT. Alfa Valves Indonesia makanya valve yang telah terakit memiliki kualitas valve yang menurun, hal yang sering terjadi adalah kebocoran (*leakage*), maka dari penulis akan menyusun rangkaian perakitan

Expanding Gate Valve, dan hal tersebut pula telah didiskusikan oleh

Engineering Department, QA/QC dan Production.

Tabel 1 Bill Of Material

NO	PART NAME	MATERIAL
1	Body	ASTM A216 Gr. WCB
2	Wedge Disc 1	ASTM A105 + Ni60
3	Wedge Disc 2	ASTM A105 + Ni60
4	Seat Ring	ASTM A276 Tp. 304 + STL 6
5	Lock Arm	Q235 + ENP
6	Lock Arm Pin	25 + ENP
7	Body Bonnet	ASTM A216 Gr. WCB
8	Stud Bolt (1)	ASTM A193 Gr. B7
9	Nut (1)	ASTM A194 Gr. 2H
10	Yoke Sleeve	ASTM A216 Gr. WCB
11	Gland Flange	ASTM A105
12	Stud Bolt (2)	ASTM A193 Gr. B7
13	Nut (2)	ASTM A194 Gr. 2H
14	Worm Gear	CARBON STEEL
15	Hand Wheel	MALLEABLE IRON
16	Stem Indicator	MALLEABLE IRON
17	O Ring	VITON B AED
18	Body Gasket	SWG SS 304 + GRAPH FILLER
19	Packing	GRAPHITE
20	O Ring	VITON B AED
21	O Ring	VITON B AED
22	O Ring	VITON B AED
23	Stem Fitting Injection	AISI TYPE 4140
24	Body Vent Valve (M)	AISI TYPE 4140
25	Body Vent Valve (S)	AISI TYPE 4140
26	Drain Plug	AISI TYPE 4140

Kegiatan perakitan di masing-masing lini harus memiliki keseragaman cara dalam melakukan assembly agar dapat memudahkan proses mana yang lebih dahulu dan mana yang harus dikerjakan belakangan, urutan perakitan ini bersifat penting karena berpengaruh terhadap hasil jadi dan durasi waktu untuk menyelesaikan perakitan dalam setiap lini

Pengukuran Waktu Perakitan

Untuk mengetahui waktu perakitan maka harus terlebih dahulu diketahui seberapa banyak pengukuran yang harus diteliti, pengukuran waktu kegiatan langsung, waktu siklus, waktu normal dan waktu baku

Banyaknya Pengukuran yang Harus diteliti

Penetapan jumlah pengamatan yang dibutuhkan dalam aktivitas teknik sampling selama ini dikenal lewat formulasi-formulasi tertentu dengan

mempertimbangkan dua faktor utama yaitu:

1. Tingkat ketelitian (*degree of accuracy*) Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya.
2. Tingkat kepercayaan / keyakinan (*level of confidence*). Tingkat keyakinan menunjukkan seberapa besar keyakinan si pengukur bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian tadi.

Analisis yang akan dilakukan untuk penelitian ini menggunakan data dengan tingkat ketelitian 5% dan tingkat kepercayaan 95%, artinya bahwa penyimpangan yang diperbolehkan dari rata-rata sebenarnya adalah 5% dan pengukuran yakin bahwa data yang diperoleh itu benar sebesar 95%, dari tingkat ketelitian yang akan diketahui.

$$N' = \left[\frac{k / s \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

- k = Tingkat kepercayaan 68% = 1
- k = Tingkat kepercayaan 95% = 2
- k = Tingkat kepercayaan 99% = 3
- s = Derajat ketelitian = 5% = 0.05
- N = Jumlah pengamatan
- N' = Jumlah data teoritis

