

# MANAJEMEN PROYEK PADA FASE KONSTRUKSI UNTUK STRUKTUR *DECK* DARI *WELLHEAD PLATFORM* PHE-12 PT PERTAMINA HULU ENERGI WEST MADURA OFFSHORE (PHE WMO) EPCI-1 OLEH PT GUNANUSA UTAMA FABRICATORS

Devita Rahma Fitria

*Program Studi Sarjana Teknik Kelautan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan*

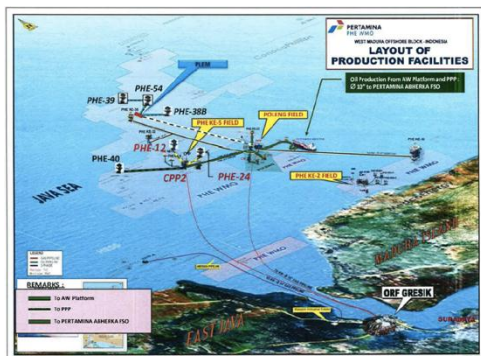
*Institut Teknologi Bandung*

[devitarahmafitria@gmail.com](mailto:devitarahmafitria@gmail.com)

**Kata Kunci:** *deck*, fase konstruksi, metoda konstruksi, analisis penjadwalan, estimasi biaya

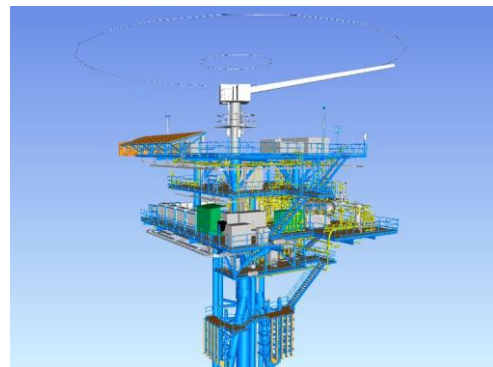
## PENDAHULUAN

PT Pertamina Hulu Energi West Madura Offshore (PHE WMO) merupakan *production sharing contractor* (PSC) milik SKK Migas dan beroperasi di lepas pantai blok Madura Barat. PHE WMO telah menemukan minyak di area selatan lepas pantai Madura dan berniat untuk menambah fasilitasnya melalui proyek yang dinamakan EPCI-1. Proyek ini nantinya akan menghasilkan 2 anjungan *wellhead* yang terdiri dari PHE-12 dan PHE-24, *pipeline*, dan *process platform bridge* CPP2 yang kemudian akan dihubungkan ke anjungan prosesnya (**Gambar 1**).



**Gambar 1** Lokasi PHE-12, PHE-24, dan Anjungan Proses CPP2

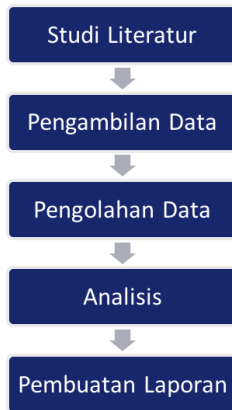
Studi kali ini akan membahas tentang metoda konstruksi oleh PT Gunanusa Utama Fabricators, perusahaan di bidang *engineering*, *procurement*, *construction*, and *installation* (EPCI) sebagai kontraktor utama proyek EPCI-1, yang selanjutnya menjadi dasar dalam perancangan jadwal dan estimasi biayanya. Dari dua anjungan *wellhead* yang ada, dipilih PHE-12 dengan batasan masalah hanya pada fase konstruksi strukturalnya. Fase konstruksinya sendiri dibatasi lagi hanya pada tahap fabrikasi, termasuk di dalamnya tahap pemasangan (*assembly*), dan ereksi dari struktur *deck* (**Gambar 2**). Batasan masalah lainnya dalam menyusun estimasi biaya hanya mencakup material dan tenaga kerja saja.



**Gambar 2** Konfigurasi *Deck* PHE-12

## TEORI DAN METODOLOGI

Kerangka kerja studi ditunjukkan **Gambar 3**.



