

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Besaran Volume Pekerjaan

Volume suatu pekerjaan ialah menghitung jumlah banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan. Volume juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Jadi volume (kubikasi) suatu pekerjaan, bukanlah merupakan volume (isi sesungguhnya), melainkan jumlah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan (Ibrahim, 2012).

Uraian volume pekerjaan yang dimaksud ialah menguraikan secara rinci besar volume pada masing-masing pekerjaan sesuai dengan gambar detail. Sebelum

menghitung volume masing-masing pekerjaan, lebih dulu harus dikuasai membaca gambar detail atau penjelasannya (Ibrahim, 2012)

susunan uraian pekerjaan ada dua sistem yaitu :

1. Susunan sistem lajur-lajur tabelaris
2. Susunan sistem post-post
3. Volume pekerjaan disusun sedemikian rupa secara sistematis dengan pengelompokan yaitu Pekerjaan Standar dan Pekerjaan Non Standar.

2.1.1 Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan Persiapan terdiri dari item pekerjaan yang terdiri dari pekerjaan pengukuran dan *Bouwplank*.

2.1.1.1 Pekerjaan Pengukuran dan *Bouwplank*

Pekerjaan pengukuran selalu didahului seluruh pekerjaan konstruksi, baik sebelum maupun sesudah pelaksanaan. Berikut ini adalah perhitungan volume untuk pekerjaan uitzet/pengukuran.

Luas lahan :

$$= \text{Panjang (m)} \times \text{Lebar (m)} \quad (2.1)$$

Keliling lahan :

$$= \text{Panjang (m)} + \text{Lebar (m)} + \text{Panjang (m)} + \text{lebar (m)} \quad (2.2)$$

Volume :

$$= ((P+2) \times 2) + ((L+2) \times 2) \quad (2.3)$$

2.1.2 Pekerjaan Pondasi dan Struktur Beton

Menghitung volume pekerjaan pondasi dan beton terdiri dari pekerjaan tanah, pekerjaan pondasi, pekerjaan *Pile cap*, pekerjaan *Sloof* beton, pekerjaan kolom, pekerjaan tangga dan pekerjaan *bracing*.

2.1.2.1 Pekerjaan Tanah

1. Pekerjaan Galian

Volume galian tanah dihitung berdasarkan prinsip luas trapesium ataupun luas persegi panjang. Bentuk penampang galian dapat bermacam-macam tergantung dari jenis tanahnya. Berikut adalah rumus volume galian persegi panjang:

$$\text{Tinggi galian} = \text{tinggi } Pile \text{ cap (m)} \quad (2.4)$$

$$\text{Lebar galian} = \text{Lebar (m)} + 2 \times \text{tebal bekisting (m)} \quad (2.5)$$

$$\text{Panjang galian} = \text{Panjang (m)} + 2 \times \text{tebal bekisting (m)} \quad (2.6)$$

$$\text{Luas penampang} = \text{Panjang galian (m)} \times \text{lebar galian (m)} \quad (2.7)$$

$$\text{Volume Galian} = \text{luas penampang (m}^2\text{)} \times \text{tinggi galian (m)} \quad (2.8)$$

2. Pengurugan tanah Kembali

$$\text{Volume} = \frac{\text{Volume Galian (m}^3\text{)}}{3} \quad (2.9)$$

Buangan tanah galian keluar lokasi

$$V = \text{Total Volume Galian (m}^3\text{)} - \text{Volume Pengurugan Tanah Kembali (m}^3\text{)} \quad (2.10)$$

2.1.2.2 Pekerjaan Pondasi

1. Pondasi Tiang Pancang

$$\text{Volume} = \text{panjang persegi (m)} \times \text{jumlah tiang pancang} \quad (2.11)$$

2. Pembobokan

$$\text{Volume} = \text{Luas pembobokan (m}^2\text{)} \times \text{tinggi pembobokan (m)} \times \text{jumlah tiang pancang} \quad (2.12)$$

3. Tes PDA

$$\text{Jumlah tiang pancang dibagi pemotongan tiang pancang (titik)} \quad (2.13)$$

2.1.2.3 Pekerjaan Beton

1. Volume Beton

Perhitungan volume beton tanpa dikurangi dengan volume pembesian didalamnya adalah :

2. Beton

$$\text{Volume} = \text{Luas penampang (m}^2\text{)} \times \text{tinggi} \quad (2.14)$$

3. Pasir Urug

$$\text{Volume} = \text{Luas penampang (m}^2\text{)} \times \text{tebal pasir urug (m)} \quad (2.15)$$

4. Lantai Kerja

$$\text{Volume} = \text{Luas penampang (m}^2\text{)} \times \text{tebal lantai kerja (m)} \quad (2.16)$$

2.1.2.4 Struktur Baja

1. Kolom Baja

$$\text{Volume} = \text{Berat (kg/m)} \times \text{Tinggi Kolom (m)} \times \text{jumlah kolom} \quad (2.17)$$

2. Balok Baja

$$\text{Volume} = \text{Berat (kg/m)} \times \text{panjang balok (m)} \quad (2.18)$$

Berat jenis baja ditentukan pada tabel profil lihat pada lembar lampiran

2.1.2.5 Pembesian

Perhitungan volume tulangan pembesian ditentukan dengan menghitung seluruh panjang besi pada elemen struktur bangunan dan mengelompokkan berdasarkan jenis elemennya, seperti tulangan balok, kolom, *Pile cap*, dan pembesian *Sloof* beton dengan rumus sebagai berikut:

$$P = A + B + C + D + E \quad (2.19)$$

Keterangan :

P = Panjang total tulangan (meter)

A = Panjang tulangan terpendek

B = Panjang tulangan terpanjang

C = Panjang kaitan

D = Panjang kaitan tambahan

E = Panjang bengkokan

Dari hasil perhitungan panjang tulangan, dapat ditentukan jumlah kaitan, bengkokan dan kebutuhan tulangan besi dengan satuan Kg serta batang (12 meter per batang) dengan rumus sebagai berikut :

Volume Besi Dalam Kg

$$\text{Volume} = P \times w \times \text{jumlah tulangan} \quad (2.20)$$

Volume Besi Dalam Batang

$$\text{Volume} = \frac{p}{12 \text{ meter/batang}} \quad (2.21)$$

Keterangan :

w atau Berat jenis baja (Kg/m)

P atau Total Panjang (m)

Volume Besi (Batang) adalah volume pembesian dalam satuan Batang, tiap batang panjangnya ± 12 meter

Volume Besi (Kg) adalah volume pembesian dalam satuan Kg.