Tabel 2. Urutan Kegiatan Perakitan EGV

KEG	NAMA KEGIATAN
A	Memasukan dan Menggemuki Small O Ring ke Seat Ring
B	Memasukan dan Menggemuki Middle O Ring ke Seat Ring
C	Memasukan dan Setting Seat Ring ke Dalam Body
D	Memasukan dan Setting Stem ke Dalam Wedge Disc
E	Memasukan dan Setting Guide Wedge 1 kedalam Wedge Disc
F	Menyatukan dan Setting Wedge Disc Menggunakan Lock Arm
G	Mengunci Wedge Disc Menggunakan Lock Arm Pins
H	Wedge Disc Dimasukan dan Setting ke dalam Body
I	Memasukan Packing ke Dalam Body Bonnet
J	Memasukan dan Menggemuki Small O Ring (B) dalam Body Bonnet
K	Memasukan dan Menggemuki Middle O Ring (BB) Body Bonnet
L	Memasukan dan Menggemuki Big O Ring (B) dalam Body Bonnet
M	Memasukan dan Setting Spiral Wound Gasket ke Dalam Body
N	Menggabungkan dan Setting Body Bonnet ke Body
O	Memasukan Stud Bolt ke Dalam Lubang Body Bonnet
P	Mengencangkan Stud Bolt dengan Nut
Q	Menggabungkan Yoke Sleeve dengan Body Bonnet
R	Memasukan Gland Flange ke Dalam Yoke
S	Memasukan Stud Bolt ke Dalam Yoke
T	Mengencangkan Stud Bolt Yoke dengan Nut
U	Memasukan Hand Wheel ke Gear Box
V	Memasukan Indicator Stem ke Gear Box
W	Menggabungkan dan Setting Gear Box ke Yoke
X	Memasukan dan Mengencangkan Stem Fitting Injector ke Body
Y	Memasukan dan Mengencangkan Body Fitting Injector ke Body
Z	Memasukan dan Mengencangkan Drain Plug ke Body

Ketelitian yang ingin diperoleh 5% (0.05) dan tingkat kepercayaan 95% (k=2) maka perbandingannya adalah $\frac{2}{0.05} =$

40, maka rumus untuk mendapatkan kecukupan data tersebut adalah

$$N' = \left[\frac{40 \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

Pengambilan data untuk analisis berapa banyak jumlah pengukuran langsung dengan menggunakan

sampel Kegiatan A (Memasukan dan Menggemuki *Small O Ring* ke *Seat Ring*)

Tabel 3 Kegiatan Perakitan EGV (30 Kali Pengukuran Waktu

	x	x²		x	x²		x	x²	N = 30 Σ x = 2140 Σ x² = 152700 (Detik)
1	74	5476	3	70	4900	5	73	5329	
	74	5476		72	5184		73	5329	
	72	5184		70	4900		72	5184	
	70	4900		72	5184		72	5184	
	70	4900		70	4900		72	5184	
2	70	4900	4	70	4900	6	72	5184	
	70	4900		70	4900		70	4900	
	71	5041		71	5041		70	4900	
	72	5184		72	5184		70	4900	
	72	5184		70	4900		72	5184	

$$N' = \left[\frac{40\sqrt{N\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{40\sqrt{152700 - (2140)^2}}{2140} \right]^2$$

$N' = 34.3$ kali

Jumlah pengukuran (N) dalam kegiatannya adalah $N' = 34.3$ kali, Jumlah kecukupan data $N=30$, masing belum mencukupi data pengukuran

EGV karena hasilnya terlalu kecil karena ($N' < N$), maka harus dibandingkan lagi dengan $N=40$, seperti Tabel dibawah ini.

Tabel 4 Kegiatan Perakitan EGV (40 Kali Pengukuran Waktu)

	x	x ²		x	x ²		x	x ²		x	x ²	
1	74	5476	3	70	4900	5	73	5329	6	72	5184	
	74	5476		72	5184		73	5329		72	5184	
	72	5184		70	4900		72	5184		70	4900	
	70	4900		72	5184		72	5184		70	4900	
	70	4900		70	4900		72	5184		70	4900	
2	70	4900	4	70	4900	6	72	5184	7	71	5041	
	70	4900		70	4900		70	4900		71	5041	
	71	5041		71	5041		70	4900		71	5041	
	72	5184		72	5184		70	4900		72	5184	
	72	5184		70	4900		72	5184		70	4900	
N = 40 $\sum x = 2847$ $\sum x^2 = 202975$ (Detik)												

$$N' = \left[\frac{40\sqrt{N\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{40\sqrt{202975 - (2847)^2}}{2847} \right]^2$$

$N' = 38.8$ Kali

Jumlah pengukuran (40 kali) diperlukan dalam kegiatannya adalah $N' = 38.8$ kali, Maka dengan tingkat ketelitian 5% dan kepercayaan 95% jumlah pengukuran $N=40$ adalah Cukup ($N > N'$)

Perhitungan waktu siklus kegiatan lini perakitan.