**Gambar 3** Kerangka Kerja Studi

Penjadwalan (*scheduling*) adalah kegiatan yang bertujuan untuk mengelola waktu dan sumber daya proyek. Prosedur untuk melakukan kegiatan penjadwalan adalah:

1. Mengidentifikasi kelompok pekerjaan secara rinci dalam bentuk hierarki dengan *work breakdown structure* (WBS)
2. Menghitung volume pekerjaan material
3. Menghitung tingkat produktivitas pekerjaan sesuai dengan pemakaian sumber daya, menggunakan **Persamaan (1)**.

$$\text{Tingkat Produktivitas} = \frac{\text{Volume yang dihasilkan}}{\text{Jumlah sumber daya}} \quad (1)$$

4. Menghitung durasi pekerjaan dengan **Persamaan (2)**.

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Kuantitas}}{\text{Tingkat Produktivitas}} \quad (2)$$

5. Menyusun jadwal pekerjaan dengan perangkat Microsoft Project

6. Sementara, untuk Rancangan Anggaran Biaya disusun dengan cara:
7. Mengidentifikasi harga satuan bahan dan upah dari berbagai referensi
8. Menghitung nilai harga di tahun akan dilaksanakannya proyek dengan rumus dasar *future worth* pada **Persamaan (3)**.

$$F = P(1 + i)^N \quad (3)$$

Dimana;

F = nilai di masa depan

P = nilai di masa sekarang

i = nilai inflasi (diambil inflasi terbesar tahun itu)

N = jangka waktu yang dicari

9. Melakukan analisis harga satuan pekerjaan untuk masing-masing level 4 WBS sesuai dengan berat (kg) per pekerjaan
10. Menghitung Rancangan Anggaran Dasar total dengan mengalikan volume pekerjaan dan harga satuan, kemudian dihitung juga biaya tambahan (*mark up*) yang mencakup;
  - (1) *Overhead*, yaitu biaya yang harus dikeluarkan namun tidak berkaitan langsung dengan pekerjaan
  - (2) Biaya tak terduga, yaitu biaya untuk mengantisipasi pekerjaan tambahan yang mungkin terjadi
  - (3) Keuntungan, yaitu biaya jasa kontraktor

- (4) Pajak, yaitu biaya yang harus disetorkan kepada negara

Kurva-S adalah jadwal pelaksanaan proyek yang disajikan dalam bentuk tabel dan kurva yang berbentuk S. Kurva ini merupakan gambar persen kumulatif dari biaya yang dibutuhkan dalam suatu proyek yang diplot pada sumbu koordinat.

## HASIL DAN ANALISA

### Metoda Konstruksi

Metoda konstruksi struktur *deck* PHE-12 terdiri dari dua tahap, yaitu tahap persiapan dan tahap fabrikasi dan ereksi.

Tahap persiapannya meliputi:

1. Mengembangkan *shop drawing* dan *cutting instruction*
2. Menyiapkan prosedur teknis seperti prosedur fabrikasi & ereksi, prosedur pengangkatan, prosedur *load-out*, dll
3. Fabrikasi dan menyusun *temporary fabrication supports*
4. Fabrikasi dan menyusun *crossbeam* dan *weighing support* sebagai pendukung utama untuk ereksi, *load-out*, dan transportasi *deck*

Sementara, untuk tahap fabrikasi dan ereksinya meliputi:

1. *Cut profile* material sesuai dengan instruksi pemotongan dan *shop drawing*
2. Lakukan *blasting* dan pelapisan primer

3. Fabrikasi *deck leg*, *crane pedestal column*, *piles*, *handrails*, *stairways*, *ladders*, *crane boom rest*, *vent boom*, *equipment supports*, dll.
4. Fabrikasi *mechanical equipment*, jika ada. Beberapa paket *mechanical equipment* disediakan oleh *Vendor*.
5. Pasang (*assemble*) Cellar Deck Elev. (+) 40'-0", Sub Cellar Deck Elev. (+) 24'-0", Mezzanine Deck Elev. (+) 53'-0", dan Main Deck Elev. (+) 65'-0" pada *temporary fabrication support* yang sudah dilengkapi dengan *deck plating*, *grating*, dan *handrails*
6. Lakukan *intermediate coating* dan *top coating* (**Gambar 4**)
7. Pastikan *erection support* dan *load-out support* seperti *crossbeams* dan *weighing support* sudah terpasang
8. Instal *deck leg* dan *diagonal bracing* pada *crossbeam* (**Gambar 5**)
9. Instal Sub Cellar Deck Elev. (+) 24'-0" pada *crossbeam* menggunakan 4 *crane* atau kurang sesuai dengan yang disetujui pada prosedur pengangkatan (**Gambar 6**)



