

Analisa Dampak Perubahan Produksi Minimum Tenaga Kerja dan Peralatan Terhadap Waktu penyelesaian Item Pekerjaan, Biaya dan Keuntungan.

(Studi Kasus: Data Rencana Anggaran Biaya Proyek Peningkatan Jalan Tetaf - SP. Niki-niki Tahun 2023)

Yuventus Krisanto Korbaffo, Ir Laurensius Lulu, MM, Stephanus Ola Demon, ST., MT, Paulus Sianto, ST., MT, Gregotius P. Usboko, ST., MT

*Civil Engineering, Widya Mandira Catholic University, Kupang
e-mail: krisantokorbaffo@gmail.com*

ABSTRAK

Produksi minimum adalah kemampuan produksi terkecil dari kelompok tenaga kerja maupun peralatan yang bekerja bersama-sama dalam menyelesaikan pekerjaan dalam satu satuan waktu (jam/hari). Jika produksi minimum terjadi pada tenaga kerja maka peralatan menganggur, sebaliknya jika produksi minimum terjadi pada alat maka tenaga kerja menganggur. Dari hasil produksi minimum, bisa ditentukan besarnya waktu penyelesaian dengan cara volume item pekerjaan yang bersangkutan dibagi dengan produksi minimumnya. Apabila produksi minimum rendah, maka koefisien menjadi besar, hal tersebut mengakibatkan waktu penyelesaian waktu bertambah, biaya proyek menjadi besar dan keuntungan menjadi rendah. Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder yang diambil dari CV. PUBAGOT JAYA ABADI yaitu data Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek peningkatan jalan Tetaf, SP Niki-niki, TTS tahun 2023. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak dari perubahan produksi minimum dari sumber daya tenaga kerja dan peralatan terhadap waktu penyelesaian item pekerjaan, biaya dan keuntungan. Perubahan produksi minimum menggunakan simulasi perubahan produksi minimum -20% sampai +20% dengan interval 4%. Hasil analisa mengenaik tujuan dari penelitian ini adalah waktu penyelesaian item pekerjaan pada item pekerjaan lapis resap aspal cair/emulsi pada produksi minimum tenaga kerja dan peralatan pada kondisi -20% menjadi 9,90 hari, kemudian pada kondisi 0% menjadi 7,92 hari, kemudian meningkat +20% maka waktu penyelesaian menjadi 6,60 hari. Untuk biaya proyek normalnya sebesar Rp. 35.009.357.405,01 kemudian ketika menggunakan produksi minimum tenaga kerja dan peralatan pada kondisi 0% biaya proyek menjadi Rp. 42.242.743.833,33, kemudian ketika produksi minimum disimulasi menurun pada kondisi -20% biaya proyek menjadi Rp. 45.511.261.687,82, ketika dilakukan simulasi kenaikan produksi minimum +20% maka biaya proyek menjadi Rp. 40.172.121.585,54. Selanjutnya untuk keuntungan atau kerugian, untuk keuntungan normalnya sebesar Rp. 3.477.129.081,48, keuntungan atau kerugian yang didapat tergantung pada perubahan biaya proyek akibat produksi minimum dan simulasi perubahan produksi minimum, ketika produksi minimum tenaga kerja dan peralatan pada kondisi 0% terjadi kerugian sebesar Rp. -3.756.257.346,84 dikarenakan biaya proyek yang meningkat akibat produksi minimum, kemudian pada kondisi -20% kerugian menjadi Rp. -7.024.775.201,34, selanjutnya pada kondisi +20% kerugian berkurang menjadi Rp. -1.685.635.099,05.

Kata kunci: Produksi Minimum, Waktu Penyelesaian, Biaya, Keuntungan.

ABSTRACT

Minimum production is the smallest production capacity of a group of workers or equipment that works together to complete work in one unit of time (hours/day). If the minimum production occurs in the labor then the equipment is idle, on the other hand if the minimum production occurs in the equipment then the labor is idle. From the minimum production result, the amount of completion time can be determined by dividing the volume of the work item in question by the minimum production. If the minimum production is low, then the coefficient becomes large, which results in an increase in completion time, large project costs and low profits. In this study, the data used is secondary data taken from CV. PUBAGOT JAYA ABADI is data on the Cost Budget Plan for the Tetaf, SP Niki-niki, TTS road improvement project in 2023. This study aims to determine the impact of the change in minimum production of labor resources and equipment on the completion time of work items, costs and profits. The minimum production change uses a simulation of the minimum production change of -20% to +20% at 4% intervals. The results of the analysis raised the objective of this study is the completion time of work items in the work items of liquid asphalt/emulsion layer work on the minimum production of labor and equipment at -20% to 9.90 days, then at 0% to 7.92 days, then increase by +20% then the completion time is 6.60 days. For the normal project cost of Rp. 35,009,357,405.01 then when using the minimum production of labor and equipment at 0% of the project cost becomes Rp. 42,242,743,833.33, then when the

minimum production is simulated to decrease at -20% of the project cost to Rp. 45,511,261,687.82, when a simulation of a minimum production increase of +20% is carried out, the project cost becomes Rp. 40,172,121,585.54. Furthermore, for profit or loss, for the normal profit of Rp. 3,477,129,081.48, the totality or loss obtained depends on the change in project costs due to the minimum production and the simulation of the minimum production change, when the minimum production of labor and equipment at 0% conditions occurs a loss of Rp. -3,756,257,346.84, due to the increased project cost due to minimum production, then in the condition of -20% loss to Rp. -7,024,775,201.34, then in the condition of +20% the loss is reduced to Rp. -1,685,635,099.05.

1. PENDAHULUAN

Proyek merupakan suatu kegiatan atau kejadian yang saling berkaitan, dimulai dari perencanaan, pengorganisasian,endorongan dan pengendalian yang dilakukan untuk mencapai tujuan-tujuan dan membuahkan hasil dalam suatu jangka waktu yang telah ditetapkan (Kerzner 1982). Suatu proyek dianggap sukses jika mencapai suatu tujuan yang diinginkan dengan sumber daya yang tersedia dan dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin (Aniza 2019). Berkaitan dengan hal ini maka ketetapan waktu penyelesaian dan biaya proyek merupakan salah satu tujuan yang penting baik bagi pemilik proyek maupun kontraktor.

Dalam pelaksanaan konstruksi, tenaga kerja dan alat tidak bekerja secara individu, namun mereka bekerja secara berkelompok untuk menyelesaikan suatu pekerjaan secara bersama-sama. Pengertian bekerja bersama-sama adalah bahwa didalam waktu yang sama, mereka menghasilkan pekerjaan dengan jumlah (produksi) yang sama (Lulu, 2003). Namun sesungguhnya, produksi masing-masing (tenaga kerja dan alat) secara individu berbeda.

Jika produksi yang dihasilkan oleh tenaga kerja dan alat berbeda, maka besarnya produksi yang paling mungkin dilakukan secara bersama-sama adalah produksi yang paling kecil (minimum). Produksi minimum adalah kemampuan produksi terkecil dari kelompok tenaga kerja maupun peralatan yang bekerja bersama-sama dalam menyelesaikan pekerjaan dalam satu satuan waktu (jam/hari). Jika produksi minimum terjadi pada tenaga kerja maka peralatan menganggur, sebaliknya jika produksi minimum terjadi pada alat maka tenaga kerja menganggur.

Dari hasil produksi minimum, bisa ditentukan besarnya waktu penyelesaian dengan cara volume item pekerjaan yang bersangkutan dibagi dengan produksi minimumnya. Apabila produksi minimum rendah, maka koefisien menjadi besar, hal tersebut mengakibatkan waktu penyelesaian waktu bertambah, biaya proyek menjadi besar dan keuntungan menjadi rendah. Oleh sebab itu, produksi tenaga kerja dan alat perlu dicermati secara cepat dan tepat agar pelaksanaan konstruksi dapat dilakukan secara efektif dan efisien.

Jika produksi meningkat maka koefisien menjadi lebih kecil, analisa harga satuan menjadi lebih rendah, waktu penyelesaian semakin cepat, biaya proyek menjadi kecil dan keuntungan proyek bertambah. Sebaliknya jika produksi menurun maka koefisien akan menjadi lebih besar, analisa harga satuan menjadi lebih besar, waktu penyelesaian semakin lama, biaya proyek semakin meningkat dan keuntungan proyek berkurang. Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder yang diambil dari CV. PUBAGOT JAYA ABADI yaitu data Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada proyek peningkatan jalan Tetaf, SP Niki-niki, TTS tahun 2023.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Jumlah Tenaga Kerja

Jumlah tenaga kerja adalah banyaknya tenaga kerja yang bekerja dalam suatu item pekerjaan, yang merupakan perbandingan angka koefisien masing-masing tenaga kerja. Jumlah tenaga kerja dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Jtk = Ktk/Kmn$$

Dimana :

Ktk : Koefisien Tenaga Kerja (Jam,hari)

Jtk : Jumlah Tenaga Kerja (Orang)

Kmn : Koefisien Mandor (Jam,hari)

Produksi Tenaga Kerja

Produksi tenaga kerja adalah banyaknya pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh tenaga kerja dalam satu satuan waktu tertentu. Hal yang perlu diketahui untuk menentukan produksi tenaga kerja adalah jumlah tenaga kerja dan kuantitasnya. Rumus produksi tenaga kerja perjam adalah sebagai berikut:

$$Q_{tk}(1/K_{tk}) \times J_{tk}$$

Untuk produksi tenaga kerja perhari adalah:

$$Q_{tk}(1/K_{tk}) \times J_{tk} \times J_{ef}$$

Dimana:

Q_{tk} : Produksi tenaga kerja (m³/jam, m²/jam)