Tabel 5. Data Waktu Siklus

KEGIATAN	LINI 1 (Detik)	LINI 2 (Detik)	LINI 3 (Detik)	LINI 4 (Detik)	$W_s = \frac{\sum X_i}{N}$	Konversi Ke Menit
A	72	72	72	71	72	1.2
B	73	72	71	71	72	1.19
C	181	180	179	179	179	2.99
D	72	72	72	72	72	1.2
E	91	91	91	90	91	1.51
F	72	72	71	71	71	1.19
G	82	80	80	80	81	1.35
H	182	180	182	181	181	3.02
I	81	80	80	80	80	1.34
J	70	71	71	72	71	1.18
K	71	70	70	71	71	1.18
L	84	83	84	83	84	1.39
M	69	70	70	70	70	1.16
N	71	71	72	72	71	1.19
O	163	165	167	167	165	2.76
P	176	175	176	176	176	2.93
Q	96	96	98	98	97	1.62
R	118	118	119	116	118	1.96
S	113	114	114	114	114	1.9
T	133	132	131	132	132	2.2
U	71	70	70	70	70	1.17
V	72	71	71	71	71	1.19
W	114	113	113	113	113	1.89
X	70	70	68	51	65	1.08
Y	71	71	72	51	66	1.1
Z	72	72	71	51	66	1.11
\bar{x} lini (detik)	2537	2533	2533	2473	2519	42
Konversi ke Menit	42.86	42.21	42.2	41.21	42	42

Jadi, didapatlah waktu siklus dalam kegiatan perakitan Expanding Valve di lini 1(2537 detik atau 42.86 menit), di lini 2 (2522 detik atau 42.21), di lini 3

(2533 detik atau 42.20 menit) dan di lini 4 (2419 detik atau 41.21 menit) dan dihitunglah waktu siklusnya menggunakan rumus.

$$W_s = \frac{\sum X_i}{N}$$

$$W_s = \frac{42.86 + 42.21 + 42.20 + 41.21}{4}$$

$W_s = 41.98$ atau dibulatkan menjadi 42 menit, Maka waktu siklus yang didapatkan untuk kegiatan perakitan expanding gate valve adalah 42 menit.

Menghitung waktu normal

Menghitung waktu normal, rumus:

$$W_n = W_s \times p$$

W_n = Waktu normal

W_s = Waktu Siklus

P (Penyesuaian) = - Bila operator bekerja terlalu cepat ($p > 1$), Bila operator bekerja terlalu lambat ($p < 1$),Bila operator bekerja dengan wajar ($p = 1$)

Penentuan faktor penyesuaian (*rating factor*) dengan menggunakan *Westing House System's rating*, setelah dilakukannya pengamatan diketahui:

Keterampilan (*Skill*) : Good (C2) +0.03

Usaha (*Effort*) : Good (C2)

+0.02

Kondisi (*Condition*): Average (D) +0.00

Konsistensi (*Consistency*): Fair (E) -

0.02+0.03

Jadi $p = (1 + 0.06)$ atau $p = 1.03$

$$W_n = W_s \times p$$

$$W_n = 42 \times 1.03 = 43.26$$

Jadi waktu normal yang didapatkan adalah 43.26 menit.

Menghitung waktu baku perakitan

Cara menghitung waktu baku perakitan menggunakan rumus:

$$W_b = W_n + a$$

W_b = Waktu baku

W_n = Waktu normal

a = Allowance

Allowance (kelonggaran) operator memerlukan waktu khusus untuk keperluan personal, istirahat dan alasan-alasan lain yang diluar kontrolnya. *Allowance* (kelonggaran) operator dapat disebabkan oleh hal-hal sebagai berikut:

1. Tenaga yang dikeluarkan
2. Sikap kerja
3. Gerakan kerja
4. Kelelahan mata
5. Temperatur tempat kerja
6. Keadaan atmosfer
7. Keadaan lingkungan yang baik.

Untuk besarnya kelonggaran yang diberikan ditunjukkan pada table Tabel Standard Kelonggaran.