**Gambar 4** Top Coating



**Gambar 5** Pengelasan *Deck Brace*



**Gambar 6** *Deck Stacking* untuk *Sub Cellar Deck*

10. Tumpuk *Cellar Deck* Elev. (+) 49'-0" pada *crossbeam* menggunakan 4 *crane* atau lebih sesuai dengan yang disetujui pada prosedur pengangkatan.
11. Instal kolom, *bracing*, dan *crane pedestal column*
12. Instal *equipment* pada *Cellar Deck* (**Gambar 7**)
13. Instal *Mezzanine Deck* Elev. (+) 53'-0" pada *temporary column* di *Cellar Deck*.
14. Instal *equipment* di *Mezzanine Deck*.
15. Instal *mechanical equipment* pada *Sub Cellar Deck*, jika ada



**Gambar 7** Instal *Equipment*

16. Tumpuk *Main Deck* Elev. (+) 65'-0" pada *Cellar Deck* dengan menggunakan 4 *crane* atau lebih sesuai dengan yang disetujui pada prosedur pengangkatan.
17. Instal kolom dan *bracing* antara *Main Deck* dan *Mezzanine Deck* dan lepas semua *temporary support* di bawah *Mezzanine Deck*, instal *crane boom rest* dan bagian atas dari *crane pedestal column*, *stairways*, dll.
18. Instal *equipment* pada *Main Deck*.
19. Instal *pedestal crane*.
20. Lengkapi pekerjaan untuk struktural, *piping*, E&I, *telecom*, *mechanical*, dan *safety*.
21. Adakan *pre-commissioning* dan *module weighing*.
22. Instal semua *lifting gear* untuk *offshore installation*
23. Siap untuk dilakukan *load-out*.

### Analisis Penjadwalan

Barang yang diperhitungkan dalam tugas akhir ini adalah:

1. Struktur penopang *deck*; *Deck Leg*, *Deck Column*, *Bracing*, dan *Crane Pedestal Column*
2. Struktur dari masing-masing *deck*; *Main Framing*, *Secondary Framing*, dan *Flooring*
3. Struktur pelengkap *deck*; *Handrail*, *Stairway*, *Ladder*, *Vent Boom*, *Crane Boom Rest*, dan *Equipment Support*,

WBS untuk fase fabrikasi ditunjukkan oleh **Gambar 8** dan untuk fase ereksi oleh **Gambar 9**.

Ada dua perhitungan tingkat produktivitas yang dilakukan pada studi ini. Yang pertama adalah tingkat produktivitas berdasarkan proyek perusahaan sebelumnya dan yang kedua adalah tingkat produktivitas yang dipantau langsung di lapangan atau selanjutnya disebut sebagai produktivitas perhitungan manual. Khusus untuk produktivitas manual hanya dihitung untuk fase yang dianggap paling kritis, yaitu fabrikasi, sehingga untuk fase ereksinya sama. Asumsi produktivitas manual tersebut adalah:

1. Material siap fabrikasi
2. Kecepatan pengecekan dimensi tergantung pada *quality control* yang bertugas
3. Kegiatan NDT dilakukan ketika *yard* telah kosong,

4. Seluruh aktifitas memiliki durasi *Finish-to-Start* selama 0 hari, yang berarti suatu pekerjaan tidak dimulai jika pekerjaan sebelumnya belum selesai
5. Khusus untuk fabrikasi struktur *deck*, aktifitas *fit-up* dilakukan setelah barang sebelumnya selesai dilas dan hanya berlaku untuk *deck* pada elevasi yang sama saja

Dengan sub-aktifitas:

1. *Cut profile*
2. Pengecekan dimensi
3. *Fit-up*
4. *Welding*
5. NDT

**Tabel 1** menunjukkan perbandingan total keseluruhan proyek. Dari perhitungan durasi per pekerjaan, didapatkan durasi perhitungan manual mayoritasnya lebih lama daripada durasi produktivitas proyek sebelumnya. Hal ini mungkin terjadi akibat jumlah penggunaan tenaga kerja yang merupakan asumsi pribadi. Jumlah tenaga kerja ini mempengaruhi tingkat produktivitas yang juga akan mempengaruhi durasi pekerjaan. Namun, ketika dijadikan jadwal dengan urutan (*sequence*) dari masing-masing pekerjaan diatur ketergantungannya, totalnya tidak begitu jauh. Total durasi proyek perhitungan manual 20 hari lebih lama, dengan nilai error sebesar 8.88%. Perbandingan kedua *bar chart* jadwal ditunjukkan pada **Gambar 10**.

**Tabel 1** Perbandingan Total Durasi Proyek

|                            | Durasi Produktivitas<br>Proyek Sebelumnya<br>(hari) | Durasi Produktivitas<br>Manual (hari) | Error (%)    |
|----------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------|
| Fabrikasi                  | 144                                                 | 165.85                                | 15.17%       |
| Ereksi                     | 102                                                 | 102                                   | 0%           |
| <b>Total Durasi Proyek</b> | <b>246</b>                                          | <b>267.85</b>                         | <b>8.88%</b> |

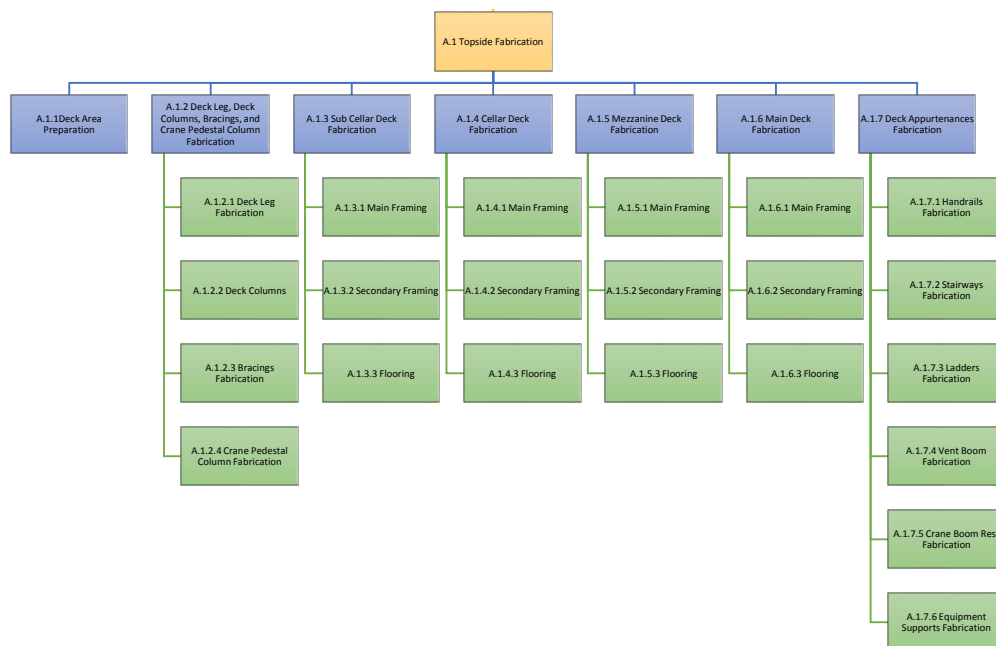
### Analisis Estimasi Biaya

Dengan menggunakan referensi harga satuan dari Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 11/PRT/M/2013 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum untuk bahan material dan upah pekerja, serta Pedoman Standar Minimal 2015 Ikatan Nasional Konsultan Indonesia (INKINDO) untuk upah pekerja, dibutuhkan perhitungan ekonomi rekayasa dengan nilai inflasi pada tahun 2013 adalah 8.38% dan 7.26% di tahun 2015. Setelah dilakukan perhitungan harga satuan pada tahun 2016 yang akan digunakan, selanjutnya dihitung Analisis Harga Satuan

Pekerjaan untuk upah dan bahan dari masing-masing pekerjaan, dengan cara mengalikan volume setiap pekerjaan dengan harga satuannya dan diakumulasikan, kemudian dibagi dengan total volume pekerjaan.