K_{tk} : Koefisien tenaga kerja (jam, hari)

J_{tk} : Jumlah tenaga kerja (jam, hari)

J_{ef} : Jam kerja efektif (jam)

Produksi Peralatan

Produksi alat adalah banyaknya pekerjaan yang dapat diselesaikan alat dalam satu satuan waktu tertentu. Pada kontrak-kontrak proyek yang mempunyai Analisa harga satuan item pekerjaan, maka estimasi produksi alat dapat didasarkan pada kuantitas (koefisien) alat yang ada dalam Analisa harga satuan untuk pekerjaan tersebut. Persamaan untuk mengitung produksi peralatan apabila koefisiennya telah diketahui dari data Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah sebagai berikut:

$$Q_a = 1/K_a$$

Untuk persamaan produksi peralatan perhari adalah:

$$Q_a = 1/K_a \times J_{ef}$$

Dimana:

Q_a : Produksi alat (m²/jam, m³/jam, m²/hari, m³/hari)

K_a : Koefisien alat (jam, hari)

J_{ef} : Jam kerja efektif (jam)

Produksi Minimum

Produksi minimum adalah produksi paling kecil yang dihasilkan antara alat dan tenaga kerja yang bekerja bersama-sama dalam menyelesaikan satu satuan item pekerjaan. Produksi minimum merupakan produksi yang paling mungkin dicapai untuk menyelesaikan item pekerjaan. Semakin besar produksi minimum yang dicapai setiap hari pada item pekerjaan, semakin kecil biaya yang dikeluarkan dan waktu yang dibutuhkan dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan item pekerjaan tersebut. Sebaliknya, semakin kecil produksi minimum yang dicapai, maka biaya yang dikeluarkan semakin besar dan waktu penyelesaian pun semakin bertambah. Penurunan produksi minimum dapat dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Q' = Q_{min} \times (1 - i\%)$$

Untuk kenaikan produksi minimum dapat menggunakan persamaan berikut:

$$Q' = Q_{min} \times (1 + i\%)$$

Dimana:

Q' : Perubahan produksi minimum variasi (m²/hari, m³/hari)

Q_{min} : Produksi normal (m²/hari, m³/hari)

$i\%$: Presentase perubahan variasi

Waktu Penyelesaian

Waktu penyelesaian adalah jumlah waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan satu satuan pekerjaan atau waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan volume satu item pekerjaan. Waktu penyelesaian tiap-tiap item pekerjaan sangat ditentukan oleh kemampuan produksi minimum dari tenaga kerja dan alat, dan volume pekerjaannya. Waktu penyelesaian dapat dirumuskan seperti dibawah ini:

$$W = V/Q_{min}$$

Dimana:

W : Waktu Penyelesaian

V : Volume item pekerjaan (m³, m², m)

Q_{min} : Produksi minimum (perhari, perjam)

Koefisien atau Kuantitas Item Pekerjaan

Koefisien yang sering juga disebut kuantitas pekerjaan ini merupakan banyaknya sumber daya yang digunakan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan. Agar terukur, maka kuantitas atau koefisien ini harus mempunyai satuan. Persamaan untuk mengitung koefisien tenaga kerja dapat dilihat pada persamaan dibawah ini:

$$K_{tk} = 1/Q_{tk} \times J_t$$

Dimana:

K_{tk} : Koefisien tenaga kerja (jam, hari)

Q_{tk} : Produksi tenaga kerja (m²/hari, m³/hari)

J_t : Jumlah tenaga kerja (orang)

Untuk menghitung koefisien peralatan dapat menggunakan persamaan dibawah ini:

$$Kp = 1/Qa$$

Dimana:

Kp: : Koefisienn peralatan (jam)

Qa : Produksi alat (m²/jam, m³/jam)

Analisa Harga Satuan

Analisa harga satuan item pekerjaan adalah perhitungan detail dari penggunaan sumber daya yaitu tenaga kerja, material, peralatan, dan uang untuk dapat menyelesaikan satu satuan item pekerjaan. Analisa harga satuan ini merupakan penjumlahan dari semua biaya sumber daya pada setiap item pekerjaan, dan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Ai = Ti + Mi + Pi$$

Dimana:

Ai : Analisa harga satuan item pekerjaan ke-i

Ti : Biaya tenaga kerja Analisa harga satuan item pekerjaan ke-i

Mi : Biaya material Analisa harga satuan item pekerjaan ke-i

Pi : Biaya peralatan Analisa harga satuan item pekerjaan ke-i

Biaya Item Pekerjaan

Biaya item pekerjaan adalah biaya yang digunakan untuk menyelesaikan masing masing item pekerjaan. Untuk perubahan biaya item pekerjaan akibat perubahan produksi dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$Xi' = Vi \times Ai$$

Dimana:

Xi' : Perubahan biaya item pekerjaan

Vi : Kuantitas/volume item pekerjaan

Ai' : Perubahan Analisa harga satua

Biaya Proyek

Biaya proyek ini diperoleh dari hasil penjumlahan biaya seluruh item pekerjaan. Biaya tiap item pekerjaan ini diperoleh dari perkalian antara volume dan Analisa harga item pekerjaan yang terdiri dari tenaga kerja, material, dan peralatan. Persamaan yang digunakan dapat dilihat pada persamaan dibawah ini:

$$BP = \sum Xi \times Ai + O + Tax$$

Dimana:

BP : Biaya Proyek

$\sum Xi$: Jumlah biaya item pekerjaan

O : Fee dan Overhead

Tax : Pajak

Keuntungan

Laba atau keuntungan adalah selisih antara pendapatan atau pengeluaran dari suatu kegiatan atau proyek yang dikerjakan dan merupakan hasil bagi dari sepuluh per seratus dikalikan dengan biaya proyek. Persamaan yang digunakan dapat dibawah ini:

$$L = 10/100 \times BP$$

Dimana:

L : Keuntungan/laba

BP : Biaya Proyek

Perubahan keuntungan proyek terjadi karena adanya perubahan biaya proyek akibat perubahan produksi. Keuntungan proyek akibat perubahan produksi ini dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$L' = L + (BP - BP')$$

Dimana:

L : Keuntungan awal proyek

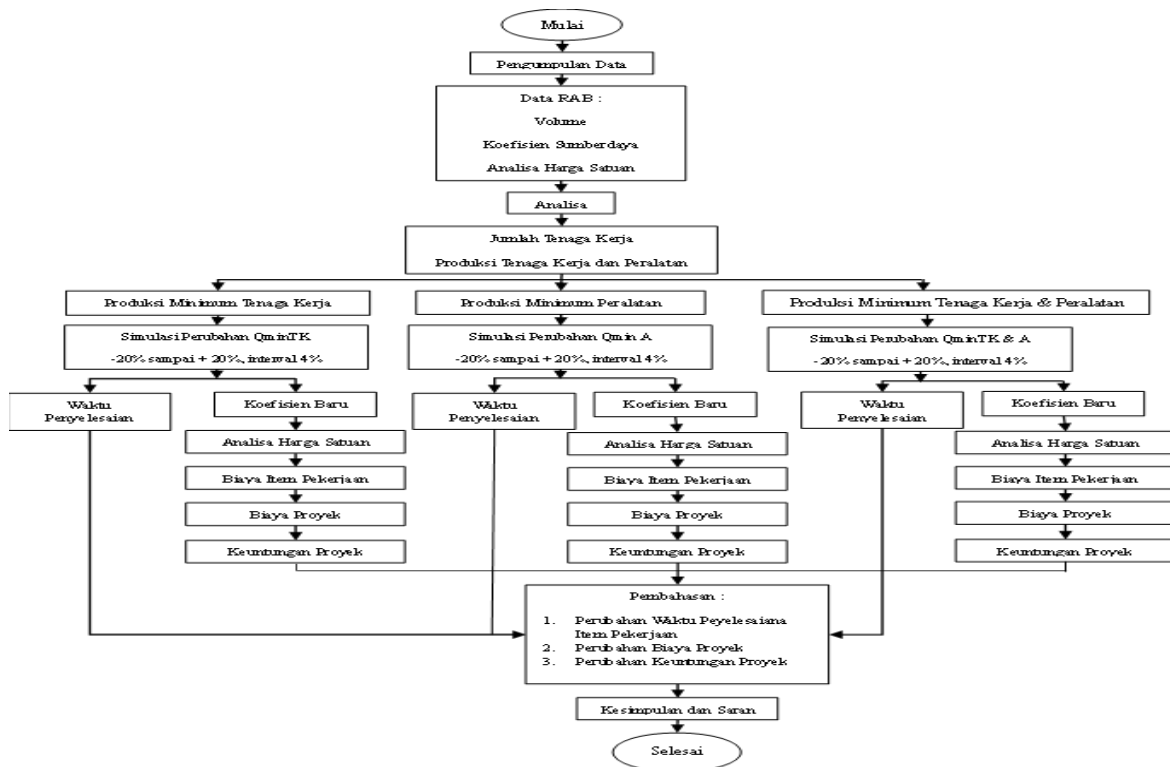
L' : Keuntungan proyek akibat perubahan produksi

BP : Biaya proyek awal

BP' : Biaya proyek akibat perubahan produksi

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan waktu penyelesaian item pekerjaan, biaya serta keuntungan yang disebabkan oleh adanya perubahan produksi pada item-item pekerjaan. Adapun rancangan penelitian ini yang diuraikan alur penulisnya mulai dari obyek penelitian, bentuk data, pengelolaan data, sampai dengan analisis data untuk memperoleh hasil simpulan dan saran.