Nilai *allowance* yang didapat selama pengamatan terhadap kegiatan perakitan berlangsung adalah:

1. Tenaga yang dikeluarkan = 0.6%
2. Sikap kerja = 1.0%
3. Gerakan kerja = 2.0%
4. Kelelahan mata = 6.0%
5. Temperatur tempat kerja = 5.0%
6. Keadaan atmosfer = 3.0%

7. Keadaan lingkungan 2.0% +

$$a = \frac{100\%}{100\% - 20.4\%} = 1.25$$

Perhitungan waktu baku $W_b = W_n + a$

$$W_b = 43.26 + 1.25 = 44.51 \text{ Menit}$$

Jadi, dari masing-masing kegiatan didapatkanlah perhitungan waktu bakunya adalah 44.51 menit atau dibulatkan 44.5 menit

Network Planning

Pada penyelenggaraan suatu perakitan terdapat proses pengambilan keputusan dan proses penetapan tujuan, untuk melaksanakan proses ini perlu adanya masukan informasi yang tepat dan kemampuan pengambilan keputusan yang tinggi agar dapat melaksanakan pengambilan keputusan, supaya dapat melaksanakan keputusan yang telah diambil tersebut perlu adanya sumber daya yang dibutuhkan dalam keadaan siap pakai dan perlu adanya kemampuan yang tinggi untuk melaksanakan proses pengolahan sumber daya tersebut guna mencapai produk yang diharapkan. Kedua macam proses ini, yaitu proses pengambilan keputusan dan penetapan kebijaksanaan serta proses pelaksanaannya merupakan sistem operasi pada penyelenggaraannya.

Tabel 6 Nama Kegiatan, Kegiatan Pendahulu dan Waktu

KEG	NAMA KEGIATAN	PENDAHULU	WAKTU (Detik)
A	Memasukan dan Menggemuki Small O Ring ke Seat Ring		72
B	Memasukan dan Menggemuki Middle O Ring ke Seat Ring		72
C	Memasukan dan Setting Seat Ring ke Dalam Body	A, B	179
D	Memasukan dan Setting Stem ke Dalam Wedge Disc	C	72
E	Memasukan dan Setting Guide Wedge 1 kedalam Wedge Disc	D	91
F	Menyatukan dan Setting Wedge Disc Menggunakan Lock Arm	D	71
G	Mengunci Wedge Disc Menggunakan Lock Arm Pins	E, F	81
H	Wedge Disc Dimasukan dan Setting ke dalam Body	E, F	181
I	Memasukan Packing ke Dalam Body Bonnet	G, H	80
J	Memasukan dan Menggemuki Small O Ring (B) dalam Body	I	71
K	Memasukan dan Menggemuki Middle O Ring (BB) Body Bonnet	I	71
L	Memasukan dan Menggemuki Big O Ring (B) dalam Body Bonnet	I	84
M	Memasukan dan Setting Spiral Wound Gasket ke Dalam Body	J, K, L	70
N	Menggabungkan dan Setting Body Bonnet ke Body	M	71
O	Memasukan Stud Bolt ke Dalam Lubang Body Bonnet	N	165
P	Mengencangkan Stud Bolt dengan Nut	O	176
Q	Menggabungkan Yoke Sleeve dengan Body Bonnet	P	97
R	Memasukan Gland Flange ke Dalam Yoke	P	118
S	Memasukan Stud Bolt ke Dalam Yoke	P	114
T	Mengencangkan Stud Bolt Yoke dengan Nut	Q, R, S	132
U	Memasukan Hand Wheel ke Gear Box	T	70
V	Memasukan Indicator Stem ke Gear Box	T	71
W	Menggabungkan dan Setting Gear Box ke Yoke	Q, R, S	113
X	Memasukan dan Mengencangkan Stem Fitting Injector ke Body	U, V, W	65
Y	Memasukan dan Mengencangkan Body Fitting Injector ke Body	U, V, W	66
Z	Memasukan dan Mengencangkan Drain Plug ke Body	U, V, W	66
TOTAL			2519

Daftar kegiatan, kegiatan yang mendahului (ketergantungannya) dan durasi di atas terlebih dahulu harus

Peristiwa Kritis dan Lintasan Kritis

Peristiwa kritis adalah peristiwa yang tidak mempunyai tenggang waktu atau ES dan LS sama. Lintasan kritis ini dimulai dari peristiwa awal *network diagram* sampai dengan akhir *network diagram* berbentuk lintasan

Pada *network diagram* bisa dilihat dari bilangan ruang kanan atas dan ruang kanan bawah dari lingkaran tersebut.

Peristiwa 1,

Peristiwa Kritis sebab $ES_1 - LS_1 = 0$

Peristiwa 2,

Peristiwa Kritis sebab $ES_2 - LS_2 = 0$

Peristiwa 3,

Peristiwa Kritis sebab $ES_3 - LS_3 = 72$

dibuatkan jaringan kerja, baik perhitungan maju dan perhitungan mundur.

Peristiwa 4,

Peristiwa Kritis sebab $ES_4 - LS_4 = 251$

Peristiwa 5,

Peristiwa Kritis sebab $ES_5 - LS_5 = 323$

Peristiwa 6,

Peristiwa Kritis sebab $ES_6 - LS_6 = 414$

Peristiwa 7,

Peristiwa Kritis sebab $ES_7 - LS_7 = 595$

Peristiwa 8,

Peristiwa Kritis sebab $ES_8 - LS_8 = 675$

Peristiwa 9,

Peristiwa Kritis sebab $ES_9 - LS_9 = 759$

Peristiwa 10,

Peristiwa Kritis sebab $ES_{10} - LS_{10} =$

829

Peristiwa 11,

Peristiwa Kritis sebab $ES_{11} - LS_{11} =$

900

Peristiwa 12,
 Peristiwa Kritis sebab $ES_{12} - LS_{12} = 1065$
 Peristiwa 13,
 Peristiwa Kritis sebab $ES_{13} - LS_{13} = 1241$
 Peristiwa 14,
 Peristiwa Kritis sebab $ES_{14} - LS_{14} = 1359$
 Peristiwa 15,
 Peristiwa Kritis sebab $ES_{15} - LS_{15} = 1487$
 Peristiwa 16,

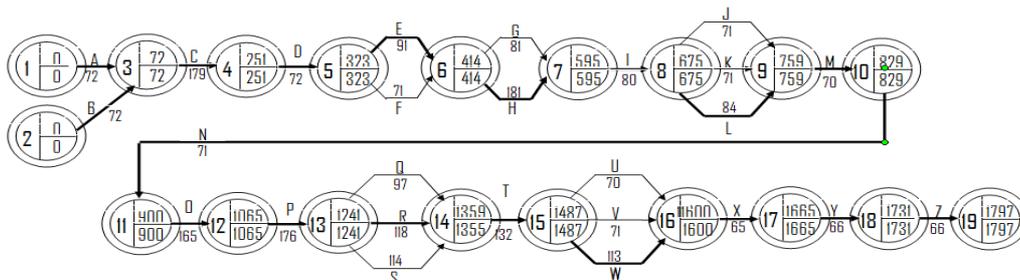
Peristiwa Kritis sebab $ES_{16} - LS_{16} = 1600$
 Peristiwa 17,
 Peristiwa Kritis sebab $ES_{17} - LS_{17} = 1655$
 Peristiwa 18,
 Peristiwa Kritis sebab $ES_{18} - LS_{18} = 1731$
 Peristiwa 19,
 Peristiwa Kritis sebab $ES_{19} - LS_{19} = 1797$

Jalur Kritis, Slack = 0 (Kegiatan Kritis = 18, Non Kritis = 8)

Diketahui dari tabel 4.11 tersebut peristiwa dan lintasan kritisnya adalah **A - B - C - D - E - H - I - L - M - N - O - P - R - T - W - X - Y - Z**, dilihat dari nilai *slack* yang

memiliki nomilai sama dengan 0, sedangkan kegiatan-kegiatan non kritisnya adalah, **F - G - J - K - Q - S - U - V**.

Maka jika dijadikan diagram jaringan terlihat seperti gambar dibawah ini.



Gambar 1. Lintasan Kritis

Hasil akhir menunjukkan waktu 1797 detik atau 29.95 menit, kurun waktu normal untuk mengerjakan 1 unit Expanding Gate Valve. Berikut ini adalah gambar Bar Chart Kegiatan Expanding Gate Valve.

Analisis dan Pembahasan

Waktu baku perakitan EGV telah diketahui dengan cara diamat pengukuran langsung menggunakan *Stopwatch* Studi yang di lakukan sendiri

oleh peneliti sendiri dan dibantu dengan bagian *Engineering*, dimana sebelumnya 6 bulan berjalan adanya hambatan-hambatan yang terjadi, karena ketidaktahuan urutan yang benar, biasanya operator melakukan kegiatan *assembly* sesuai dengan nalar dan kerja cepatnya sendiri sehingga menyebabkan waktu yang tidak konsisten serta kekeliruan dalam hasil jadinya, adapun faktor-faktor tersebut kami rangkum.

Tabel 7. Faktor-faktor Penyebab dan Solusi.

No	Faktor Penyebab	Akibat	Solusi
1	Kegiatan-perakitan tidak terstandarkan	- Durasi Selesai Panjang - Tidak Simetris - kualitas menurun - Valve Bocor	- Standarisasi Alur Proses Kegiatan Perakitan
2	Ketidaktahuan Pegawai alam Perakitan EGV	- Durasi Selesai Panjang - Banyak <i>idle</i>	- Pelatihan / Training - Standarisasi Alur Proses Kegiatan Perakitan

Analisis waktu baku perakitan Expanding Gate Valve

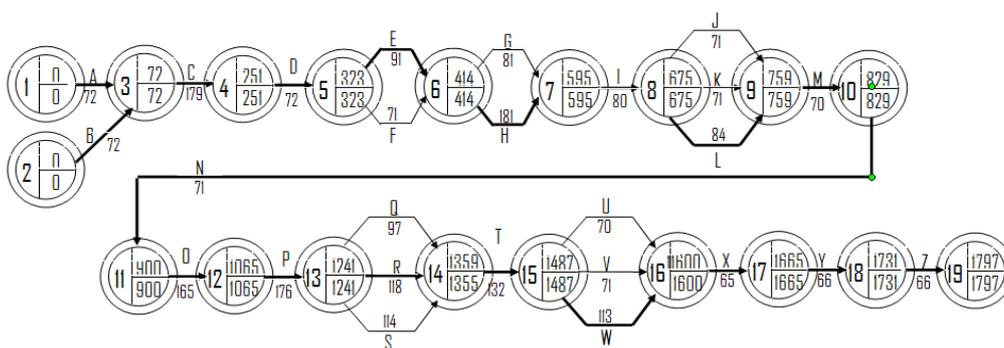
Perakitan yang telah diamati peneliti dalam merakit *Expanding Gate Valve* telah diseragamkan dengan *department* terkait, yang didahului oleh urutan kegiatan, kegiatan pendahulu dan kurun waktu kegiatan, kemudian

dianalisis kembali untuk menentukan perbandingan antara waktu perakitan sebelum ada studi tentang waktu baku dan setelah ada studi perhitungan waktu baku untuk mendapatkan efisiensi waktu perakitan *Expanding Gate Valve* dan telah diringkas dalam Tabel 8.

Tabel 8 Perbandingan Waktu Baku Perakitan EGV

Sebelum Ada Studi Perhitungan Waktu	Setelah Studi Perhitungan Waktu	
Hasil (Menit)		Hasil (Menit)
50-60	Waktu Siklus	
	$W_s = \sum \bar{x} / N$	42
	Waktu Normal	
	$W_n = 42 \times 1.03$	43.26
	Waktu Baku	
	$W_b = 43.26 + 1.25$	44.5
Selisih (50 - 44.5) ~ (60 - 44.5) = 5.5 s.d 15.5 menit/1unit		

Penerapan Perakitan EGV dengan Network Planning metode CPM



Gambar 2. Penerapan Perakitan EGV dengan Network Planning metode CPM

Penerapan perakitan EGV telah dilakukan perhitungan menggunakan *Network Planning* dengan metode CPM, sebelumnya telah dilakukan pula perhitungan waktu baku pada setiap lini perakitan didapatkan nilai 44.5 menit, setelah dilakukan perhitungan sistematis didalamnya terdapatlah angka ketergantungan/ yang mendahului dan waktunya.

Pada gambar telah dinyatakan bahwa waktu penyelesaian perakitan *Expanding Gate Valve* adalah 1797 detik.

Waktu selesai (CPM) 1797 detik / 60 = 29.95 menit.

Menghitung kembali waktu normal

$$W_n = W \text{ selesai} \times p$$

$$W_n = 29.95 \times 1.03 = 30.84 \text{ menit}$$

$P = 1.03$ (sesuai nilai penyesuaian sebelumnya)

Menghitung kembali waktu baku

$$W_b = W_n + a$$

$$W_b = 30.84 + 1.25 = 32.09 \text{ (32 menit)}$$

$a = 1.25$ (sesuai dengan nilai kelonggaran sebelumnya).

a. Perhitungan efisiensi waktu dan biaya perakitan EGV

Perhitungan efisiensi waktu dan biaya perakitan EGV dalam operasionalnya perhari – perbulan, serta waktu target pengiriman perbulan minimal 1.000 unit selama 2 tahun (24 bulan) atau 24.000 unit sampai dengan akhir tahun 2015 EGV ke PT. Alfa Valves Singapore, berdasarkan kesepakatan Purchase Order sebelumnya, adapun data pengiriman *Expanding Gate Valve* dari Bulan Januari – Juni

Tabel 9 Data Pengiriman EGV Jan–Juni 2014

NO	BULAN (2014)	JUMLAH PENGIRIMAN	KETERANGAN
1	JANUARI	615	Pengiriman<1000
2	FEBRUARI	725	Pengiriman<1000
3	MARET	832	Pengiriman<1000
4	APRIL	832	Pengiriman<1000
5	MEI	855	Pengiriman<1000
6	JUNI	901	Pengiriman<1000

Pengiriman bulan januari – Juni tersebut belum adanya standar dan ketetapan kerja untuk perakitan *Expanding Gate Valve*, maka dari itu jumlah Pengiriman<1000 atau jumlah

pengiriman masih belum tercapai, sehingga adanya kekurangan untuk mencapai jumlah pengiriman 1000 unit EGV perbulan sesuai dengan jadwal dan perjanjian sebelumnya Tabel 10.

Tabel 10. Perhitungan Lama Waktu Pengerjaan

THN	MENIT/ HARI KERJA	WAKTU BAKU / VALVE (menit)	JML LINI	UNIT / HARIAN	BULAN (2014–2015)	JUMLAH HARI KERJA	JML /BLN	TOTAL PROD. & KIRIM	KET
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)
2014	BELUM ADA STUDI PERHITUNGAN WAKTU				JANUARI	23	615	4760	I < 1000
					FEBRUARI	21	725		I < 1000
					MARET	22	832		I < 1000
					APRIL	22	832		I < 1000
					MEI	22	855		I < 1000
					JUNI	23	901		I < 1000
	480	32	4	60	JULI	22	1320	7920	I > 1000
					AGUSTUS	21	1260		I > 1000
					SEPTEMBER	22	1320		I > 1000
					OKTOBER	23	1380		I > 1000
					NOVEMBER	22	1320		I > 1000
					DESEMBER	22	1320		I > 1000
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)
2015	480	32	4	60	JANUARI	23	1380	11320	I > 1000
					FEBRUARI	22	1320		I > 1000
					MARET	22	1320		I > 1000
					APRIL	22	1320		I > 1000
					MEI	23	1380		I > 1000
					JUNI	22	1320		I > 1000
					JULI	22	1320		I > 1000
					AGUSTUS	23	1380		I > 1000
					SEPTEMBER	9.6	580		I > 1000
TOTAL								24,000 Unit Valves	

Diketahui bahwa waktu 1 hari kerja sama dengan 8 jam atau 480 menit perhari, dengan waktu baku yang didapat sebelumnya adalah 32 menit dengan jumlah lini yang ada adalah sebanyak 4 lini, sedangkan produktivitas yang dapat dicapai perhari adalah 60 unit, pada bulan januari sampai dengan bulan juni jumlah valve yang dihasilkan di area perakitan kurang dari 1000 unit (H<100) itu terjadi karena belum adanya standarisasi waktu dan urutan kegiatan di setiap lininya, sedangkan pada bulan juli 2014 sampai dengan juni 2014 area perakitan dengan waktu baku dan network planning yang diharapkan

melebihi dari 1000 unit valve / bulan tercapai. sehingga dihasilkan percepatan waktu penyelesaian untuk 24.000 unit valve, ditempuh dengan jangka perkiraan waktu penyelesaian lebih singkat yaitu dari awal bulan Januari 2014 – hingga 9.6 hari (dibulatkan 10 hari) di di bulan September 2015 atau sama dengan 21,33 bulan, hal tersebut terjadi karena sudah adanya standarisasi kegiatan-kegiatan perakitan valve di masing-masing lini perakitan, dengan asumsi akan lebih efisien waktu dibanding dengan tidak ada waktu kerja dan perencanaan jaringan kerja (*network planning*).

Tabel 11 Perhitungan Biaya

Perbandingan	Gaji 1 Orang (UMR) – Rp.	JML OPR SETIAP LINI	JML LINI	Rp. / BULAN (B*C*D)	LAMA Pengerjaan Bulan Hari		TOTAL (Rp.) (E*F)
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)
Kerja Normal	2,200,000	3	4	26,400,000	24	529	633,600,000
CPM-Percepatan	2,200,000	3	4	26,400,000	21.33	451	563,112,000
Selisih					2.67	78	70,488,000

Dari Tabel di atas di atas diketahui bahwa dalam Gaji 1 orang berdasarkan UMR wilayah kota Bogor sebesar Rp. 2.200.000 per bulan, jumlah operator

pada setiap lini adalah sebanyak 3 sedangkan jumlah biaya gaji perbulan yang dikeluarkan untuk perakitan expanding gate valve sebesar

Rp. 26.400.000, jika pekerjaan dilakukan dengan kerja normal sesuai dengan purchase order customer maka akan menghasilkan lamanya waktu 24 bulan atau 529 hari kerja dan total biaya gaji operator dari awal sampai akhir sebesar Rp. 633.600.000, sedangkan jika perakitan menggunakan waktu baku dan network planning (cpm) maka akan menghasilkan lama pengerjaan 21.33 bulan atau 451 hari kerja dengan total biaya gaji operator dari awal sampai selesai sebesar Rp. 563.112.000. jadi efisiensi dari didapatkan adalah perkiraan kurun waktu pekerjaan adalah 2.67 bulan atau 78 hari, atau efisiensi biaya sebesar Rp. 70.488.000

KESIMPULAN

Melalui hasil analisis dan pembahasa maka kesimpulan untuk tugas akhir ini yang dapat diambil adalah:

- a. Melalui hasil pengukuran langsung yang dilakukan disetiap lini perakitan expanding gate valve mendapatkan waktu siklus kegiatan pada 4 lini perakitan adalah 42 menit, waktu normal 43.26 menit, dan waktu baku adalah 44.5 menit.
- b. Penerapan perakitan Expanding Gate Valve menggunakan Network Planning dengan metode Critical Path Method, didapatkan jumlah kegiatan kritis sebanyak 16 (A-B-C-D-E-H-I-L-M-N-O-P-R-S-T-W-X-Y-Z), dan kegiatan non kritis berjumlah 8 (F-G-J-K-Q-S-U-V) dari total kegiatan sebanyak 26. Banyaknya kegiatan kritis tersebut didapatkan hasil perhitungan network planning dengan metode CPM tersebut bahwa waktu selesai 1797 detik atau 29.95 menit, serta mendapatkan nilai waktu normal = 30.84 menit dan waktu baku untuk membuat 1 unit = 32 menit.
- c. Efisiensi yang didapat yaitu adalah percepatan waktu perkiraan penyelesaian target yang seharusnya selesai selama 24 bulan atau 2 tahun, dapat diselesaikan dalam waktu 21.33 bulan atau 451 hari, perusahaan

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Tubagus Haedar, "**Prinsip-Prinsip Network Planning**", PT. Gramedia Pusaka Utama, Jakarta, Indonesia, 1995.
- Austen A.D. & Neale R.H "**Manajemen Proyek Konstruksi**", PT. Pustaka Binaman Pressindo, Anggota IKAPI, Menteng Raya, Jakarta Pusat 1994.
- Barnes, R. M "**Motion and Time Study, Design and Measurement of Work**" New York, John Willey & Sons, 1980.
- Fahrenkrog, Steve, PMP. 2004. "**A guide to the Project Management Body of Knowledge. Third Edition. Global Standard, ANSI. Project Mangement Institute**". Newtown Square Pennsylvania USA.
- Handoko, Hani, T 2012, "**Dasar-Dasar Management Produksi dan Operasi**" Edisi 1, BFPE-Yogyakarta.
- Jay, Heizer & Rener Barry 2009, "**Operation Management**" Penerbit Salemba Empat, Jagakarsa, Jakarta.
- Niebel, B. W. "**Motion and Time Study**" Honewood, Illinois, 1988.
- Soeharto, Iman, "**Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Opersional**" Penerbit Erlangga, Jakarta 1995.
- Taha, A, Hamdy "**Riset Operasi**" suatu pengantar, Jilid 2, Binarupa Aksara, Tangerang, Indonesia.