Rencana Anggaran Biaya (RAB) dibuat dengan mengalikan volume pekerjaan dengan nilai dari Analisis Harga Satuan Pekerjaan yang akhirnya akan ditambah dengan nilai *mark up*. RAB ditunjukkan pada **Tabel 2**.

Setelah menghitung RAB, Kurva-S dari estimasi biaya juga dibuat dan ditunjukkan pada **Gambar 11**. Kurva-S menunjukkan terjadi lonjakan yang signifikan setelah satu bulan perjalanan proyek atau di masa kegiatan fabrikasi dilakukan. Hal ini kurang baik dalam karena dapat menyulitkan pada masa awal bagi investor dalam memberikan investasi secara tergesa-gesa.

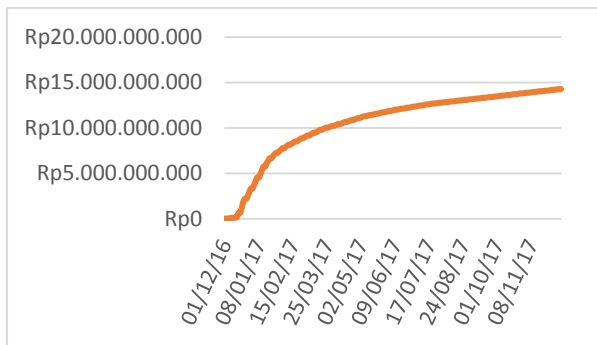


**Gambar 8** WBS Fase Fabrikasi



**Tabel 2 Rencana Anggaran Biaya**

| Uraian Pekerjaan                                                             | Kode WBS     | Volume Pekerjaan | Satuan | Analisis Harga Satuan Pekerjaan | Jumlah Harga         | Analisis Harga Satuan Pekerjaan | Jumlah Harga            |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------|--------|---------------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------|
|                                                                              |              |                  |        | UPAH                            |                      | BAHAN                           |                         |
| <b>Construction of PHE-12 Topside</b>                                        | <b>A</b>     |                  |        |                                 | <b>Rp975,238,103</b> |                                 | <b>Rp9,307,564,600</b>  |
| <b>Topside Fabrication</b>                                                   | <b>A.1</b>   |                  |        |                                 | <b>Rp900,719,190</b> |                                 | <b>Rp9,307,564,600</b>  |
| Supervisor                                                                   |              | 166              | hari   | Rp481,785                       | Rp79,904,060         |                                 |                         |
| <b>Deck Leg, Deck Column, Bracing, and Crane Pedestal Column Fabrication</b> | <b>A.1.2</b> |                  |        |                                 | <b>Rp51,921,228</b>  |                                 | <b>Rp1,971,974,662</b>  |
| Deck Leg Fabrication                                                         | A.1.2.1      | 39474            | kg     | Rp103                           | Rp4,064,703          | Rp12,773                        | Rp504,188,688           |
| Deck Colum Fabrication                                                       | A.1.2.2      | 53405            | kg     | Rp70                            | Rp3,733,835          | Rp12,656                        | Rp675,910,172           |
| Bracing Fabrication                                                          | A.1.2.3      | 56074            | kg     | Rp370                           | Rp20,772,897         | Rp12,731                        | Rp713,882,932           |
| Crane Pedestal Column Fabrication                                            | A.1.2.4      | 5122             | kg     | Rp4,558                         | Rp23,349,793         | Rp15,226                        | Rp77,992,870            |
| <b>Sub Cellar Deck Fabrication</b>                                           | <b>A.1.3</b> |                  |        |                                 | <b>Rp148,237,638</b> |                                 | <b>Rp689,727,821</b>    |
| Main Framing                                                                 | A.1.3.1      | 31863            | kg     | Rp1,515                         | Rp48,277,490         | Rp13,044                        | Rp415,637,365           |
| Secondary Framing                                                            | A.1.3.2      | 1490             | kg     | Rp25,352                        | Rp37,781,560         | Rp19,096                        | Rp28,458,560            |
| Flooring                                                                     | A.1.3.3      | 16249            | kg     | Rp3,827                         | Rp62,178,589         | Rp15,117                        | Rp245,631,895           |
| <b>Cellar Deck Fabrication</b>                                               | <b>A.1.4</b> |                  |        |                                 | <b>Rp161,102,736</b> |                                 | <b>Rp2,954,553,473</b>  |
| Main Framing                                                                 | A.1.4.1      | 78667            | kg     | Rp206                           | Rp16,184,135         | Rp19,096                        | Rp1,502,204,762         |
| Secondary Framing                                                            | A.1.4.2      | 31308            | kg     | Rp2,759                         | Rp86,373,616         | Rp19,467                        | Rp609,453,930           |
| Flooring                                                                     | A.1.4.3      | 56087            | kg     | Rp1,044                         | Rp58,544,984         | Rp15,028                        | Rp842,894,781           |
| <b>Mezzanine Deck Fabrication</b>                                            | <b>A.1.5</b> |                  |        |                                 | <b>Rp103,688,476</b> |                                 | <b>Rp1,253,359,150</b>  |
| Main Framing                                                                 | A.1.5.1      | 31387            | kg     | Rp514                           | Rp16,145,585         | Rp19,096                        | Rp599,354,776           |
| Secondary Framing                                                            | A.1.5.2      | 20522            | kg     | Rp1,926                         | Rp39,522,474         | Rp19,635                        | Rp402,948,544           |
| Flooring                                                                     | A.1.5.3      | 18194            | kg     | Rp2,639                         | Rp48,020,417         | Rp13,799                        | Rp251,055,830           |
| <b>Main Deck Fabrication</b>                                                 | <b>A.1.6</b> |                  |        |                                 | <b>Rp112,905,650</b> |                                 | <b>Rp1,913,218,425</b>  |
| Main Framing                                                                 | A.1.6.1      | 36184            | kg     | Rp600                           | Rp21,700,298         | Rp19,096                        | Rp690,955,181           |