Gambar 1 Bagan Alir
Sumber: Sketsa Penulis, 2024

1. Mulai

Penelitian ini dilakukan pada proyek peningkatan jalan Tetaf – SP, Niki-niki tahun anggaran 2023. Lokasi pekerjaan berada di Kecamatan Kuantana, kabupaten Timor Tengah Selatan, Provinsi Nusa Tenggara Timur dengan biaya anggaran sebesar Rp. 42.720.000.000,00 berdasarkan nomor kontrak HK.02.03/Bb.10.6.1/525.

2. Pengumpulan data

Data yang diperlukan yaitu data yang diambil dalam Rencana Anggaran Biaya (RAB) yaitu Volume pekerjaan, Koefisien sumber daya tenaga kerja material dan peralatan, Analisa harga satuan.

3. Analisa Data dan Pembahasan

Dalam analisa data ini penulis akan menghitung produksi minimum dari tenaga kerja, peralatan, dan tenaga kerja dan peralatan dari data RAB yang didapat kemudian melakukan simulasi perubahan produksi minimum tenaga kerja, peralatan, dan tenaga kerja dan peralatan dengan simulasi perubahan -20% sampai +20% dengan interval 4%. Dari hasil simulasi produksi minimum yang didapat selanjutnya menghitung waktu penyelesaian, biaya, dan keuntungan yang baru akibat perubahan simulasi produksi minimum tersebut.

4. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini akan dibahas berapa persentase pengaruh perubahan produksi minimum terhadap waktu penyelesaian item pekerjaan, biaya proyek, dan keuntungan.

5. Selesai

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Jumlah Tenaga Kerja

Jumlah tenaga kerja dihitung berdasarkan perbandingan koefisien tenaga kerja dimana koefisien tenaga kerja yang bersangkutan dibagi dengan koefisien tenaga kerja paling kecil. Koefisien tenaga kerja paling kecil biasanya pada koefisien mandor. perhitungan jumlah tenaga kerja pada item pekerjaan pasangan batu dan mortar. Jumlah tenaga kerja yang lainya dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1. Jumlah Tenaga Kerja

| No | Item Pekerjaan | Satuan | Volume | Koefisien | Kebutuhan Sumber Daya Total | |
|---|---|--------|-----------|-----------|-----------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| DIVISI 2. DRAINASE | | | | | | |
| 1 | Galian untuk Sekoran Drainase dan Sahrana Air | M3 | 3.230,70 | | | |
| | Pekerja | jam | | 0,1606 | 6,00 | |
| | Mandor | jam | | 0,0268 | 1,00 | |
| 2 | Pasangan Batu dengan Mortar | M3 | 1.638,33 | | | |
| | Pekerja | jam | | 2,4000 | 12,00 | |
| | Tukang Batu | jam | | 2,4000 | 12,00 | |
| 3 | Gorong-gorong Kotak Beton Bertulang, ukuran dalam 100 cm x 100 cm | M1 | 20,00 | | | |
| | Pekerja | jam | | 0,2869 | 10,00 | |
| | Tukang | jam | | 0,1721 | 6,00 | |
| 4 | Mandor | jam | | 0,0287 | 1,00 | |
| | DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK | | | | | |
| | Galian Biasa | M3 | 4.221,20 | | | |
| 5 | Pekerja | jam | | 0,0360 | 2,00 | |
| | Mandor | jam | | 0,0180 | 1,00 | |
| | Timbunan Pilihan dari sumber galian | M3 | 30.137,87 | | | |
| 6 | Pekerja | jam | | 0,0159 | 3,98 | |
| | Mandor | jam | | 0,0040 | 1,00 | |
| | Penyapian Badan Jalan | M2 | 97.200,00 | | | |
| 7 | Pekerja | jam | | 0,0070 | 3,00 | |
| | Mandor | jam | | 0,0023 | 1,00 | |
| | DIVISI 4. PEKERJAAN PREVENTIF | | | | | |
| - | - | - | - | - | - | |
| DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR | | | | | | |
| 8 | Lapis Pondasi Agregat Kelas A | M3 | 16.560,00 | | | |
| | Pekerja | jam | | 0,0779 | 8,00 | |
| | Mandor | jam | | 0,0097 | 1,00 | |
| DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL | | | | | | |
| 9 | Lapis Resap Pengikat - A spal Cair/Emulsi | Liter | 55.200,00 | | | |
| | Pekerja | jam | | 0,0022 | 3,00 | |
| | Mandor | jam | | 0,0007 | 1,00 | |
| 10 | Lataston Lapis Aus (HRS-WC) | Ton | 6.348,00 | | | |
| | Pekerja | jam | | 0,4016 | 10,00 | |
| | Mandor | jam | | 0,0402 | 1,00 | |
| DIVISI 7. STRUKTUR | | | | | | |
| 11 | Beton Mutu, fc' 20 MPa (K250) | M3 | 25,20 | | | |
| | Pekerja | jam | | 4,8193 | 12,00 | |
| | Tukang | jam | | 2,4096 | 6,00 | |
| | Mandor | jam | | 0,4016 | 1,00 | |
| 12 | Beton , fc' 15 Mpa | M3 | 4.144,50 | | | |
| | Pekerja | jam | | 1,6064 | 8,00 | |
| | Tukang | jam | | 2,4096 | 12,00 | |
| | Mandor | jam | | 0,2008 | 1,00 | |
| 13 | Baja Tulangan Polos B1P 280 | Kg | 3.024,00 | | | |
| | Pekerja Biasa | jam | | 0,1050 | 3,00 | |
| | Tukang | jam | | 0,0350 | 1,00 | |
| | Mandor | jam | | 0,0350 | 1,00 | |
| 14 | Pasangan Batu | M3 | 2.250,39 | | | |
| | Pekerja | jam | | 1,9277 | 8,00 | |
| | Tukang | jam | | 0,4819 | 2,00 | |
| | Mandor | jam | | 0,2410 | 1,00 | |
| DIVISI 8. REHABILITASI JEMBATAN | | | | | | |
| - | - | - | - | - | - | |
| DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN & PEKERJAAN LAIN-LAIN | | | | | | |
| 15 | Marka Jalan Termoplastik | M2 | 810,00 | | | |
| | Pekerja Biasa | jam | | 0,6000 | 8,00 | |
| | Tukang | jam | | 0,0750 | 1,00 | |
| | Mandor | jam | | 0,0750 | 1,00 | |
| 16 | Patok Pengarah | Buah | 500,00 | | | |
| | Pekerja | jam | | 0,7434 | 15,00 | |
| | Tukang | jam | | 0,0991 | 2,00 | |
| | Mandor | jam | | 0,0496 | 1,00 | |
| 17 | Patok Kilometer | Buah | 19,00 | | | |
| | Pekerja Biasa | jam | | 0,3567 | 5,00 | |
| | Tukang | jam | | 0,1427 | 2,00 | |
| | Mandor | jam | | 0,0713 | 1,00 | |
| 18 | Rel Pengaman | M2 | 19,00 | | | |
| | Pekerja Biasa | jam | | 1,3484 | 8,00 | |
| | Tukang | jam | | 0,3371 | 2,00 | |
| | Mandor | jam | | 0,1686 | 1,00 | |
| DIVISI 10. PEKERJAAN PEMELIHARAAN KINERJA | | | | | | |
| - | - | - | - | - | - | |

Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2024

Dari tabel 1 jumlah tenaga kerja diatas selanjutnya dihitung produksi yang dihasilkan.

Produksi

Produksi tenaga kerja diperoleh dari satu dibagi dengan koefisien tenaga kerja dan dikalikan dengan jumlah tenaga kerja. Produksi harian tenaga kerja adalah hasil produksi tenaga kerja per jam dikalikan dengan jam kerja efektif perhari yaitu 7 jam. Untuk produksi peralatan perlu diketahui koefisien karena produksi alat merupakan satu dibagi dengan koefisien alat tersebut. Koefisien yang digunakan diperoleh dari data rencana anggaran biaya yang ada. Untuk hasil perhitungan produksi tenaga kerja dan peralatan dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 2. Produksi Tenaga Kerja dan Peralatan