1. Besi *Wiremesh*

$$\text{Volume} = \frac{\text{Luas pelat (m)}}{\text{ukuran besi wiremesh (m)}} \times \text{Berat per lembar (kg)} \quad (2.22)$$

Tipe	Dia- me- ter (m)	Ukuran per lembar (m)	Spasi (cm)	Berat per lembar, normal	Berat aktual (kg/lembar)			Berat per m ²	Berat normal per m ² beton, kg			
					Toleransi, mm				Tebal beton, m			
					0,2	0,3	0,5		0,2	0,25	0,3	0,35
M4	4	2,1 x 5,4	15 x 15	15,45	13,94	13,22	11,83	1,362	6,812	5,450	4,541	3,893
M5	5	2,1 x 5,4	15 x 15	24,14	22,24	21,33	19,55	2,129	10,644	8,515	7,096	6,082
M6	6	2,1 x 5,4	15 x 15	34,76	32,48	31,37	29,20	3,065	15,326	12,261	10,218	8,758
M7	7	2,1 x 5,4	15 x 15	47,31	44,64	43,34	40,79	4,172	20,860	16,688	13,907	11,920
M8	8	2,1 x 5,4	15 x 15	61,79	58,74	57,24	54,31	5,449	27,244	21,795	18,163	15,568
M9	9	2,1 x 5,4	15 x 15	78,20	74,76	73,07	69,75	6,896	34,480	27,584	22,986	19,703
M10	10	2,1 x 5,4	15 x 15	96,54	92,72	90,84	87,13	8,513	42,566	34,053	28,377	24,324
M11	11	2,1 x 5,4	15 x 15	116,82	112,61	110,53	106,44	10,302	51,508	41,206	34,339	29,433
M12	12	2,1 x 5,4	15 x 15	139,02	134,43	132,16	127,68	12,259	61,296	49,037	40,864	35,026

Gambar 2.1 Berat Besi Beton Wiremesh
(Sumber: AHSP 2016)

2. Bekisting

$$\text{Volume} = \text{keliling (m)} \times \text{tinggi (m)} \quad (2.23)$$

2.1.2.6 Pekerjaan Bracing

1. Baja IWF

$$\text{Volume} = \text{Luas bracing (m)} \times \text{berat jenis baja (kg/m)} \times \text{jumlah bracing} \quad (2.24)$$

2. Pelat Buhul

$$\text{Volume} = \text{Luas pelat buhul} \times \text{tinggi} \times \text{berat jenis (kg/m}^3) \times \text{jumlah bracing} \quad (2.25)$$

3. End Plate

$$\text{Volume} = \text{Luas pelat} \times \text{tinggi} \times \text{berat jenis (kg/m}^3) \times \text{jumlah bracing} \quad (2.26)$$

2.1.2.7 Tangga

Pekerjaan tangga meliputi anak tangga, hamparan tangga, bordes tangga, dan balok bordes tangga.

1. Anak Tangga

$$\text{Volume} = P \text{ (m)} \times \text{luas anak tangga (m}^2) \times \text{Jumlah anak tangga} \quad (2.27)$$

2. Hampanan Tangga

$$\text{Volume} = \text{Luas hampanan} \times \text{Jumlah tangga} \quad (2.28)$$

3. Bordes Tangga

$$\text{Volume} = \text{Luas bordes tangga} \times \text{Jumlah bordes tangga} \quad (2.29)$$

4. Balok Bordes Tangga

$$\text{Volume} = \text{Luas balok bordes} \times \text{Jumlah balok bordes} \quad (2.30)$$

2.2 Rencana Anggaran Biaya Proyek

Rencana anggaran biaya (RAB) adalah tolok ukur dalam perencanaan pembangunan, baik rumah tinggal, ruko, rumah sakit maupun gedung lainnya. RAB dapat mengukur kemampuan materi dan mengetahui jenis-jenis material dalam pembangunan, sehingga biaya yang kita keluarkan lebih terarah dan sesuai dengan yang telah direncanakan. Anggaran biaya dimasing-masing daerah sangatlah beda karena sesuai dengan harga bahan, alat dan biaya upah pekerja.

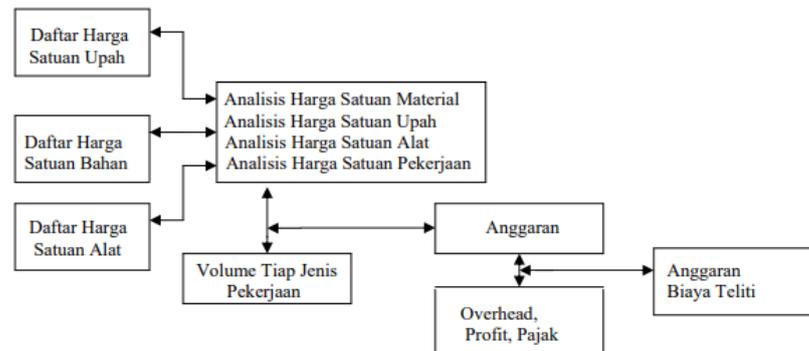
Rencana anggaran biaya secara umum dapat disimpulkan sebagai berikut:

$$\text{RAB} = \sum(\text{Volume}) \times \text{Analisis Harga Satuan Pekerja} \quad (2.31)$$

Rencana anggaran biaya dibagi menjadi dua, yaitu rencana anggaran terperinci dan rencana anggaran biaya kasar (Sastraatmadja, 1984).

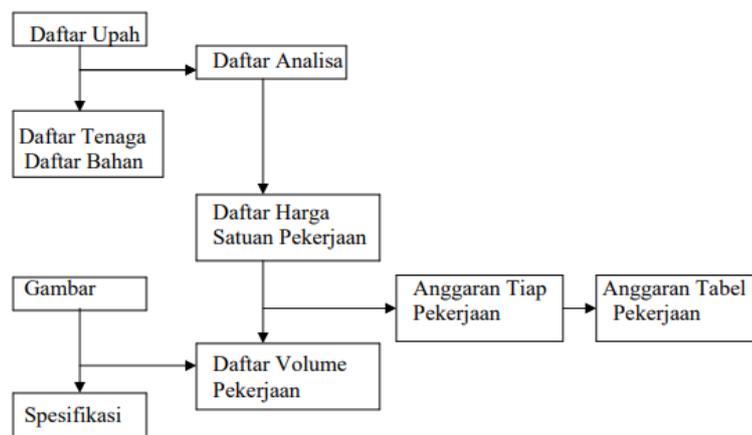
1. Rencana Anggaran Biaya Terperinci Dilaksanakan dengan menghitung volume dan harga dari seluruh pekerjaan yang dilaksanakan agar pekerjaan dapat diselesaikan secara memuaskan. Cara perhitungan pertama adalah dengan harga satuan, dimana semua harga satuan dan volume tiap jenis pekerjaan dihitung. Yang kedua adalah dengan harga seluruhnya, kemudian

dikalikan dengan harga serta dijumlahkan seluruhnya. Secara sistematis nya, dapat dilihat pada Gambar 2.2 dalam menghitung anggaran biaya suatu pekerjaan atau proyek.



Gambar 2.2 Bagan Perhitungan Anggaran Biaya Terperinci
(Sumber : Sastraatmadja, 1984)

2. Rencana Anggaran Biaya Kasar Merupakan rencana anggaran biaya sementara dimana pekerjaan dihitung tiap ukuran luas. Pengalaman kerja sangat mempengaruhi penafsiran biaya secara kasar, hasil dari penafsiran ini apabila dibandingkan dengan rencana anggaran yang dihitung secara teliti didapat sedikit selisih. Secara sistematis nya, dapat dilihat pada gambar 2.3 Bagan perhitungan anggaran biaya kasar.



Gambar 2.3 Bagan perhitungan anggaran biaya kasar
(Sumber : Sastraatmadja, 1984)

2.2.1 Tahapan Perencanaan Biaya Proyek

Tahapan perencanaan biaya proyek , sebagai berikut :

1. Tahapan pengembangan konseptual, biaya dihitung secara global berdasarkan informasi desain yang minim. Dipakai perhitungan berdasarkan unit biaya bangunan berdasarkan harga per kapasitas tertentu.
2. Tahapan desain konstruksi, biaya proyek dihitung secara detail berdasarkan volume pekerjaan dan informasi harga satuan.
3. Tahapan pelelangan, biaya proyek dihitung oleh beberapa kontraktor agar didapat penawaran terbaik, berdasarkan spesifikasi teknis dan gambar kerja yang cukup dalam usaha mendapatkan kontrak pekerjaan.
4. Tahapan pelaksanaan, biaya proyek pada tahapan ini dihitung lebih detail berdasarkan kuantitas pekerjaan, gambar shop drawing dan metode pelaksanaan dengan ketelitian yang lebih tinggi.

2.2.2 Estimasi Biaya

Perkiraan biaya atau estimasi biaya adalah seni memperkirakan (*the art of approximating*) kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia pada waktu itu (Soeharto, 1997). Perkiraan biaya dibedakan dari anggaran dalam hal perkiraan biaya terbatas pada tabulasi biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan tertentu proyek ataupun proyek keseluruhan. Sedangkan anggaran merupakan perencanaan terinci perkiraan biaya dari bagian atau keseluruhan kegiatan proyek yang dikaitkan dengan waktu (*time-phased*).

Estimasi analisis merupakan metode yang secara tradisional dipakai oleh estimator untuk menentukan setiap tarif komponen pekerjaan. Setiap komponen

pekerjaan dianalisis kedalam komponen-komponen utama tenaga kerja, material, peralatan, dan lain-lain. Penekanan utamanya diberikan faktor-faktor 12 proyek seperti jenis, ukuran, lokasi, bentuk dan tinggi yang merupakan faktor penting yang mempengaruhi biaya konstruksi (Khalid, 2008).

2.2.3 Kualitas Perkiraan Biaya

Kualitas suatu estimasi biaya yang berkaitan dengan akurasi dan kelengkapan unsur-unsurnya tergantung pada hal-hal berikut (Soeharto, 1997) :

1. Tersedianya data dan informasi
2. Teknik atau metode yang digunakan
3. Kecakapan dan pengalaman estimator
4. Tujuan pemakaian perkiraan biaya

Menghitung biaya total proyek, yang harus dilakukan pertama kali adalah mengidentifikasi lingkup kegiatan yang akan dikerjakan, kemudian mengalikannya dengan biaya masing-masing lingkup yang dimaksud. Hal ini memerlukan kecakapan, pengalaman serta judgment dari estimator.

Seorang estimator harus mempunyai kualifikasi sebagai berikut (Sastraatmadja, 1984) :

1. Mempunyai pengetahuan/pengalaman yang cukup mengenai detail cara pelaksanaan.
2. Pengalaman dalam bidang konstruksi.
3. Mempunyai sumber-sumber informasi untuk mengetahui harga bahan dan dimana dapat diperoleh, jam kerja buruh yang diperlukan, ongkos-ongkos, overhead, dan segala macam biaya tambahan.

4. Pengambilan kesimpulan yang tepat mengenai harga, untuk berbagai daerah yang berlainan, jenis pekerjaan, dan buruh yang berlainan.
5. Metode yang tepat untuk menaksir biaya.
6. Mampu menghitung secara teliti, berhati-hati dan menaksir biaya mendekati biaya sebenarnya.
7. Mampu menghimpun, memisahkan dan memilah data yang berhubungan dengan pekerjaan.
8. Mampu memikirkan segala langkah untuk setiap jenis pekerjaan.

Perhitungan anggaran biaya terdiri dari lima hal pokok yang perlu diperhatikan antara lain:

a. Bahan

Menghitung banyak yang dipakai dan harganya. Biasanya dibuat daftar bahan yang menjelaskan mengenai banyaknya, ukuran, berat, dan ukuran lain yang diperlukan.

b. Buruh

Menghitung jam kerja yang diperlukan dan jumlah biayanya. Biaya buruh sangat dipengaruhi oleh bermacam-macam hal seperti durasi dalam menyelesaikan suatu pekerjaan, keadaan lokasi pekerjaan, keterampilan dan keahlian yang bersangkutan..

c. Peralatan

Menghitung biaya-biaya jenis dan banyaknya peralatan yang dipakai serta biayanya.

d. *Overhead*

Menghitung biaya-biaya tak terduga yang perlu diadakan. Biaya tak terduga yang terdapat di dalam proyek misalnya sewa kantor, peralatan kantor dan alat tulis, biaya air, listrik, asuransi, pajak, biaya notaris dan lain sebagainya.

e. Profit

Menghitung persentase keuntungan dari waktu, tempat dan jenis pekerjaan. Besarnya keuntungan tidak boleh lebih dari 50%. Biasanya keuntungan dinyatakan dengan persentase dari jumlah biaya, yaitu sekitar 8% sampai 15% tergantung dari keinginan kontraktor untuk mendapatkan proyek tersebut. Pengambilan keuntungan juga tergantung dari besarnya resiko pekerjaan, tingkat kesulitan pekerjaan, dan cara pembayaran dari pemberi pekerjaan.

2.2.4 Analisis Harga Satuan Pekerjaan

Analisis Harga Satuan Pekerjaan merupakan analisa material, upah tenaga kerja, dan peralatan untuk membuat satu-satuan pekerjaan tertentu yang diatur dalam pasal-pasal analisa Permen PUPR 2016, dari hasilnya ditetapkan koefisien pengali untuk material, upah tenaga kerja dan peralatan segala jenis pekerjaan.

Upah tenaga kerja didapatkan di lokasi, dikumpulkan dan dicatat dalam satu daftar yang dinamakan Daftar Harga Satuan Upah. Menentukan upah pekerja dapat diambil standar harga yang berlaku di pasaran atau daerah tempat proyek dikerjakan yang sesuai dengan spesifikasi dari dinas PU. Dari ketiga metode yang digunakan sudah termasuk peralatan kerja atau setiap pekerja harus mempunyai peralatan kerja sendiri yang mendukung keahlian masing-masing.

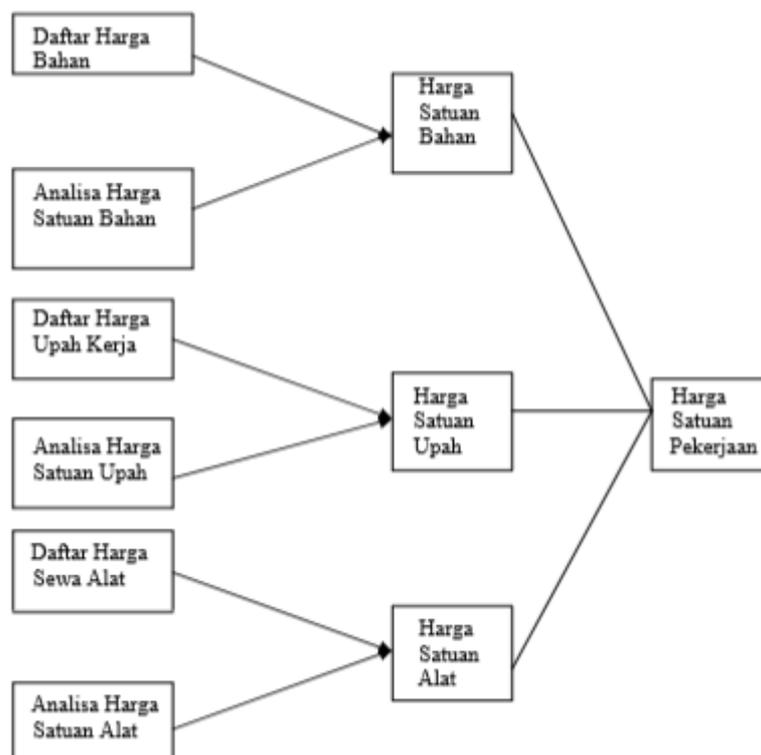
Menentukan harga bangunan dapat diambil standar harga yang berlaku di pasar atau daerah tempat proyek dikerjakan sesuai dengan spesifikasi dari dinas PU setempat Daftar Harga Satuan Bahan. Analisa ini sudah termasuk peralatan kerja

atau setiap pekerja harus mempunyai peralatan kerja sendiri yang mendukung keahlian masing-masing.

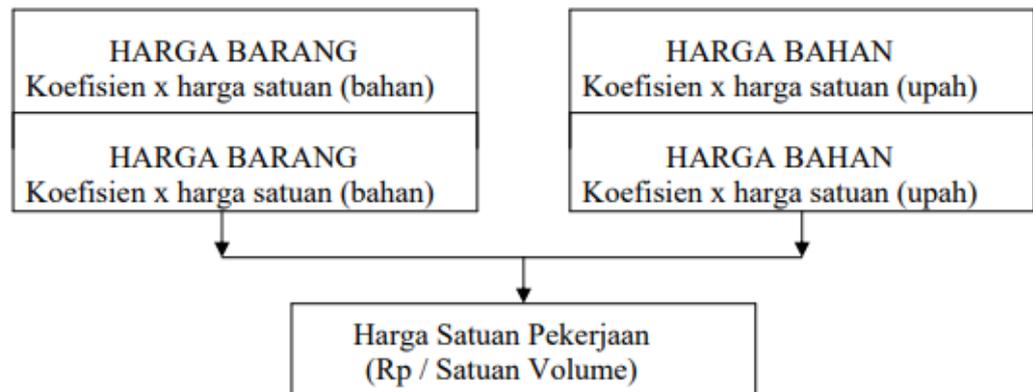
Menentukan harga satuan alat dapat diambil standar harga yang berlaku di pasar atau daerah tempat proyek dikerjakan sesuai dengan spesifikasi dari dinas PU setempat yang dinamakan Daftar Harga Satuan Alat. AHSP biasanya diterbitkan setiap tahun yang berubah biasanya harga satuan bahan dan upah, sedangkan koefisien AHSP relatif tidak berubah. Secara umum dapat disimpulkan sebagai berikut:

$$\text{AHSP} = \text{H.S Bahan} + \text{H.S Upah} + \text{H.S Alat} \quad (2.32)$$

Secara sistematisnya, dapat dilihat pada gambar 2.4 dan 2.5 dalam menghitung harga satuan pekerjaan.



Gambar 2.4 Skema Harga Satuan Pekerjaan



Gambar 2.5 Analisa Harga Satuan Pekerja
(Sumber : Djojowiriono, 1984 dalam Khalid, 2008)

2.2.5 Analisis Harga Satuan

Analisis Harga satuan ini menetapkan suatu perhitungan harga satuan upah tenaga kerja, dan bahan, peralatan serta pekerjaan yang secara teknis dirinci secara detail berdasarkan suatu metode kerja dan asumsi-asumsi yang sesuai dengan yang diuraikan dalam suatu spesifikasi teknik, gambar desain dan komponen harga satuan. Analisa ini digunakan sebagai suatu dasar untuk menyusun perhitungan harga perkiraan sendiri dan harga perkiraan perencana yang dituangkan sebagai kumpulan harga satuan pekerjaan, seperti : bahan (m, m², m³, kg, ton, zak, dsb.), peralatan (unit, jam, hari, dsb.), dan upah tenaga kerja (jam, hari, bulan, dsb.).

2.2.5.1 Harga Satuan Bahan

Harga satuan bahan adalah daftar harga bahan atau material yang sesuai dengan harga pasaran di lokasi pengerjaan proyek dilaksanakan. Dalam menghitung harga satuan bahan biasanya dinyatakan dengan satuan berbeda-beda tergantung satuan volume bahan atau material tersebut.

Kebutuhan bahan/material ialah besarnya jumlah bahan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian pekerjaan dalam satu kesatuan pekerjaan. Kebutuhan bahan dapat dicari dengan rumus umum sebagai berikut :

$$\Sigma \text{ Bahan} = \text{Harga Bahan} \times \text{Koefisien Analisa Bahan} \quad (2.33)$$

2.2.5.2 Harga Satuan Upah

Upah menurut waktu merupakan upah yang diberikan kepada pekerja menurut kapasitas waktu pekerja dan pembayaran upah tersebut umumnya dibayar berdasarkan lama kerja (harian, mingguan, atau bulanan). Harga satuan upah adalah harga yang dibayarkan untuk pekerja sesuai dengan tingkat keahliannya. Harga satuan upah diperoleh berdasarkan lokasi pekerjaannya dimana dalam analisis ini digunakan standar upah kota Tasikmalaya 2019. Kebutuhan upah dapat dicari dengan rumus umum sebagai berikut :

$$\Sigma \text{ Tenaga Kerja} = \text{Harga Upah} \times \text{Koefisien analisa tenaga kerja} \quad (2.34)$$

Tabel 2.1 Harga Satuan Upah Kota Tasikmalaya 2019

NO	JENIS BAHAN	SATUAN	KODE	HARGA (Rp.)
	UPAH KERJA			
1	Pekerja	Orang /Hari	UK-01	85.000,00
2	Tukang Gali (Sumur)	Orang /Hari	UK-02	150.000,00
3	Tukang Batu	Orang /Hari	UK-03	100.000,00
4	Tukang Kayu	Orang /Hari	UK-04	105.000,00
5	Tukang Cat Tembok /Kayu	Orang /Hari	UK-05	105.000,00
6	Tukang Besi	Orang /Hari	UK-06	105.000,00
7	Tukang Baja Profil	Orang /Hari	UK-07	105.000,00
8	Tukang Listrik /Instalatur	Orang /Hari	UK-08	105.000,00
9	Tukang Las	Orang /Hari	UK-09	110.000,00
10	Kepala Tukang Batu	Orang /Hari	UK-10	110.000,00
11	Kepala Tukang Kayu	Orang /Hari	UK-11	110.000,00
12	Kepala Tukang Cat Tembok /Kayu	Orang /Hari	UK-12	110.000,00
13	Kepala Tukang Besi	Orang /Hari	UK-13	110.000,00
14	Kepala Tukang Baja Profil	Orang /Hari	UK-14	110.000,00

15	Kepala Tukang Listrik /Instalatur	Orang /Hari	UK-15	110.000,00
16	Kepala Tukang Las	Orang /Hari	UK-16	115.000,00
17	Mandor	Orang /Hari	UK-17	120.000,00
18	Operator Alat Besar	Orang /Hari	UK-18	150.000,00
19	Pembantu Operator / Mekanik	Orang /Hari	UK-19	85.000,00
20	Supir Truk	Orang /Hari	UK-20	115.000,00
21	Kenek Truk / Pembantu Supir Truk	Orang /Hari	UK-21	85.000,00
22	Penjaga Malam	Orang /Hari	UK-22	100.000,00
23	Tenaga Harian Lepas/THL (Bid Makam dan Taman)	Orang /Hari	UK-23	85.000,00
24	Operator Alat Berat di TPA	Orang/Hari	UK-24	150.000,00
25	Operator Alat Berat di TPA	Orang/Hari	UK-25	150.000,00
26	Operator Alat Berat di TPA	Orang/Hari	UK-26	150.000,00
27	Petugas Operator di IPLT	Orang/Hari	UK-27	80.000,00
28	Pengemudi		UK-28	90.000,00
29	Petugas Operator di TPA	Orang/Hari	UK-29	80.000,00
30	Petugas Penyapu	Orang/Hari	UK-30	50.000,00
31	Pengemudi	Orang/Hari	UK-31	90.000,00
32	Kru Armada	Orang/Hari	UK-32	80.000,00

Menjamin pekerjaan lapangan dapat dilaksanakan dengan baik, kelompok kerja utama tersebut perlu memiliki keterampilan yang teruji. Pengukuran produktivitas kerja para pekerja dalam Gugus Kerja tertentu yang terdiri atas tukang, pembantu tukang/laden, kepala tukang dan mandor. Produktivitas pekerja dinyatakan sebagai orang jam (OJ) atau orang hari (OH) yang diperlukan untuk menghasilkan suatu satuan pekerjaan tertentu. Sistem pengupahan digunakan satu satuan upah berupa standar orang hari yang disingkat orang hari (OH), yaitu sama dengan upah pekerjaan dalam 1 hari kerja (8 jam kerja termasuk 1 jam istirahat atau disesuaikan dengan kondisi setempat).

Apabila perhitungan upah dinyatakan dengan upah orang per jam (OJ) maka upah orang per jam dihitung sebagai berikut:

$$\text{Upah orang per jam (OJ)} = \frac{\text{Upah orang per bulan}}{25 \text{ hari} \times 7 \text{ jamkerja}} \quad (2.35)$$

2.2.5.3 Harga Satuan Alat

Harga satuan peralatan adalah menghitung semua harga alat sampai menghitung alat bantu. Komponen alat yang digunakan biasanya tergantung pada jenis pekerjaannya itu sendiri. Faktor-faktor yang mempengaruhi satuan harga alat antara lain:

- a. Jenis peralatan
- b. Efisiensi kerja
- c. Kondisi cuaca
- d. Kondisi medan Jenis material atau bahan yang dikerjakan

Harga satuan dasar alat terdiri dari (Permen PUPR No 28, 2016) :

- a. Biaya pasti (*owning cost*)
- b. Biaya tidak pasti atau biaya operasi (*operating cost*).

$$\Sigma \text{ Tenaga Kerja} = \text{Harga Alat} \times \text{Koefisien analisa tenaga kerja} \quad (2.36)$$

2.2.6 Metode Perhitungan Analisis Harga Satuan Pekerja

Untuk mencari koefisien Analisis Harga satuan di Indonesia bisa dilakukan dengan berbagai macam, pada analisa ini menggunakan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP).

Analisis Harga Satuan Pekerjaan berfungsi sebagai pedoman awal perhitungan rencana anggaran biaya bangunan yang didalamnya terdapat angka yang menunjukkan jumlah material, tenaga dan biaya persatuan pekerjaan. Harga satuan pekerjaan merupakan harga suatu jenis pekerjaan tertentu per satuan tertentu berdasarkan rincian komponen-komponen tenaga kerja, bahan, dan peralatan yang diperlukan dalam pekerjaan tersebut.

Analisis Harga Satuan Pekerjaan merupakan analisa material, upah, tenaga kerja, dan peralatan untuk membuat suatu satuan pekerjaan tertentu yang diatur dalam analisa SNI, BOW, AHSP, maupun Analisa Kabupaten/Kota (K), dari hasilnya ditetapkan koefisien pengali untuk material, upah tenaga kerja, dan peralatan segala jenis pekerjaan.

Perhitungan indeks bahan telah ditambahkan toleransi sebesar 15 % - 20 %, dimana didalamnya termasuk angka susut, yang besarnya tergantung dari jenis bahan dan komposisi. Indeks ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI).

Tabel 2.2 Contoh Analisa Pekerjaan Beton dengan Metode AHSP 2016

A. 2.2.1.4. Pengukuran dan pemasangan 1 m' <i>Bouwplank</i>						
No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA					
	Pekerja	L.01	OH	0,1		
	Tukang kayu	L.02	OH	0,1		
	Kepala tukang	L.03	OH	0,01		
	Mandor	L.04	OH	0,005		
				JUMLAH TENAGA KERJA		
B	BAHAN					
	Kayu balok 5/7		m3	0,012		
	Paku 2"-3"		Kg	0,02		
	Kayu papan 3/20		m3	0,007		
				JUMLAH HARGA BAHAN		
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					
E	<i>Overhead & Profit (Contoh 15 %)</i>			15% x D (maksimum)		
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					

(Sumber: AHSP 2016)

2.3 Penjadwalan (*Time Scheduling*)

Penjadwalan proyek merupakan bagian yang sangat penting bagi sebuah pelaksanaan pembangunan proyek konstruksi karena dari penjadwalan kita dapat menentukan kapan sebuah proyek yang dilaksanakan berdasarkan urutan tertentu dari awal sampai akhir proyek selesai. Proses perencanaan nantinya digunakan sebagai dasar melakukan kegiatan estimasi biaya yang dikeluarkan dan penjadwalan proyek, yang nantinya digunakan sebagai tolok ukur untuk mengendalikan proyek. Penjadwalan adalah perhitungan alokasi waktu dari tiap-tiap pekerjaan pelaksanaan, dan pengaturan waktu mulai dan berakhirnya dari tiap-tiap pekerjaan tersebut. Fungsi dari adanya penjadwalan sebagai berikut:

1. Menunjukkan hubungan dari antar tiap pekerjaan yang berkaitan dengan waktu mulai pekerjaan dan batas waktu berakhirnya pekerjaan tersebut.
2. Mengidentifikasi pekerjaan yang harus dikerjakan terlebih dahulu dalam sebuah proyek pembangunan.
3. Menunjukkan kisaran pengeluaran anggaran biaya dan waktu yang realistis dari tiap-tiap pekerjaan.
4. Membantu pengaturan jumlah tenaga kerja, uang, dan sumber daya lainnya dengan cara menentukan pekerjaan yang kritis.

Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam pembuatan jadwal pelaksanaan sebagai berikut:

1. Kebutuhan dan fungsi proyek tersebut. Karena diharapkan proyek dapat diselesaikan sesuai kisaran waktu yang telah ditentukan.
2. Cuaca, musim dan gejala alam lainnya.
3. Kondisi alam berkaitan dengan letak geografis dan lokasi proyek.
4. Strategis tidaknya lokasi proyek, agar mempertimbangkan fasilitas alat berat yang akan dipergunakan.
5. Faktor sosial apabila proyek tersebut adalah proyek pemerintah. Karena berkaitan dengan lingkungan sosial.
6. Kapasitas area kerja terhadap sumber daya yang dipergunakan selama operasional pelaksanaan berlangsung.
7. Ketersediaan dan keterkaitan sumber daya material, peralatan, dan material pelengkap lainnya yang mewujudkan proyek tersebut.
8. Produktivitas peralatan proyek dan tenaga kerja proyek, selama waktu operasional berlangsung dengan referensi perhitungan yang memenuhi aturan teknis.

2.3.1 Penjadwalan Proyek Menggunakan *Microsoft Project*

Proyek konstruksi tentu memerlukan penjadwalan pekerjaan yang baik agar pekerjaan dapat berjalan teratur. Penjadwalan yang baik akan membantu kontraktor untuk dapat mengontrol pekerjaan dan mengetahui berapa waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap pekerjaan. Model penjadwalan memiliki beberapa jenis yaitu *Gantt Chart*, *Curve-S*, *Network Planning/Jaringan Kerja*, *Earned Value Management (EVM)/Earned Value Analysis (EVA)*, *Resources Scheduled Distribution*.

PDM adalah jaringan kerja yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panahnya hanya sebagai petunjuk kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. PDM

memiliki penggambaran network yang lebih sederhana dari CPM dan dapat mengerjakan sebuah pekerjaan tanpa menunggu kegiatan pendahulunya. Pada umumnya PDM terdiri dari 2 bagian yaitu: *Forward analysis* (perhitungan ke depan) untuk menentukan *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF); *Backward analysis* (perhitungan mundur) untuk menentukan *Latest Start* (LS) dan *Latest Finish* (LF). (Napsiyana, 2007)

Pada PDM yang digunakan adalah Activity On Node (AON) dimana tanda panah hanya menyatakan keterkaitan antara kegiatan. Kegiatan-kegiatan tersebut ditulis dalam bentuk node yang berbentuk kotak segi empat, sedangkan anak panahnya hanya sebagai petunjuk kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. Dengan demikian dummy tidak diperlukan (Soeharto, 1995).

Kurva-S atau *S-Curve* adalah suatu grafik hubungan antara waktu pelaksanaan proyek dengan nilai akumulasi progres pelaksanaan proyek mulai dari awal hingga proyek selesai. Kurva S sudah jamak bagi pelaku proyek. Umumnya proyek menggunakan *S-Curve* dalam perencanaan dan monitoring schedule pelaksanaan proyek, baik pemerintah maupun swasta.

Kegunaan Kurva S (Soeharto, 1997) sebagai berikut ini :

1. Untuk menganalisis kemajuan/progress suatu proyek secara keseluruhan
2. Untuk mengetahui pengeluaran dan kebutuhan biaya pelaksanaan proyek
3. Untuk mengontrol penyimpangan yang terjadi pada proyek dengan membandingkan kurva S rencana dengan kurva S realisasi.

Sebelum mengerjakan penjadwalan menggunakan aplikasi *ms project*, berikut tahapan-tahapannya:

2.3.1.1 Perhitungan durasi dari tiap item pekerjaan

Durasi dalam setiap kegiatan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$D = \frac{Q}{P \times C} \quad (2.37)$$

Keterangan :

D = Durasi

Q = *Quantity* (Volume Pekerjaan)

P = Produktivitas (Alat/ Pekerja)

C = Jumlah *Crew* / Pekerja Untuk mempercepat durasi, kita dapat melakukannya beberapa cara, yaitu :

- a. Meningkatkan Produktivitas dalam proyek terbagi menjadi 2, yaitu produktivitas alat dan produktivitas pekerja. Semakin tinggi produktivitas proyek, maka semakin sedikit durasi yang dibutuhkan dalam penyelesaian proyek. Untuk meningkatkan produktivitas alat dapat dicapai dengan mengganti metode yang ada. Contoh : Pada pekerjaan pengecatan, mengganti peran kuas dengan roll set pada pekerjaan pengecatan. Sedangkan untuk produktivitas pekerja maka kontraktor harus jeli memilih pekerja yang memiliki produktivitas tinggi. Ini dapat dilakukan dengan mencari mandor yang memiliki kredibilitas. Produktifitas pekerja per hari dapat diperoleh dari rumus :

$$P = \frac{1}{\text{Koef. Pekerja}} \quad (2.38)$$

Koefisien pekerja didapat dari pengamatan/ survey lapangan yakni rata-rata produktivitas pekerja.

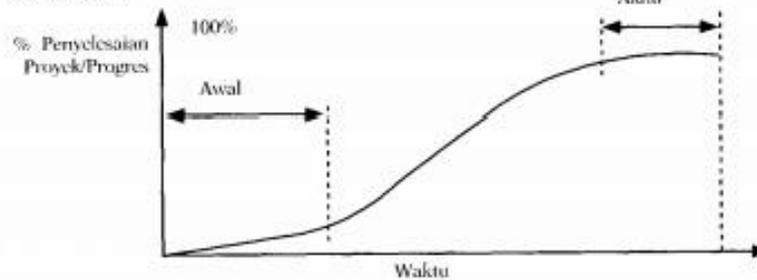
- b. Menambah jumlah crew Penambahan crew pekerja dan alat merupakan salah satu cara untuk mempersingkat durasi. Semakin banyak crew pekerja ataupun alat yang digunakan, maka semakin cepat pula proyek tersebut terselesaikan.

2.3.1.2 Membuat *Bar Chart* atau *Gantt Chart*

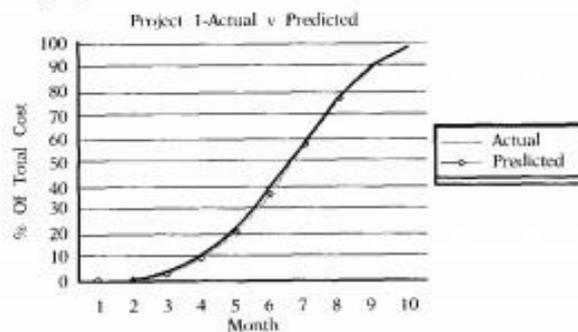
Melakukan penjumlahan dari hasil periode yang didapat dengan periode sebelumnya. Nantinya pada item pekerjaan terakhir mendapatkan bobot presentase 100%, memplot hasil bobot tersebut sehingga memunculkan Kurva S.

Kurva S sangat berguna untuk dipakai sebagai laporan kepada pimpinan proyek maupun pimpinan perusahaan karena grafik ini dapat dengan jelas menunjukkan kemajuan proyek maupun pimpinan perusahaan karena grafik ini dapat dengan jelas menunjukkan kemajuan proyek.

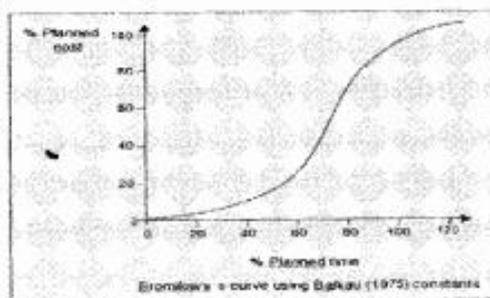
Contoh 1



Contoh 2 (sumber: <http://calvinjones.hubpages.com/hub/The-use-S-Curve-in-Construction-Projects>)



Contoh 3 (sumber: https://consultations.rics.org/consult.ti/global_cff/)

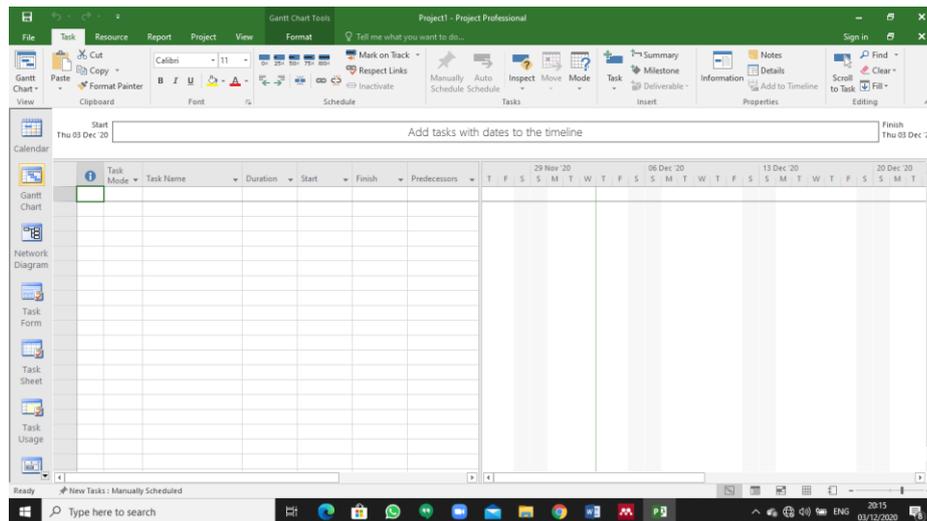


Gambar 2.6 Kurva S
(Sumber : Widiyanti dan Lenggogeni, 2013)

2.3.2 Microsoft Project 2016

Microsoft Project merupakan salah satu software administrasi proyek yang digunakan untuk melakukan perencanaan, pengelolaan, pengawasan dan pelaporan data dari suatu proyek. Kemudahan penggunaan dan keleluasaan lembar kerja serta cakupan unsur-unsur proyek menjadikan software ini sangat mendukung proses administrasi sebuah proyek.

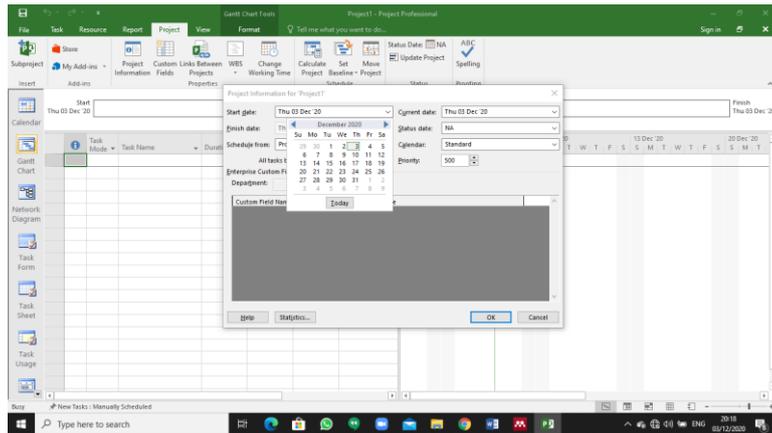
Microsoft Project memberikan unsur-unsur manajemen proyek yang sempurna dengan memadukan kemudahan penggunaan, kemampuan, dan fleksibilitas sehingga penggunaannya dapat mengatur proyek secara lebih efisien dan efektif. Pengelolaan proyek konstruksi membutuhkan waktu yang panjang dan ketelitian yang tinggi. *Microsoft Project* dapat menunjang dan membantu tugas pengelolaan sebuah proyek konstruksi sehingga menghasilkan suatu data yang akurat. Keunggulan *Microsoft Project* adalah kemampuannya menangani perencanaan suatu kegiatan, pengorganisasian dan pengendalian waktu serta biaya yang mengubah input data menjadi sebuah output data sesuai tujuannya.



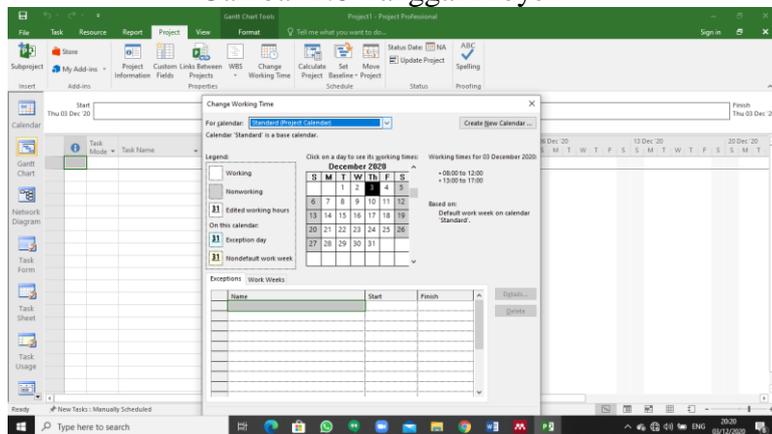
Gambar 2.7 Tampilan *Microsoft Project* 2016

Langkah- langkah :

1. Menentukan acuan tanggal dan waktu dimulai atau selesainya proyek pada *Project information*, pada bagian ini kita dapat mengganti kalender proyek sesuai dengan hari kerja dan jam-jam untuk setiap orang di proyek.

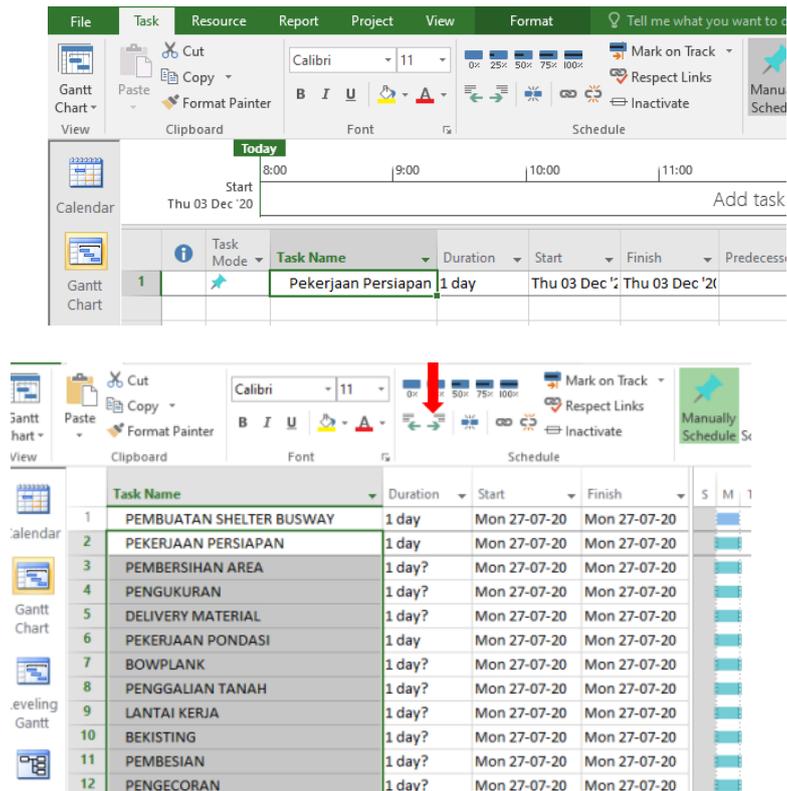


Gambar 2.8 Tanggal Proyek



Gambar 2.9 Waktu Proyek

2. Memasukkan kegiatan-kegiatan dan lama waktunya dalam sebuah proyek. Masukkan kegiatan didalam urutan kapan mereka akan dikerjakan, kemudian estimasikan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap kegiatan, dan masukkan estimasi lamanya didalam *duration*. Menggunakan duration ini untuk menghitung berapa banyak kerja yang perlu dilakukan untuk satu kegiatan.



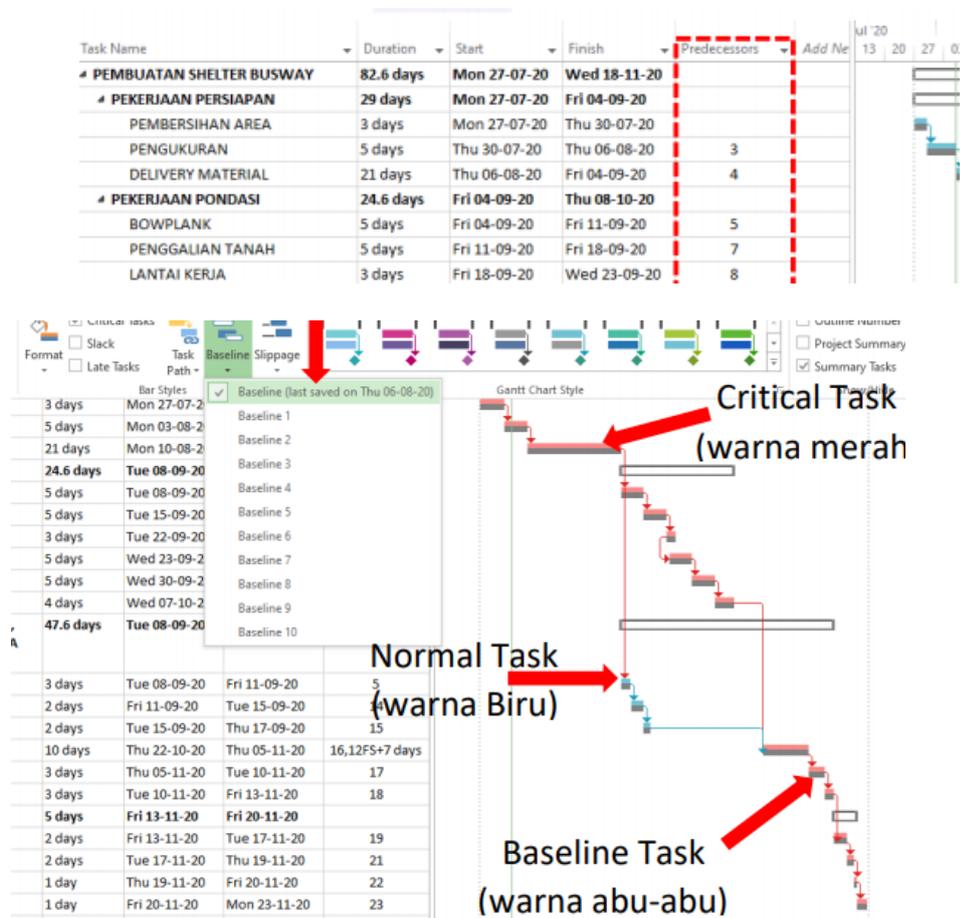
Gambar 2.10 Kegiatan pada Proyek

Task Name	Duration	Start	Finish	S	M	W	F	S
PEMBUATAN SHELTER BUSWAY	21 days	Mon 27-07-20	Mon 24-08-20					
PEKERJAAN PERSIAPAN	21 days	Mon 27-07-20	Mon 24-08-20					
PEMBERSIHAN AREA	3 days	Mon 27-07-20	Mon 03-08-20					
PENGUKURAN	5 days	Mon 27-07-20	Fri 31-07-20					
DELIVERY MATERIAL	21 days	Mon 27-07-20	Mon 24-08-20					
PEKERJAAN PONDASI	5 days	Mon 27-07-20	Fri 31-07-20					
BOWPLANK	5 days	Mon 27-07-20	Fri 31-07-20					
PENGALIAN TANAH	5 days	Mon 27-07-20	Fri 31-07-20					

Gambar 2.11 Duration

- Menentukan hubungan antar kegiatan. Setelah kita menciptakan kegiatan dan juga menyusun *outline* dari daftar kegiatan, kita perlu untuk menghubungkan bagaimana suatu kegiatan berhubungan satu sama lain. Keuntungan dari hubungan kegiatan-kegiatan ini adalah jika suatu kegiatan berubah, kegiatan-kegiatan yang berhubungan akan secara

otomatis dijadwal ulang. Setelah semua kegiatan terhubung, perubahan pada tanggal *predecessor* akan mempengaruhi tanggal *successor*. Ms Project pada dasarnya menciptakan hubungan *finish-to-start* (FS) karena ini mungkin tidak selalu berlaku setiap situasi, ketergantungan ini dapat diganti dengan *start-to-start* (SS), *finish-to-finish* (FF), atau *start-to-finish* (SF) untuk membuat model proyek lebih realistis.



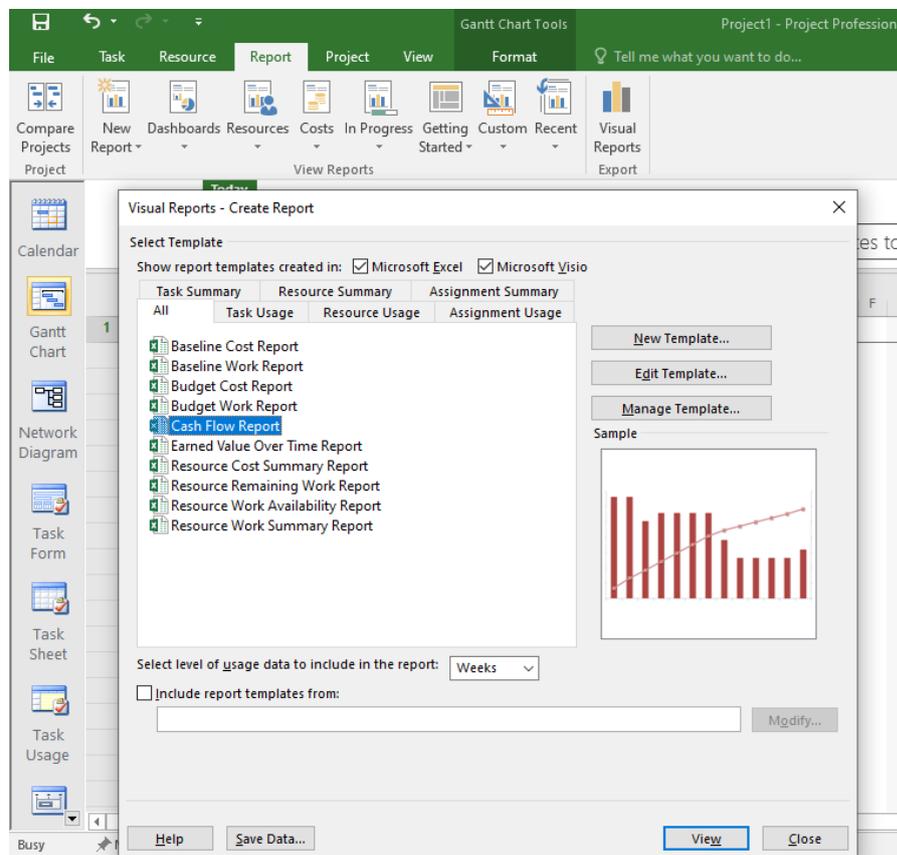
Gambar 2.12 Hubungan antar Kegiatan

4. Memasukkan Tenaga Kerja dan Material.

Resource Name	Type	Material Label	Initials	Max. Units	Std. Rate	Ovt. Rate	Cost/Use	Accrue	Base Calendar
MANDOR PROYEK	Work		MD	100%	Rp50/hr	Rp100/hr	Rp0	Prorated	Standard
SAFETY MAN	Work		SM	100%	Rp30/hr	Rp60/hr	Rp0	Prorated	Standard
TUKANG SIPIL	Work		TS	200%	Rp40/hr	Rp80/hr	Rp0	Prorated	Standard
SURVEYOR	Work		SVY	100%	Rp30/hr	Rp60/hr	Rp0	Prorated	Standard
WELDER	Work		WD	100%	Rp40/hr	Rp80/hr	Rp0	Prorated	Standard
FITTER	Work		FT	100%	Rp30/hr	Rp60/hr	Rp0	Prorated	Standard
PEMBANTU	Work		PT	200%	Rp15/hr	Rp30/hr	Rp0	Prorated	Standard

Gambar 2.13 Tenaga Kerja dan Material

5. Membuat Kurva S



Gambar 2.14 Membuat Kurva S