| Secondary Framing                                                            | A.1.6.2      | 18385            | kg     | Rp2,080                         | Rp38,236,889         | Rp19,752                        | Rp363,132,588           |
| Flooring                                                                     | A.1.6.3      | 73658            | kg     | Rp719                           | Rp52,968,463         | Rp11,664                        | Rp859,130,656           |
| <b>Deck Appurtenance Fabrication</b>                                         | <b>A.1.7</b> |                  |        |                                 | <b>Rp242,959,403</b> |                                 | <b>Rp524,731,070</b>    |
| Handrail Fabrication                                                         | A.1.7.1      | 16408            | kg     | Rp6,679                         | Rp109,597,847        | Rp10,940                        | Rp179,503,394           |
| Stairway Fabrication                                                         | A.1.7.2      | 5588             | kg     | Rp5,825                         | Rp32,552,869         | Rp7,942                         | Rp44,380,305            |
| Ladder Fabrication                                                           | A.1.7.3      | 4582             | kg     | Rp4,386                         | Rp20,097,062         | Rp8,297                         | Rp38,016,314            |
| Vent Boom Fabrication                                                        | A.1.7.4      | 5823             | kg     | Rp4,341                         | Rp25,277,950         | Rp13,202                        | Rp76,873,618            |
| Crane Boom Rest Fabrication                                                  | A.1.7.5      | 3279             | kg     | Rp2,979                         | Rp9,770,531          | Rp13,602                        | Rp44,607,107            |
| Equipment Supports Fabrication                                               | A.1.7.6      | 7605             | kg     | Rp6,005                         | Rp45,663,145         | Rp18,587                        | Rp141,350,332           |
| <b>Topside Erection</b>                                                      | <b>A.2</b>   |                  |        |                                 | <b>Rp74,518,913</b>  |                                 |                         |
| Supervisor                                                                   |              | 102              | hari   | Rp481,785                       | Rp49,142,081         |                                 |                         |
| <b>Sub Cellar Deck Installation</b>                                          | <b>A.2.2</b> |                  |        |                                 | <b>Rp6,344,208</b>   |                                 |                         |
| Deck Stacking                                                                | A.2.2.1      | 49769            | kg     | Rp51                            | Rp6,344,208          |                                 |                         |
| <b>Cellar Deck Installation</b>                                              | <b>A.2.3</b> |                  |        |                                 | <b>Rp6,344,208</b>   |                                 |                         |
| Deck Stacking                                                                | A.2.3.1      | 166061           | kg     | Rp51                            | Rp6,344,208          |                                 |                         |
| <b>Mezzanine Deck Installation</b>                                           | <b>A.2.4</b> |                  |        |                                 | <b>Rp6,344,208</b>   |                                 |                         |
| Deck Stacking                                                                | A.2.4.1      | 109638           | kg     | Rp51                            | Rp6,344,208          |                                 |                         |
| <b>Main Deck Installation</b>                                                | <b>A.2.5</b> |                  |        |                                 | <b>Rp6,344,208</b>   |                                 |                         |
| Deck Stacking                                                                | A.2.5.1      | 106700           | kg     | Rp51                            | Rp6,344,208          |                                 |                         |
| <b>SUB TOTAL 1</b>                                                           |              |                  |        |                                 |                      |                                 | <b>Rp10,282,802,703</b> |
| Overhead                                                                     |              |                  |        |                                 |                      | 10%                             | Rp1,028,280,270         |
| Contingency Cost                                                             |              |                  |        |                                 |                      | 5%                              | Rp514,140,135           |
| <b>SUB TOTAL 2</b>                                                           |              |                  |        |                                 |                      |                                 | <b>Rp11,825,223,108</b> |
| Profit                                                                       |              |                  |        |                                 |                      | 10%                             | Rp1,182,522,311         |
| <b>SUB TOTAL 3</b>                                                           |              |                  |        |                                 |                      |                                 | <b>Rp13,007,745,419</b> |
| PPN                                                                          |              |                  |        |                                 |                      | 10%                             | Rp1,300,774,542         |
| <b>TOTAL</b>                                                                 |              |                  |        |                                 |                      |                                 | <b>Rp14,308,519,961</b> |



**Gambar 11** Kurva-S Proyek EPCI-1

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Durasi konstruksi *deck* PHE-12 dengan menggunakan produktivitas dari proyek sebelumnya adalah 268 hari. Sementara, durasi dengan perhitungan produktivitas manual mencapai 379 hari. Perbedaan ini dapat diakibatkan oleh banyak faktor lain yang menghambat di lapangan, contohnya adalah kesalahan potong material. Asumsi serta data produktivitas manual tidak bisa sepenuhnya dianggap valid juga. Selain itu, perhitungan yang detail dapat mengakibatkan kelebihan estimasi.
2. Didapatkan total durasi proyek dari perhitungan dengan produktivitas proyek sebelumnya adalah 246 hari, sementara total durasi proyek dari perhitungan manual adalah 267.85 hari. Perbedaan durasi antar keduanya mungkin terjadi akibat asumsi

penggunaan tenaga kerja secara pribadi pada saat perhitungan manual.

3. Estimasi biaya proyek mencapai nilai Rp14,308,519,961.00 dengan profit untuk perusahaan kontraktor sebesar Rp1,182,522,311.00. Namun, dari Kurva-S Proyek EPCI-1 dapat dilihat bahwa pengeluaran pada proyek ini kurang baik karena melonjak dalam selang waktu satu bulan setelah proyek itu dimulai.

### DAFTAR PUSTAKA

- Peurifoy, Robert L. dan Garold D. Oberlender. 2014. *Estimating Construction Costs*. Singapura.
- Newitt, Jay S. 2009. *Construction Scheduling: Principles and Practices*. London: Pearson Education Ltd.
- Chakrabakti, Subrata. 2005. *Handvook of Offshore Engineering*. USA: Elsevier Ltd.
- Gerwick, Ben C. 2007. *Construction of Marine and Offshore Structures*. USA: Taylor & Francis Group