| No | Item Pekerjaan | Satuan | Produksi Unit/Jam | Produksi Unit/Hari |
|--|--|--------|-------------------|--------------------|
| 1 | 2 | 3 | 7 | 8 |
| DEVISI 2. DRAINASE | | | | |
| 1 | Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air | M 3 | | |
| | Tenaga Kerja | | | |
| | Pekerja | jam | 37,35 | 261,45 |
| | Mandor | jam | 37,35 | 261,45 |
| | Peralatan | | | |
| | Mini excavator 40-60 HP | jam | 37,35 | 261,45 |
| | Dump truck 3 - 4 M3 | jam | 10,60 | 74,23 |
| 2 | Pasangan Batu dengan Mortar | M 3 | | |
| | Tenaga Kerja | | | |
| | Pekerja | jam | 5,00 | 35,00 |
| | Tukang Batu | jam | 5,00 | 35,00 |
| | Mandor | jam | 5,00 | 35,00 |
| | Peralatan | | | |
| | Conc. Mixer | jam | 5,00 | 35,00 |
| 3 | Gorong-prong Kotak Beton Bertulang ukuran dalam 100 cm | M 1 | | |
| | Tenaga Kerja | | | |
| | Pekerja | jam | 34,86 | 244,02 |
| | Tukang | jam | 34,86 | 244,02 |
| | Mandor | jam | 34,86 | 244,02 |
| | Peralatan | | | |
| | Tamper | jam | 0,26 | 1,82 |
| | Flat Bed Truck | jam | 34,86 | 244,02 |
| DEVISI 3. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK | | | | |
| 4 | Galian Biasa | M 3 | | |
| | Tenaga Kerja | | | |
| | Pekerja | jam | 55,58 | 389,04 |
| | Mandor | jam | 55,58 | 389,04 |
| | Peralatan | | | |
| | Excavator 80-140 HP | jam | 55,58 | 389,04 |
| | Dump truck 3 - 4 M3 | jam | 9,71 | 67,94 |
| 5 | Timbunan Pilihan dari sumber galian | M 3 | | |
| | Tenaga Kerja | | | |
| | Pekerja | jam | 250,00 | 1.750,00 |
| | Mandor | jam | 250,00 | 1.750,00 |
| | Peralatan | | | |
| | Wheel Loader | jam | 117,65 | 823,53 |
| | Dump truck 6-8 M3 | jam | 5,62 | 39,37 |
| | Motor Grader | jam | 250,00 | 1.750,00 |
| | Tandem Roller 6-8 T. | jam | 89,29 | 625,00 |
| | Water Tanker | jam | 29,33 | 205,28 |
| 6 | Penyisipan Badan Jalan | M 2 | | |
| | Tenaga Kerja | | | |
| | Pekerja | jam | 428,11 | 2.996,74 |
| | Mandor | jam | 428,11 | 2.996,74 |
| | Peralatan | | | |
| | Motor Grader >100 HP | jam | 428,11 | 2.996,74 |
| | Tandem Roller 6-8 T. | jam | 30,71 | 214,97 |
| DIVISI 4. PEKERJAAN PREVENTIF | | | | |
| | | - | - | - |
| DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR | | | | |
| 7 | Lapis Pondasi Agregat Kelas A | M 3 | | |
| | Tenaga Kerja | | | |
| | Pekerja | jam | 102,70 | 718,89 |
| | Mandor | jam | 102,70 | 718,89 |
| | Peralatan | | | |
| | Wheel Loader | jam | 103,47 | 724,31 |
| | Dump truck 6-8 M3 | jam | 19,81 | 138,67 |
| | Motor Grader | jam | 1.044,71 | 7.312,94 |
| | Vibratory Roller 5-8 T. | jam | 102,70 | 718,89 |
| DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL | | | | |
| 8 | Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi | Liter | | |
| | Tenaga Kerja | | | |
| | Pekerja | jam | 1.365,35 | 9.557,45 |
| | Mandor | jam | 1.365,35 | 9.557,45 |
| | Peralatan | | | |
| | Asp. Distributor | jam | 996,00 | 6.972,00 |
| | Compressor | jam | 1.365,35 | 9.557,45 |
| 9 | Lataston Lapis Aus (HRS-WC) | Ton | | |
| | Tenaga Kerja | | | |
| | Pekerja | jam | 24,90 | 174,30 |
| | Mandor | jam | 24,90 | 174,30 |
| | Peralatan | | | |
| | Wheel Loader | jam | 186,25 | 1.303,76 |
| | AMP | jam | 24,90 | 174,30 |
| | Genset | jam | 24,90 | 174,30 |
| | Dump truck 6-8 M3 | jam | 23,95 | 167,66 |
| | Asphalt Finisher | jam | 58,30 | 408,12 |
| | Tandem Rolle 8-10 T. | jam | 57,25 | 400,78 |
| | P. Tyre Roller | jam | 86,86 | 608,02 |

Lanjutan Tabel 2

| DIVISI 7. STRUKTUR | | | | |
|---|---------------------------------|------|--------|----------|
| 10 | Beton Mutu, fc'20 MPa (K250) | M3 | | |
| | Tenaga Kerja | | | |
| | Pekerja | jam | 2,49 | 17,43 |
| | Tukang | jam | 2,49 | 17,43 |
| | Mandor | jam | 2,49 | 17,43 |
| | Peralatan | | | |
| | Concrete Mixer | jam | 2,49 | 17,43 |
| | Concrete Vibrator | jam | 0,42 | 2,91 |
| | Water Tang Truck | jam | 26,21 | 183,47 |
| 11 | Beton, fc'15 Mpa | M3 | | |
| | Tenaga Kerja | | | |
| | Pekerja | jam | 4,98 | 34,86 |
| | Tukang | jam | 4,98 | 34,86 |
| | Mandor | jam | 4,98 | 34,86 |
| | Peralatan | | | |
| | Concrete Mixer | jam | 4,98 | 34,86 |
| | Concrete Vibrator | jam | 0,83 | 5,81 |
| | Water Tank Truck | jam | 26,21 | 183,47 |
| 12 | Baja Tulangan Polos-BTP 280 | Kg | | |
| | Tenaga Kerja | | | |
| | Pekerja Biasa | jam | 28,57 | 200,00 |
| | Tukang | jam | 28,57 | 200,00 |
| | Mandor | jam | 28,57 | 200,00 |
| | Peralatan | | | |
| | - | - | - | - |
| 13 | Pasangan Batu | M3 | | |
| | Tenaga Kerja | | | |
| | Pekerja | jam | 4,15 | 29,05 |
| | Tukang | jam | 4,15 | 29,05 |
| | Mandor | jam | 4,15 | 29,05 |
| | Peralatan | | | |
| | Conc. Mixer | jam | 4,15 | 29,05 |
| | Water Tank Truck | jam | 711,43 | 4.980,00 |
| DIVISI 8. REHABILITASI JEMBATAN | | | | |
| | - | - | - | - |
| DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN & PEKERJAAN LAIN-LAIN | | | | |
| 14 | Marka Jalan Termoplastik | M2 | | |
| | Tenaga Kerja | | | |
| | Pekerja Biasa | jam | 13,33 | 93,33 |
| | Tukang | jam | 13,33 | 93,33 |
| | Mandor | jam | 13,33 | 93,33 |
| | Peralatan | | | |
| | Compressor | jam | 13,33 | 93,33 |
| | Dump Truck | jam | 13,33 | 93,33 |
| | Thermoplastic spreading machine | jam | 13,33 | 93,33 |
| 15 | Patok Pengarah | Buah | | |
| | Tenaga Kerja | | | |
| | Pekerja | jam | 20,18 | 141,25 |
| | Tukang | jam | 20,18 | 141,25 |
| | Mandor | jam | 20,18 | 141,25 |
| | Peralatan | | | |
| | Dump Truck | jam | 20,18 | 141,25 |
| 16 | Patok Kilometer | Buah | | |
| | Tenaga Kerja | | | |
| | Pekerja Biasa | jam | 14,02 | 98,13 |
| | Tukang | jam | 14,02 | 98,13 |
| | Mandor | jam | 14,02 | 98,13 |
| | Peralatan | | | |
| | Dump Truck | jam | 14,02 | 98,13 |
| 17 | Rel Pengaman | M1 | | |
| | Tenaga Kerja | | | |
| | Pekerja Biasa | jam | 5,93 | 41,53 |
| | Tukang | jam | 5,93 | 41,53 |
| | Mandor | jam | 5,93 | 41,53 |
| | Peralatan | | | |
| | Dump Truck | jam | 5,93 | 41,53 |
| DIVISI 10. PEKERJAAN PEMELIHARAAN KINERJA | | | | |
| | - | - | - | - |

Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2024

Produksi Minimum

Produksi minimum merupakan produksi yang terkecil yang dipilih dari kelompok tenaga kerja dan peralatan yang bekerja bersama-sama pada satu item tertentu. Produksi minimum terpilih akan digunakan sebagai produksi kerja dalam satu item pekerjaan. Dalam analisa ini penulis membagi 3 produksi minimum yang akan dianalisa yaitu produksi minimum tenaga kerja, produksi minimum peralatan, dan produksi minimum tenaga kerja dan peralatan. Ketika simulasi perubahan produksi minimum tenaga kerja, produksi minimum peralatan, dan produksi minimum tenaga kerja dan peralatan terjai maka harus memerhatikan agar produksi minimum yang disimulasi tetap pada kondisi minimum, yaitu dengan cara melakukan penambahan tenaga kerja dan peralatan. Untuk penambahan peralatan dibatasi penambahannya dengan maksimal penambahan peralatan untuk alat berat 3 dan untuk alat kecil 5. Ketika sudah mencapai batas penambahan peralatan namun produksi minimum yang disimulasi tetap lebih besar maka produksi yang digunakan tetap menggunakan produksi yang paling kecil. Untuk pemilihan produksi minimum tenaga kerja, produksi minimum peralatan, dan produksi minimum tenaga kerja dan peralatan dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah ini:

Tabel 3. Pemilihan Produksi Minimum Tenaga Kerja

| No | Item Pekerjaan | Satuan | Produksi TK | Produksi Alat | Kondisi | Produksi Minimum TK |
|----|---|--------|-------------|---------------|---------|---------------------|
| 1 | Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air | M3 | 261,45 | 261,45 | Qk = Qa | 261,4 |
| 2 | Pasangan Batu dengan Mortar | M3 | 35,00 | 35,00 | Qk = Qa | 35,00 |
| 3 | Gorong-gorong Kotak Beton Bertulang | M1 | 244,02 | 1,82 | Qk > Qa | 244,0 |
| 4 | Galian Biasa | M3 | 389,04 | 389,04 | Qk = Qa | 389,0 |
| 5 | Timbunan Pilihan dari sumber galian | M3 | 1.750,00 | 205,28 | Qk > Qa | 1.750,0 |
| 6 | Penyiapan Badan Jalan | M2 | 2.996,7 | 214,97 | Qk > Qa | 2.996,7 |
| 7 | Lapis Pondasi Agregat Kelas A | M3 | 718,89 | 718,89 | Qk = Qa | 718,8 |
| 8 | Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi | Liter | 9.557,4 | 6.972,0 | Qk > Qa | 9.557,4 |
| 9 | Lataston Lapis Aus (HRS-WC) | Ton | 174,30 | 174,30 | Qk = Qa | 174,3 |
| 10 | Beton Mutu, fc'20 MPa (K250) | M3 | 17,43 | 2,91 | Qk > Qa | 17,43 |
| 11 | Beton, fc'15 Mpa | M3 | 34,86 | 5,81 | Qk > Qa | 34,86 |
| 12 | Baja Tulangan Polos BJTP 280 | Kg | 200,00 | - | | 200,0 |
| 13 | Pasangan Batu | M3 | 29,05 | 29,05 | Qk = Qa | 29,05 |
| 14 | Marka Jalan Termoplastik | M2 | 93,33 | 93,33 | Qk = Qa | 93,33 |
| 15 | Patok Pengarah | Buah | 141,2 | - | | 141,2 |
| 16 | Patok Kilometer | Buah | 98,13 | - | | 98,13 |
| 17 | Rel Pengaman | M2 | 41,53 | - | | 41,53 |

Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2024

Tabel 4. Pemilihan Produksi Minimum Peralatan

| No | Item Pekerjaan | Satuan | Produksi TK (Hari) | Produksi Alat (Hari) | Kondisi | Produksi Minimum Alat |
|----|---|--------|--------------------|----------------------|----------|-----------------------|
| 1 | Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air | M3 | 261,45 | 261,45 | Qa = Qtk | 261,45 |
| 2 | Pasangan Batu dengan Mortar | M3 | 35,00 | 35,00 | Qa = Qtk | 35,00 |
| 3 | Gorong-gorong Kotak Beton Bertulang | M1 | 244,02 | 1,82 | Qa < Qtk | 1,82 |
| 4 | Galian Biasa | M3 | 389,04 | 389,04 | Qa = Qtk | 389,04 |
| 5 | Timbunan Pilihan dari sumber galian | M3 | 1.750,00 | 205,28 | Qa < Qtk | 205,28 |
| 6 | Penyiapan Badan Jalan | M2 | 2.996,74 | 214,97 | Qa < Qtk | 214,97 |
| 7 | Lapis Pondasi Agregat Kelas A | M3 | 718,89 | 718,89 | Qa = Qtk | 718,89 |
| 8 | Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi | Liter | 9.557,45 | 6.972,00 | Qa < Qtk | 6.972,00 |
| 9 | Lataston Lapis Aus (HRS-WC) | Ton | 174,30 | 174,30 | Qa = Qtk | 174,30 |
| 10 | Beton Mutu, fc'20 MPa (K250) | M3 | 17,43 | 2,91 | Qa < Qtk | 2,91 |
| 11 | Beton, fc'15 Mpa | M3 | 34,86 | 5,81 | Qa < Qtk | 5,81 |
| 12 | Baja Tulangan Polos BJTP 280 | Kg | 200,00 | - | | - |
| 13 | Pasangan Batu | M3 | 29,05 | 29,05 | Qa = Qtk | 29,05 |
| 14 | Marka Jalan Termoplastik | M2 | 93,33 | 93,33 | Qa = Qtk | 93,33 |
| 15 | Patok Pengarah | Buah | 141,25 | - | | - |
| 16 | Patok Kilometer | Buah | 98,13 | - | | - |
| 17 | Rel Pengaman | M2 | 41,53 | - | | - |

Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2024

Tabel 5. Pemilihan Produksi Minimum Tenaga Kerja dan Peralatan

| No | Item Pekerjaan | Satuan | Produksi TK (Hari) | Produksi Alat (Hari) | Produksi yang dipilih | Qmin Tenaga kerja & Alat |
|----|---|--------|--------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|
| 1 | Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air | M3 | 261,45 | 261,45 | Qa/Qtk | 261,45 |
| 2 | Pasangan Batu dengan Mortar | M3 | 35,00 | 35,00 | Qa/Qtk | 35,00 |
| 3 | Gorong-gorong Kotak Beton Bertulang | M1 | 244,02 | 1,82 | Qa | 1,82 |
| 4 | Galian Biasa | M3 | 389,04 | 389,04 | Qa/Qtk | 389,04 |
| 5 | Timbunan Pilihan dari sumber galian | M3 | 1.750,00 | 205,28 | Qa | 205,28 |
| 6 | Penyiapan Badan Jalan | M2 | 2.996,74 | 214,97 | Qa | 214,97 |
| 7 | Lapis Pondasi Agregat Kelas A | M3 | 718,89 | 718,89 | Qa/Qtk | 718,89 |
| 8 | Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi | Liter | 9.557,45 | 6.972,00 | Qa | 6.972,00 |
| 9 | Lataston Lapis Aus (HRS-WC) | Ton | 174,30 | 174,30 | Qa/Qtk | 174,30 |
| 10 | Beton Mutu, fc'20 MPa (K250) | M3 | 17,43 | 2,91 | Qa | 2,91 |
| 11 | Beton, fc'15 Mpa | M3 | 34,86 | 5,81 | Qa | 5,81 |
| 12 | Baja Tulangan Polos BJTP 280 | Kg | 200,00 | - | Qtk | 200,00 |
| 13 | Pasangan Batu | M3 | 29,05 | 29,05 | Qa/Qtk | 29,05 |
| 14 | Marka Jalan Termoplastik | M2 | 93,33 | 93,33 | Qa/Qtk | 93,33 |
| 15 | Patok Pengarah | Buah | 141,25 | - | Qtk | 141,25 |
| 16 | Patok Kilometer | Buah | 98,13 | - | Qtk | 98,13 |
| 17 | Rel Pengaman | M2 | 41,53 | - | Qtk | 41,53 |

Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2024

Setelah mengetahui ketika produksi minimum dari tabel diatas selanjutnya melakukan simulasi perubahan produksi minimum -20% sampai +20% dengan interval 4%, simulasi kenaikan produksi minimum dilakukan dengan cara produksi minimum dikali satu ditambah presentase perubahannya, untuk penurunan produksi minimum dihitung dengan cara produksi minimum dikali satu dikurang presentase perubahannya. Ketika dilakukan simulasi perubahan produksi minimum tenaga kerja maka harus memerhatikan jumlah peralatan agar tetap pada kondisi minimum, untuk simulasi perubahan produksi peralatan harus memerhatikan jumlah tenaga kerja agar produksi peralatan tetap pada kondisi minimum. Untuk hasil dari simulasi perubahan produksi minimum dari ketiga produksi yang disimulasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 6. Produksi Minimum Akibat Simulasi Perubahan -20% Sampai +20% Interval 4%

| No | Item Pekerjaan | Satuan | Variasi Simulasi Qmin | | | | | | | | | | | | | |
|----|--|----------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|--|--|
| | | | -20% | -16% | -12% | -8% | -4% | 0% | 4% | 8% | 12% | 16% | 20% | | | |
| 1 | Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air | M ³ | | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari) | | 209,16 | 219,62 | 230,08 | 240,53 | 250,99 | 261,45 | 271,91 | 282,37 | 292,82 | 303,28 | 313,74 | | | |
| | Produksi Minimum Peralatan (M3/Hari) | | 209,16 | 219,62 | 230,08 | 240,53 | 250,99 | 261,45 | 271,91 | 282,37 | 292,82 | 303,28 | 313,74 | | | |
| 2 | Pasangan Batu dengan Mortar | M ³ | | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari) | | 28,00 | 29,40 | 30,80 | 32,20 | 33,60 | 35,00 | 36,40 | 37,80 | 39,20 | 40,60 | 42,00 | | | |
| | Produksi Minimum Peralatan (M3/Hari) | | 28,00 | 29,40 | 30,80 | 32,20 | 33,60 | 35,00 | 36,40 | 37,80 | 39,20 | 40,60 | 42,00 | | | |
| 3 | Gorong-gorong Kotak Beton Bertulang | M ¹ | | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari) | | 9,08 | 9,08 | 9,08 | 9,08 | 9,08 | 9,08 | 9,08 | 9,08 | 9,08 | 9,08 | 9,08 | | | |
| | Produksi Minimum Peralatan (M3/Hari) | | 1,45 | 1,53 | 1,60 | 1,67 | 1,74 | 1,82 | 1,89 | 1,96 | 2,03 | 2,11 | 2,18 | | | |
| 4 | Galian Biasa | M ³ | | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari) | | 311,23 | 326,79 | 342,35 | 357,91 | 373,48 | 389,04 | 404,60 | 420,16 | 435,72 | 451,28 | 466,85 | | | |
| | Produksi Minimum Peralatan (M3/Hari) | | 311,23 | 326,79 | 342,35 | 357,91 | 373,48 | 389,04 | 404,60 | 420,16 | 435,72 | 451,28 | 466,85 | | | |
| 5 | Timbunan Pilihan dari sumber galian | M ³ | | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari) | | 615,84 | 615,84 | 615,84 | 615,84 | 615,84 | 615,84 | 615,84 | 615,84 | 615,84 | 615,84 | 615,84 | | | |
| | Produksi Minimum Peralatan (M3/Hari) | | 164,22 | 172,43 | 180,65 | 188,86 | 197,07 | 205,28 | 213,49 | 221,70 | 229,91 | 238,12 | 246,33 | | | |
| 6 | Penyiapan Badan Jalan | M ² | | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari) | | 644,91 | 644,91 | 644,91 | 644,91 | 644,91 | 644,91 | 644,91 | 644,91 | 644,91 | 644,91 | 644,91 | | | |
| | Produksi Minimum Peralatan (M3/Hari) | | 171,98 | 180,57 | 189,17 | 197,77 | 206,37 | 214,97 | 223,57 | 232,17 | 240,77 | 249,37 | 257,96 | | | |
| 7 | Lapis Pondasi Agregat Kelas A | M ³ | | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari) | | 575,11 | 603,87 | 632,62 | 661,38 | 690,14 | 718,89 | 747,65 | 776,40 | 805,16 | 833,91 | 862,67 | | | |
| | Produksi Minimum Peralatan (M3/Hari) | | 575,11 | 603,87 | 632,62 | 661,38 | 690,14 | 718,89 | 747,65 | 776,40 | 805,16 | 833,91 | 862,67 | | | |
| 8 | Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi | Liter | | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari) | | 7.645,96 | 8.028,26 | 8.410,56 | 8.792,85 | 9.175,15 | 9.557,45 | 9.939,75 | 10.322,05 | 10.704,34 | 11.086,64 | 11.468,94 | | | |
| | Produksi Minimum Peralatan (M3/Hari) | | 5.577,60 | 5.856,48 | 6.135,36 | 6.414,24 | 6.693,12 | 6.972,00 | 7.250,88 | 7.529,76 | 7.808,64 | 8.087,52 | 8.366,40 | | | |
| 9 | Lataston Lapis Aus (HRS-WC) | Ton | | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari) | | 139,44 | 146,41 | 153,38 | 160,36 | 167,33 | 174,30 | 181,27 | 188,24 | 195,22 | 202,19 | 209,16 | | | |
| | Produksi Minimum Peralatan (M3/Hari) | | 139,44 | 146,41 | 153,38 | 160,36 | 167,33 | 174,30 | 181,27 | 188,24 | 195,22 | 202,19 | 209,16 | | | |
| 10 | Beton Mutu, f'20 MPa (K250) | M ³ | | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari) | | 13,94 | 14,53 | 15,13 | 15,73 | 16,33 | 16,93 | 17,53 | 18,13 | 18,73 | 19,33 | 19,93 | | | |
| | Produksi Minimum Peralatan (M3/Hari) | | 2,32 | 2,44 | 2,56 | 2,67 | 2,79 | 2,91 | 3,02 | 3,14 | 3,25 | 3,37 | 3,49 | | | |
| 11 | Beton, f'15 Mpa | M ³ | | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari) | | 29,05 | 29,05 | 29,05 | 29,05 | 29,05 | 29,05 | 29,05 | 29,05 | 29,05 | 29,05 | 29,05 | | | |
| | Produksi Minimum Peralatan (M3/Hari) | | 4,65 | 4,88 | 5,11 | 5,35 | 5,58 | 5,81 | 6,04 | 6,27 | 6,51 | 6,74 | 6,97 | | | |
| 12 | Baja Tulangan Polos BJTP 280 | Kg | | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari) | | 160,00 | 168,00 | 176,00 | 184,00 | 192,00 | 200,00 | 208,00 | 216,00 | 224,00 | 232,00 | 240,00 | | | |
| | Produksi Minimum Peralatan (M3/Hari) | | 160,00 | 168,00 | 176,00 | 184,00 | 192,00 | 200,00 | 208,00 | 216,00 | 224,00 | 232,00 | 240,00 | | | |
| 13 | Pasangan Batu | M ³ | | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari) | | 23,24 | 24,40 | 25,56 | 26,73 | 27,89 | 29,05 | 30,21 | 31,37 | 32,54 | 33,70 | 34,86 | | | |
| | Produksi Minimum Peralatan (M3/Hari) | | 23,24 | 24,40 | 25,56 | 26,73 | 27,89 | 29,05 | 30,21 | 31,37 | 32,54 | 33,70 | 34,86 | | | |
| 14 | Marka Jalan Termoplastik | M ² | | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari) | | 74,67 | 78,40 | 82,13 | 85,87 | 89,60 | 93,33 | 97,07 | 100,80 | 104,53 | 108,27 | 112,00 | | | |
| | Produksi Minimum Peralatan (M3/Hari) | | 74,67 | 78,40 | 82,13 | 85,87 | 89,60 | 93,33 | 97,07 | 100,80 | 104,53 | 108,27 | 112,00 | | | |
| 15 | Patok Pengarah | Buah | | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari) | | 113,00 | 118,65 | 124,30 | 129,95 | 135,60 | 141,25 | 146,90 | 152,55 | 158,20 | 163,85 | 169,50 | | | |
| | Produksi Minimum Peralatan (M3/Hari) | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |
| 16 | Patok Kilometer | Buah | | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari) | | 78,51 | 82,43 | 86,36 | 90,28 | 94,21 | 98,13 | 102,06 | 105,98 | 109,91 | 113,83 | 117,76 | | | |
| | Produksi Minimum Peralatan (M3/Hari) | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |
| 17 | Rel Pengaman | M ² | | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari) | | 33,22 | 34,88 | 36,55 | 38,21 | 39,87 | 41,53 | 43,19 | 44,85 | 46,51 | 48,17 | 49,84 | | | |
| | Produksi Minimum Peralatan (M3/Hari) | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |

Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2024

Waktu Penyelesaian Akibat Simulasi Perubahan Produksi Minimum

Waktu penyelesaian item pekerjaan diperoleh dari volume yang ada pada data RAB dibagi dengan produksi minimum. Untuk waktu penyelesaiann item pekerjaan akibat simulasi perubahan dari ketiga produksi dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 7. Waktu Penyelesaian Akibat Simulasi Prubahan Produksi Minimum

| No | Item Pekerjaan | Satuan | Waktu Penyelesaian Akibat Simulasi Qmin | | | | | | | | | | | | |
|----|--|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|
| | | | -20% | -16% | -12% | -8% | -4% | 0% | 4% | 8% | 12% | 16% | 20% | | |
| 1 | Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air | M3 | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja (Hari) | | 15,45 | 14,71 | 14,04 | 13,43 | 12,87 | 12,36 | 11,88 | 11,44 | 11,03 | 10,65 | 10,30 | | |
| | Produksi Minnum Peralatan (Hari) | | 15,45 | 14,71 | 14,04 | 13,43 | 12,87 | 12,36 | 11,88 | 11,44 | 11,03 | 10,65 | 10,30 | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja & Peralatan (Hari) | | 15,45 | 14,71 | 14,04 | 13,43 | 12,87 | 12,36 | 11,88 | 11,44 | 11,03 | 10,65 | 10,30 | | |
| 2 | Pasangan Batu dengan Mortar | M3 | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja (Hari) | | 58,51 | 55,73 | 53,19 | 50,88 | 48,76 | 46,81 | 45,01 | 43,34 | 41,79 | 40,35 | 39,01 | | |
| | Produksi Minnum Peralatan (Hari) | | 58,51 | 55,73 | 53,19 | 50,88 | 48,76 | 46,81 | 45,01 | 43,34 | 41,79 | 40,35 | 39,01 | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja & Peralatan (Hari) | | 58,51 | 55,73 | 53,19 | 50,88 | 48,76 | 46,81 | 45,01 | 43,34 | 41,79 | 40,35 | 39,01 | | |
| 3 | Gorong-gorong Kotak Beton Bertulang | M1 | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja (Hari) | | 2,20 | 2,20 | 2,20 | 2,20 | 2,20 | 2,20 | 2,20 | 2,20 | 2,20 | 2,20 | 2,20 | | |
| | Produksi Minnum Peralatan (Hari) | | 13,76 | 13,11 | 12,51 | 11,97 | 11,47 | 11,01 | 10,59 | 10,20 | 9,83 | 9,49 | 9,18 | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja & Peralatan (Hari) | | 13,76 | 13,11 | 12,51 | 11,97 | 11,47 | 11,01 | 10,59 | 10,20 | 9,83 | 9,49 | 9,18 | | |
| 4 | Galian Biasa | M3 | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja (Hari) | | 10,35 | 9,86 | 9,41 | 9,00 | 8,62 | 8,28 | 7,96 | 7,67 | 7,39 | 7,14 | 6,90 | | |
| | Produksi Minnum Peralatan (Hari) | | 10,35 | 9,86 | 9,41 | 9,00 | 8,62 | 8,28 | 7,96 | 7,67 | 7,39 | 7,14 | 6,90 | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja & Peralatan (Hari) | | 10,35 | 9,86 | 9,41 | 9,00 | 8,62 | 8,28 | 7,96 | 7,67 | 7,39 | 7,14 | 6,90 | | |
| 5 | Timbunan Pilihan dari sumber galian | M3 | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja (Hari) | | 48,94 | 48,94 | 48,94 | 48,94 | 48,94 | 48,94 | 48,94 | 48,94 | 48,94 | 48,94 | 48,94 | | |
| | Produksi Minnum Peralatan (Hari) | | 183,52 | 174,78 | 166,83 | 159,58 | 152,93 | 146,81 | 141,17 | 135,94 | 131,08 | 126,56 | 122,35 | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja & Peralatan (Hari) | | 183,52 | 174,78 | 166,83 | 159,58 | 152,93 | 146,81 | 141,17 | 135,94 | 131,08 | 126,56 | 122,35 | | |
| 6 | Penyiapan Badan Jalan | M2 | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja (Hari) | | 150,72 | 150,72 | 150,72 | 150,72 | 150,72 | 150,72 | 150,72 | 150,72 | 150,72 | 150,72 | 150,72 | | |
| | Produksi Minnum Peralatan (Hari) | | 565,20 | 538,28 | 513,81 | 491,47 | 471,00 | 452,16 | 434,77 | 418,66 | 403,71 | 389,79 | 376,80 | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja & Peralatan (Hari) | | 565,20 | 538,28 | 513,81 | 491,47 | 471,00 | 452,16 | 434,77 | 418,66 | 403,71 | 389,79 | 376,80 | | |
| 7 | Lapis Pondasi Agregat Kelas A | M3 | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja (Hari) | | 28,79 | 27,42 | 26,18 | 25,04 | 24,00 | 23,04 | 22,15 | 21,33 | 20,57 | 19,86 | 19,20 | | |
| | Produksi Minnum Peralatan (Hari) | | 28,79 | 27,42 | 26,18 | 25,04 | 24,00 | 23,04 | 22,15 | 21,33 | 20,57 | 19,86 | 19,20 | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja & Peralatan (Hari) | | 28,79 | 27,42 | 26,18 | 25,04 | 24,00 | 23,04 | 22,15 | 21,33 | 20,57 | 19,86 | 19,20 | | |
| 8 | Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi | Liter | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja (Hari) | | 7,22 | 6,88 | 6,56 | 6,28 | 6,02 | 5,78 | 5,55 | 5,35 | 5,16 | 4,98 | 4,81 | | |
| | Produksi Minnum Peralatan (Hari) | | 9,90 | 9,43 | 9,00 | 8,61 | 8,25 | 7,92 | 7,61 | 7,33 | 7,07 | 6,83 | 6,60 | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja & Peralatan (Hari) | | 9,90 | 9,43 | 9,00 | 8,61 | 8,25 | 7,92 | 7,61 | 7,33 | 7,07 | 6,83 | 6,60 | | |
| 9 | Lataston Lapis Aus (HRS-WC) | Ton | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja (Hari) | | 45,52 | 43,36 | 41,39 | 39,59 | 37,94 | 36,42 | 35,02 | 33,72 | 32,52 | 31,40 | 30,35 | | |
| | Produksi Minnum Peralatan (Hari) | | 45,52 | 43,36 | 41,39 | 39,59 | 37,94 | 36,42 | 35,02 | 33,72 | 32,52 | 31,40 | 30,35 | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja & Peralatan (Hari) | | 45,52 | 43,36 | 41,39 | 39,59 | 37,94 | 36,42 | 35,02 | 33,72 | 32,52 | 31,40 | 30,35 | | |
| 10 | Beton Mutu, f'c'20 MPa (K250) | M3 | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja (Hari) | | 1,81 | 1,73 | 1,73 | 1,73 | 1,73 | 1,73 | 1,73 | 1,73 | 1,73 | 1,73 | 1,73 | | |
| | Produksi Minnum Peralatan (Hari) | | 10,84 | 10,33 | 9,86 | 9,43 | 9,04 | 8,67 | 8,34 | 8,03 | 7,75 | 7,48 | 7,23 | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja & Peralatan (Hari) | | 10,84 | 10,33 | 9,86 | 9,43 | 9,04 | 8,67 | 8,34 | 8,03 | 7,75 | 7,48 | 7,23 | | |
| 11 | Beton , f'c'15 Mpa | M3 | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja (Hari) | | 142,67 | 142,67 | 142,67 | 142,67 | 142,67 | 142,67 | 142,67 | 142,67 | 142,67 | 142,67 | 142,67 | | |
| | Produksi Minnum Peralatan (Hari) | | 891,67 | 849,21 | 810,61 | 775,37 | 743,06 | 713,34 | 685,90 | 660,50 | 636,91 | 614,95 | 594,45 | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja & Peralatan (Hari) | | 891,67 | 849,21 | 810,61 | 775,37 | 743,06 | 713,34 | 685,90 | 660,50 | 636,91 | 614,95 | 594,45 | | |
| 12 | Baja Tulangan Polos BJTP 280 | Kg | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja (Hari) | | 18,90 | 18,00 | 17,18 | 16,43 | 15,75 | 15,12 | 14,54 | 14,00 | 13,50 | 13,03 | 12,60 | | |
| | Produksi Minnum Peralatan (Hari) | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja & Peralatan (Hari) | | 18,90 | 18,00 | 17,18 | 16,43 | 15,75 | 15,12 | 14,54 | 14,00 | 13,50 | 13,03 | 12,60 | | |
| 13 | Pasangan Batu | M3 | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja (Hari) | | 96,83 | 92,22 | 88,03 | 84,20 | 80,69 | 77,47 | 74,49 | 71,73 | 69,17 | 66,78 | 64,56 | | |
| | Produksi Minnum Peralatan (Hari) | | 96,83 | 92,22 | 88,03 | 84,20 | 80,69 | 77,47 | 74,49 | 71,73 | 69,17 | 66,78 | 64,56 | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja & Peralatan (Hari) | | 96,83 | 92,22 | 88,03 | 84,20 | 80,69 | 77,47 | 74,49 | 71,73 | 69,17 | 66,78 | 64,56 | | |
| 14 | Marka Jalan Termoplastik | M2 | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja (Hari) | | 10,85 | 10,33 | 9,86 | 9,43 | 9,04 | 8,68 | 8,34 | 8,04 | 7,75 | 7,48 | 7,23 | | |
| | Produksi Minnum Peralatan (Hari) | | 10,85 | 10,33 | 9,86 | 9,43 | 9,04 | 8,68 | 8,34 | 8,04 | 7,75 | 7,48 | 7,23 | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja & Peralatan (Hari) | | 10,85 | 10,33 | 9,86 | 9,43 | 9,04 | 8,68 | 8,34 | 8,04 | 7,75 | 7,48 | 7,23 | | |
| 15 | Patok Pengarah | Buah | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja (Hari) | | 4,42 | 4,21 | 4,02 | 3,85 | 3,69 | 3,54 | 3,40 | 3,28 | 3,16 | 3,05 | 2,95 | | |
| | Produksi Minnum Peralatan (Hari) | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja & Peralatan (Hari) | | 4,42 | 4,21 | 4,02 | 3,85 | 3,69 | 3,54 | 3,40 | 3,28 | 3,16 | 3,05 | 2,95 | | |
| 16 | Patok Kilometer | Buah | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja (Hari) | | 0,24 | 0,23 | 0,22 | 0,21 | 0,20 | 0,19 | 0,19 | 0,18 | 0,17 | 0,17 | 0,16 | | |
| | Produksi Minnum Peralatan (Hari) | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja & Peralatan (Hari) | | 0,24 | 0,23 | 0,22 | 0,21 | 0,20 | 0,19 | 0,19 | 0,18 | 0,17 | 0,17 | 0,16 | | |
| 17 | Rel Pengaman | M2 | | | | | | | | | | | | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja (Hari) | | 15,05 | 14,33 | 13,68 | 13,09 | 12,54 | 12,04 | 11,58 | 11,15 | 10,75 | 10,38 | 10,03 | | |
| | Produksi Minnum Peralatan (Hari) | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | Produksi Minnum Tenaga Kerja & Peralatan (Hari) | | 15,05 | 14,33 | 13,68 | 13,09 | 12,54 | 12,04 | 11,58 | 11,15 | 10,75 | 10,38 | 10,03 | | |

Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2024

Biaya Proyek Baru Akibat Simulasi Perubahan Produksi Minimum

Biaya proyek adalah biaya yang digunakan untuk menyelesaikan suatu kegiatan proyek atau pekerjaan. Dari perubahan produksi minimum tenaga kerja, produksi minimum peralatan, dan produksi minimum antara tenaga kerja dan peralatan pada tabel 6 di atas mengakibatkan koefisien tenaga kerja dan peralatan ikut berubah mengikuti produksi minimum yang telah berubah akibat simulasi perubahan dikarenakan koefisien tenaga kerja dihitung dengan cara 1 dibagi produksi minimum dikali jumlah tenaga kerja, sama halnya juga dengan koefisien peralatan 1 dibagi produksi minimum dikali jumlah peralatan. Selanjutnya koefisien dari masing-masing sumber daya tenaga kerja dan peralatan dikalikan lagi dengan harga satuan yang ada pada data RAB, dari analisa harga satuan yang didapat selanjutnya dijumlahkan lagi dari masing-masing sumber daya tenaga kerja, material dan peralatan sehingga menghasilkan analisa harga satuan item pekerjaan, selanjutnya analisa harga satuan item pekerjaan tersebut dikalikan dengan volume pekerjaan yang ada pada data RAB maka didapatkan biaya item pekerjaan, dari biaya item pekerjaan yang didapat kemudian dijumlahkan lagi biaya item pekerjaan untuk seluruh item pekerjaan maka didapatkan biaya proyek. Untuk biaya proyek akibat simulasi perubahan produksi minimum dari ketiga produksi minimum yang disimulasi dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah ini:

Tabel 8. Biaya Proyek Akibat Simulasi ketiga Produksi Minimum

| No | Biaya Proyek Normal (Rp) | Variasi Simulasi Qmin -20% Sampai | Biaya proyek akibat simulasi perubahan Qmin | Biaya proyek akibat simulasi perubahan Qmin | Biaya proyek akibat simulasi perubahan | Presentase perbedaan biaya proyek | | |
|----|--------------------------|-----------------------------------|---|---|--|-----------------------------------|----------------|-----------------------------------|
| | | | | | | Qmin Tenaga Kerja (%) | Qmin Peralatan | Qmin Tenaga Kerja & Peralatan (%) |
| 1 | 35.009.357.405,01 | -20% | 38.158.418.364,85 | 45.506.162.642,71 | 45.511.261.687,82 | 8,99 | 29,98 | 30,00 |
| | | -16% | 37.939.361.631,33 | 44.729.158.164,28 | 44.733.043.151,04 | 8,37 | 27,76 | 27,77 |
| | | -12% | 37.739.113.031,60 | 44.022.790.456,63 | 44.023.944.676,02 | 7,80 | 25,75 | 25,75 |
| | | -8% | 37.559.390.024,44 | 43.377.846.027,89 | 43.379.619.608,80 | 7,28 | 23,90 | 23,91 |
| | | -4% | 37.393.152.446,43 | 42.786.646.968,22 | 42.787.496.809,08 | 6,81 | 22,21 | 22,22 |
| | | 0% | 37.240.213.874,65 | 42.242.743.833,33 | 42.242.743.833,33 | 6,37 | 20,66 | 20,66 |
| | | 4% | 40.201.483.258,05 | 41.810.713.031,57 | 41.809.928.563,09 | 14,83 | 19,43 | 19,43 |
| | | 8% | 39.983.057.906,70 | 41.351.314.425,97 | 41.349.803.597,79 | 14,21 | 18,12 | 18,11 |
| | | 12% | 39.780.234.366,15 | 40.927.785.942,95 | 40.927.420.853,09 | 13,63 | 16,91 | 16,90 |
| | | 16% | 39.591.398.655,99 | 40.533.089.728,25 | 40.530.276.461,97 | 13,09 | 15,78 | 15,77 |
| | | 20% | 39.415.151.993,17 | 40.175.520.948,95 | 40.172.121.585,54 | 12,58 | 14,76 | 14,75 |

Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2024

Keuntungan Baru Akibat Simulasi Produksi Minimum

Keuntungan atau laba adalah selisih antara pendapatan dan pengeluaran dari suatu kegiatan proyek yang dikerjakan. keuntungan didapat dari 10% dikalikan dengan biaya proyek. untuk perubahan keuntungannya didapat dari keuntungan awal ditambah biaya proyek awal dikurangi perubahan biaya proyek. keuntungan yang didapat berdasarkan biaya proyek dari tabel 9. untuk perhitungan keuntungannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 20. Keuntungan Proyek Akibat Simulasi ketiga Produksi Minimum

| No | Keuntungan Normal (Rp) | Variasi Simulasi Qmin -20% Sampai | Perubahan keuntungan | Perubahan keuntungan Proyek | Perubahan keuntungan Proyek Qmin TK & A (Rp) | Presentase perbedaan keuntungan proyek | | |
|----|------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------|--|--|--------------------|---------------------|
| | | | | | | Qmin Tenaga Kerja (%) | Qmin Peralatan (%) | Qmin Tenaga Kerja & |
| 1 | 3.477.129.081,48 | -20% | TK (Rp) | - | - | -90,56 | -301,88 | -302,03 |
| | | -16% | 547.124.855,1 | - | - | -84,27 | -279,54 | -279,65 |
| | | -12% | 747.373.454,8 | - | - | -78,51 | -259,22 | -259,25 |
| | | -8% | 927.096.462,0 | - | - | -73,34 | -240,67 | -240,72 |
| | | -4% | 1.093.334.040,0 | - | - | -68,56 | -223,67 | -223,69 |
| | | 0% | 1.246.272.611,8 | - | - | -64,16 | -208,03 | -208,03 |
| | | 4% | - | - | - | -149,32 | -195,60 | -195,58 |
| | | 8% | - | - | - | -143,04 | -182,39 | -182,35 |
| | | 12% | - | - | - | -137,21 | -170,21 | -170,20 |
| | | 16% | - | - | - | -131,78 | -158,86 | -158,78 |
| | | 20% | - | - | -126,71 | -148,58 | -148,48 | |

Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2024

5. PENUTUP

tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui dampak perubahan produksi minimum terhadap waktu penyelesaian item pekerjaan, mengetahui dampak perubahan produksi minimum terhadap biaya proyek, dan mengetahui dampak perubahan produksi minimum terhadap keuntungan proyek. Berdasarkan hasil analisis maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pada simulasi produksi minimum tenaga kerja terhadap waktu penyelesaian pada salah satu contoh item pekerjaan lapis resap pengikat aspal cair/emulsi, pada kondisi 0% membutuhkan 5,78 hari untuk menyelesaikan item pekerjaan tersebut. Namun ketika produksi minimumnya menurun -20% maka waktu penyelesaiannya meningkat 7,22 hari, ketika produksi minimum tenaga kerja meningkat +20% maka waktu penyelesaiannya menurun menjadi 4,81 hari. pada simulasi perubahan produksi minimum peralatan, pada item pekerjaan yang sama ketika produksi minimum peralatan pada kondisi 0% membutuhkan 7,92 hari untuk menyelesaikan item pekerjaan tersebut, ketika produksi minimum peralatan menurun -20% maka waktu penyelesaiannya meningkat 9,90 hari, ketika produksi minimum peralatan meningkat +20% maka waktu penyelesaiannya menurun menjadi 6,60 hari.
2. Biaya proyek normal sebesar Rp 35.009.357.405,01, ketika terjadi simulasi produksi minimum tenaga kerja pada kondisi 0% biaya proyek menjadi Rp 37.240.213.874,65 hal ini mengalami kenaikan 6,37% dari biaya proyek normal, ketika simulasi produksi minimum tenaga kerja mengalami penurunan produksi -20% maka biaya proyek meningkat menjadi Rp. 38.158.418.364,85 hal ini mengalami kenaikan biaya proyek 8,99% dari biaya proyek normal. ketika produksi minimum tenaga kerja mengalami simulasi kenaikan +4% biaya proyek naik Rp.40.201.483.258,05 hal ini terjadi peningkatan sebesar 14,83% dari biaya proyek normal dikarenakan terjadi penambahan peralatan pada kondisi produksi minimum tenaga kerja lebih besar dari produksi minimum peralatan, penambahan peralatan dilakukan sehingga produksi minimum tenaga kerja tetap pada kondisi minimum. Ketika produksi minimum tenaga kerja mengalami simulasi kenaikan +20% maka biaya proyek kembali menurun menjadi Rp. 39.415.151.993,17 hal ini mengalami peningkatan sebesar 12,28% dari biaya proyek normal. Pada simulasi perubahan produksi peralatan terhadap biaya proyek ketika pada kondisi produksi minimum peralatan 0% maka biaya proyek menjadi Rp. 42.242.743.833,33 hal ini mengalami kenaikan sebesar 20,66% dari biaya proyek normal dikarenakan produksi minimum peralatan yang kecil sehingga biaya proyek menjadi lebih besar, ketika produksi minimum peralatan simulasi penurunan -20% maka biaya proyek menjadi Rp. 45.506.162.642,71 hal ini mengalami peningkatan sebesar 29,98% dari biaya proyek normal, ketika produksi minimum peralatan mengalami simulasi kenaikan +20% maka biaya proyek menjadi Rp. 40.175.520.948,95 terjadi peningkatan sebesar 14,76% dari biaya proyek normal.
3. Keuntungan proyek normalnya adalah Rp. 3.477.129.081,48. Pada simulasi produksi minimum tenaga kerja pada kondisi 0% keuntungan yang didapat berkurang menjadi Rp. 1.246.272.611,83, ketika produksi minimum tenaga kerja mengalami simulasi penurunan -20% maka keuntungan yang didapat berubah menjadi Rp. 328.068.121,64, ketika simulasi produksi minimum tenaga kerja meningkat +20% maka mengalami kerugian Rp -928.665.506,68, Pada simulasi perubahan produksi minimum peralatan, pada produksi minimum peralatan kondisi 0% mengalami kerugian sebesar Rp. -3.756.257.346,84, Ketika produksi minimum peralatan mengalami simulasi penurunan -20% maka mengalami kerugian sebesar Rp. -7.019.676.156,22, ketika produksi minimum peralatan mengalami simulasi kenaikan +20% maka mengalami kerugian sebesar Rp. -1.689.034.463,46. Tanda negatif merupakan besarnya kerugian yang didapat sedangkan tanda + merupakan keuntungan yang didapat dari fee & overhead. Besarnya keuntungan dan kerugian yang didapat sudah sesuai dengan besaran biaya proyek akibat produksi minimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahuja, N. Hira, Dozzi, S.P., Abourizk, S.M. (1994). *Project Management: Techniques in Planning And Controlling Construction Project, 2nd Edition, United State of America, John Wiley & Sons, Inc.*
- Aniza (2019. ANIZA-0216104054). *Sumber daya proyek. Bandung: Universitas Widyatama.*
- C. Jotin Khisty, B. Kent Lall. (2016). *Transportation Engineering. India*
- Dipohusodo (1993). *Produktivitas Sumber Daya Manusia Dalam Instruksi Jasa Konstruksi. Semarang*
- Hernandi. (2020). *Manajemen Konstruksi. Yogyakarta; Penerbit Andi*
- Jaib, P. S. (2013). *Potensi kerugian biaya proyek dan keterlambatan waktu penyelesaian pekerjaan akibat perbedaan produksi antara alat dan tenaga kerja. Kupang: Universitas Katolik Widya Mandira.*
- Kerzner, H. (1982) *Pengantar Manajemen. Jakarta:New Jersey*

- Laurensius, L. (2003). *Buku Ajar Kuliah Manajemen Konstruksi*. Kupang: Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Katolik Widya Mandira.
- Panlana, M. (2014). *Analisa Waktu Penyelesaian dan Biaya Item Pekerjaan Akibat Produksi Minimum*. Kupang: Universitas Katolik Widya Mandira.
- PUBAGOT JAYA ABADI. (2023). *Data RAB Penyelenggara Paket Jalan Tetap, SP-Niki-niki. Kabupaten Timor Tengah Selatan*.
- Rini, P.I (2019). *Pengaruh Produkki Tenaga Kerja Terhadap Kinerja Waktu Proyek pada bangunan bertingkat*. Bandung: Universitas Gunadarma.
- Viktorius E.Kaho. (2021). *Evaluasi Keuntungan Proyek Akibat adanya perbedaan produksi minimum antara alat dan tenaga kerja*
- Wulfram I Ervianto (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta