

ANALISIS PENJADWALAN PROYEK REHABILITASI JALAN PRESERVASI JALAN KERANG – KUARO KALIMANTAN TIMUR MENGUNAKAN METODE PDM DAN PERT

Maslina¹, Reno Pratiwi², Adi Muhammad Ridho. P³

Prodi Teknik Sipil Universitas Balikpapan

Email: maslinak3@yahoo.com renopratiwi@gmail.com Adi.ridhom@gmail.com

ABSTRAK

Pekerjaan rehabilitasi jalan merupakan penanganan suatu ruas jalan yang mengalami rusak ringan dengan mengganti atau memperbaiki struktur lapisan pondasi aspal (LPA) dan aspal jalan. Kendati dalam proyek rehabilitasi jalan ini mengalami keterlambatan selama 14 hari kerja maka akan dilakukan analisis terhadap penjadwalan proyek menggunakan metode PDM (Precedence Diagram Method) dan metode PERT (Program Evaluation and Review Technique), tujuannya adalah untuk mengetahui berapa lama durasi yang didapatkan menggunakan metode tersebut dan berapa probabilitas efektif proyek tersebut dapat selesai dengan baik. Dari data kurva S yang diolah dengan bantuan Microsoft project 2013 untuk memperoleh hubungan antar pekerjaan menggunakan metode PDM yang kemudian akan dapat dilihat lintasan kritis pada proyek tersebut, sehingga dari lintasan kritis tersebut menjadi acuan mencari durasi yang diharapkan (t_e) yang kemudian dihitung nilai deviasi standar (S) dan varians sehingga didapat probabilitas proyek tersebut dapat selesai. Hasil penelitian yang didapat adalah durasi proyek rehabilitasi jalan yang sebelumnya mengalami keterlambatan 14 hari, dan saat dilakukan penelitian pada penjadwalan proyek tersebut menggunakan kombinasi metode PERT dan PDM mendapati probabilitas target dengan 161 hari dapat tercapai sebesar 89%, sehingga proyek dapat dikatakan masih dapat selesai tepat waktu.

Kata kunci: Penjadwalan, PERT, PDM, Durasi proyek

SCHEDULING ANALYSIS OF THE REHABILITATION PROJECT PRESERVATION ROAD KERANG ROAD – KUARO EAST KALIMANTAN USING PDM AND PERT METHODS

ABSTRACT

A road rehabilitation project handles a lightly damaged road segment by replacing or repairing the structure of the asphalt foundation layer (LPA) and asphalt road. Although the road rehabilitation project experienced a delay of 14 working days, an analysis of the project schedule will be carried out using the PDM (Precedence Diagram Method) and PERT (Program Evaluation and Review Technique) methods, the aim is to find out how long the duration is obtained using these methods. and what is the effective probability of the project being successfully completed. From the S curve data processed with the help of Microsoft project 2013 to obtain the relationship between jobs using the PDM method, we will then be able to see the critical path of the project so that the critical path becomes a reference for finding the expected duration (t_e) which is then calculated the standard deviation value. (S) and variance so that the probability of the project can be completed.

The results obtained are the duration of the road rehabilitation project which previously experienced a delay of 14 days. When the research was conducted on the project schedule using a combination of PERT and PDM methods, it found that the target probability of 161 days could be achieved by 89%, so the project can still be said to be completed on time.

Keywords: Scheduling, PERT, PDM, Project duration

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan keputusan Presiden Ir. Joko Widodo terhadap berpindahnya ibu kota negara ke Kabupaten Penajam Paser Utara, dan sebagian di Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur menjadi sorotan utama dalam segi pembangunan infrastruktur di wilayah tersebut, salah satunya adalah Proyek Preservasi Jalan Kerang (Bts.Kota Prov. Kalsel) – Bts.Kota Tanah Grogot (Dalam Kota Tanah Grogot) – Lolo – Kuaro. Proyek tersebut merupakan proyek pemerintah yang dilaksanakan oleh PT. BUMI KARSA – PT. Fajar Paser Lestari, dengan total biaya keseluruhan adalah Rp104.208.913.744,00. Dimana proyek preservasi ini mempunyai area kerja sepanjang 96,15 km dan terdapat berbagai paket pekerjaan, diantaranya adalah pekerjaan rekonstruksi, rehabilitasi jalan, perawatan rutin jalan, perawatan rutin jembatan, perawatan berkala jembatan dan pelebaran jalan.

Pekerjaan rehabilitasi jalan merupakan penanganan suatu ruas jalan yang mengalami rusak ringan dengan mengganti atau memperbaiki struktur lapisan pondasi aspal (LPA) dan aspal jalan. Pekerjaan rehabilitasi jalan ini direncanakan selesai dalam tenggat waktu 23 minggu atau 161 hari kerja, yang dimulai pada bulan Juli hingga akhir bulan Desember tahun 2021, dengan total biaya sebesar Rp.34.953.087.354,47 yang memiliki item pekerjaan seperti pekerjaan tanah dan geosintetik, pekerjaan drainase, pekerjaan struktur, perkerasan berbutir, perkerasan aspal dan pekerjaan lain-lain. Namun proyek ini mengalami

keterlambatan memulai selama lebih dari 2 minggu atau 14 hari kerja, keterlambatan ini disebabkan karena perusahaan pesaing mengajukan banding tepat saat akan diumumkan pemenang lelang, sehingga proyek telat dilaksanakan selama kurang lebih 2 minggu atau 14 hari kerja.

Pelaksanaan proyek tersebut dilakukan dalam beberapa tahapan pekerjaan, salah satunya adalah membuat jadwal kerja. Kendati permasalahan di atas yang akhirnya menyebabkan jadwal kerja ikut mengalami keterlambatan sehingga akibatnya perkiraan waktu penyelesaian proyek tidak bisa dipastikan akan dapat ditepati. Menyikapi hal tersebut, dibutuhkan metode-metode pengendalian proyek yang bertujuan agar proyek bisa selesai dengan waktu paling efektif. Salah satunya adalah dengan penggunaan metode PDM (*Precedence Diagram Method*) dan PERT (*Program Evaluation and Review Technique*). Metode PDM mengusahakan untuk mempertajam prioritas dan peningkatan efisiensi dan efektivitas pengelolaan proyek agar dicapai hasil yang maksimal. Pada metode PERT hal-hal yang dipertimbangkan dalam perhitungan durasi metode ini adalah waktu tercepat (*optimistic duration time*), waktu terlama (*pessimistic duration time*) dan waktu yang paling mungkin terjadi (*most likely time*) (Ervianto, 2005). Kedua metode ini selanjutnya akan dikombinasikan dengan *software Microsoft project* sehingga diharapkan dapat mempermudah dalam memastikan apakah sisa durasi kerja memiliki probabilitas waktu selesai yang

cukup atau tepat waktu.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Penjadwalan merupakan alat mutlak yang diperlukan guna menyelesaikan suatu proyek. Untuk proyek berskala kecil, yang hanya memiliki beberapa kegiatan, umumnya penjadwalan hanyalah dibayangkan saja (di dalam kepala atau pikiran) sehingga penjadwalan tidak terlalu mutlak dilakukan. Akan tetapi berbeda masalahnya pada proyek berskala besar, dimana jumlah kegiatannya yang sangat besar serta rumitnya ketergantungan antar kegiatan sehingga tidak mungkin lagi bila hanya diolah didalam pikiran. Penjadwalan dan kontrol menjadi rumit dan penting supaya kegiatan dapat dilaksanakan dengan efisien (Martha Jaya & Diah Parami Dewi, 2007).

2.2 Proyek

Proyek adalah kegiatan kegiatan yang dapat direncanakan dan dapat dilaksanakan dalam satu bentuk kesatuan dengan mencari dan memanfaatkan sumber dana untuk mendapatkan keuntungan. Sumber-sumber yang dipergunakan dalam suatu proyek dapat berbentuk barang modal, tanah, bahan-bahan setengah jadi, bahan-bahan mentah, tenaga kerja dan waktu. Sumber sumber tersebut sebagian atau seluruhnya, dipergunakan pada masa sekarang untuk memperoleh benefit yang lebih besar di masa yang akan datang. Menurut Soeharto (1999), kegiatan proyek dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau deliverable yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas.

2.3 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek merupakan salah

satu elemen hasil perencanaan yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk penyelesaian proyek. Dalam proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dibuat lebih terperinci dan sangat detail. Hal ini dimaksudkan untuk membantu pelaksanaan evaluasi proyek.

Menurut Abrar Husen (2009), secara umum penjadwalan mempunyai manfaat-manfaat seperti berikut:

1. Memberikan pedoman terhadap unit pekerjaan/kegiatan mengenai batas-batas waktu untuk memulai dan akhir dari masing-masing tugas.
2. Memberikan sarana bagi manajemen untuk koordinasi secara sistematis dan relistis dalam penentuan alokasi prioritas terhadap sumber daya dan waktu.
3. Memberikan saran untuk menilai kemajuan pekerjaan.
4. Menghindari pemakaian sumber daya yang berlebihan, dengan harapan proyek dapat selesai sebelum waktu yang ditetapkan.
5. Memberikan kepastian waktu pelaksanaan pekerjaan.
6. Merupakan sarana penting dalam pengendalian proyek.

2.4 Metode Penjadwalan

2.4.1 *Precedance Diagram Method (PDM)*

Metode PDM adalah sebuah jaringan kerja yang termasuk klarifikasi (AON) *Activity On Node*, disini *node* diumumkan dalam bentuk segi empat sedangkan anak panah sebagai petunjuk hubungan antar kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. PDM di tulis dalam *node* segi empat, dalam PDM dalam kotak tersebut menandai suatu kegiatan, dengan demikian harus mencantumkan identitas

kegiatan dan kurun waktunya, setiap *node* memiliki dua peristiwa awal dan akhir, ruangan dalam *node* dibagi menjadi kompartemen-kompartemen kecil yang berisi keterangan spesifik dari kegiatan dan peristiwa yang bersangkutan dan dinamakan atribut, beberapa atribut yang di cantumkan antaranya adalah kurun waktu kegiatan (D), identifikasi kegiatan (nomor dan nama kegiatan, mualai dan selesainya kegiatan (ES, LS, EF, LF).

Menurut Ervianto (2005), PDM menggambarkan sebuah kegiatan dalam bentuk lambang segi empat karena letak kegiatan ada di bagian *node* sehingga sering di sebut *Activity On Node* (AON) kelebihan dari PDM tidak memerlukan kegiatan fiktif/ *dummy* sehingga pembuatan jaringan menjadi lebih sederhana dan hubungan *overlapping* yang berbeda dapat dibuat tanpa menambah kegiatan.

PDM adalah jaringan kerja yang umunya berbentuk segi empat, sedangkan anak panahnya hanya sebagai petunjuk kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. Pada umumnya PDM terdiri dari 2 bagian yaitu *Forward Analysis* (perhitungan ke depan) untuk menentukan *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF), *Backward analysis* (perhitungana mundur) untuk menentukan *Latest Start* (LS) dan *Latest Finish* (LF) (Pratiwi et al., 2020).

Soeharto (1995), menjelaskan durasi (kurun waktu) kegiatan dalam metode jaringan kerja adalah lama waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan dari awal sampai akhir. Cara ini dilakukan apabila durasi dapat diketahui dengan akurat dan tidak terlalu berfluktuasi.

Rumus yang digunakan untuk menghitung durasi kegiatan adalah:

$$D = \frac{V}{P.N} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

- D = durasi kegiatan (hari)
- V = Volume Kegiatan (m³, m², kg)
- P = Produktivitas kerja rata-rata (m³/hari)
- N = Jumlah tenaga kerja dan peralatan (orang)

Kelebihan pada Metode PDM

1. Penjadwalan proyek berupa diagram jaringan dengan hubungan ketergantungannya sangat jelas.
2. Ditunjukkan dengan garis/ anak panah.
3. Digunakan untuk proyek yang mempunyai kegiatan tumpang tindih atau *overlapping*.
4. Dapat menunjukan hubungan logika ketergantungan antara satu kegiatan dengan kegiatan lain secara spesifik.
5. Menunjukkan lintasan kritis kegiatan proyek sehingga apabila terjadi keterlambatan proyek, prioritas pekerjaan proyek yang akan dikoreksi menjadi mudah dilakukan.

Kekurangan Pada metode PDM

1. Belum dapat memperlihatkan perhitungan kecepatan produksi dan hambatan atau gangguan antar kegiatan.
2. Kegiatan yang berulang akan dijumpai dengan penumpukan pekerjaan.
3. Adanya percepatan waktu mulai item pekerjaan mendahului item pekerjaan sebelumnya.
4. Adanya penambahan sumber daya manusia untuk mengerjakan item pekerjaan yang mulai dikerjakan sebelum pekerjaan yang mendahuluinya selesai.
5. Tidak dapat mempertahankan kontinuitas tingkat produktifitas kegiatan berulang.

Jalur kritis adalah jalur yang melalui kegiatan yang tidak mempunyai waktu jeda atau *float* sama dengan nol. Setiap

kegiatan kritis harus dilaksanakan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Sehingga apabila ada perubahan waktu pelaksanaan dari kegiatan kritis baik percepatan atau perlambatan, maka akan mengakibatkan perubahan durasi proyek secara keseluruhan. Jika kegiatan kegiatan kritis tersebut tertunda maka waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan akan tertunda pula (Riqi Efendi et al., 2020).

Jalur dan kegiatan kritis PDM yaitu:

1. Waktu mulai paling awal dan akhir harus sama $ES = LS$
2. Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama $EF = LF$
3. Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal $LF - ES = D$
4. Bila hanya sebagian dari kegiatan bersifat kritis, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis (Soeharto, 1995).

2.4.2 Metode *Program Evaluation and Riview Technique* (PERT)

PERT merupakan Teknik menilai dan meninjau kembali program yang dikembangkan oleh US Navy bekerjasama dengan Booz, Allen & Hamilton pada tahun 1958. PERT adalah suatu metode yang mengandung unsur probabilitas karena memiliki beberapa ketidakpastian mengenai periode kegiatan yang berkaitan dengan pelaksanaan proyek. Inti dari PERT pada dasarnya adalah menentukan jumlah peluang yang dapat diselesaikan proyek sesuai dengan waktu yang direncanakan. PERT menggunakan pendekatan yang memperhitungkan bahwa periode kegiatan tergantung pada banyak faktor variasi (t_a), variasi (t_b) dan yang paling mungkin (t_m). Dengan memberikan tiga perkiraan ini, maka akan memperkirakan periode aktivitas dari pada angka deterministik (Suputra, 2011).

PERT adalah teknik manajemen proyek yang menggunakan tiga perkiraan waktu untuk tiap kegiatan (Syaiful, 2018). Metode ini memiliki kesamaan dengan metode lain yaitu CPM, dalam visualisasi penyajiannya. Memakai symbol anak panah sebagai gambaran dan juga hubungan keterkaitan dengan pekerjaan lainnya. Begitu pula mengenai kegiatan kritis dan perhitungan *SLACK* sebutan untuk jalur kritis dalam metode ini terdapat tiga kurun waktu yang direncanakan. Tiga angka estmasi tersebut yaitu t_a , t_b dan t_m yang mempunyai arti sebagai berikut (Soeharto, 1999 dalam (Dewi, 2021)) ;

- 1) t_a = kurun waktu optimistik (*Optimistic Duration Time*), yaitu durasi tercepat yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan bila segala sesuatunya berjalan dengan baik.
- 2) t_m = kurun waktu yang paling mungkin (*Most Likely Time*) yaitu durasi yang paling sering terjadi bila suatu kegiatan dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.
- 3) t_b = kurun waktu perimistik (*Perimistic Duration Time*), yaitu durasi yang paling lama di butuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan bila segala sesuatunya berjalan dalam kondisi buruk.
- 4) Pengertian Probabilitas
Probabilitas adalah suatu nilai untuk mengukur tingkat kemungkinan terjadinya suatu peristiwa yang akan terjadi.

Komponen pada jaringan PERT adalah sebagai berikut ;

- 1) Peristiwa (*event*) adalah tonggak (fisik atau mental) pelaksanaan kegiatan tertentu dalam rencana program, yang menandai mulai dan berakhirnya suatu kegiatan. Peristiwa tidak mengkonsumsi

waktu ataupun sumber daya, dan biasanya ditunjukkan dengan tanda lingkaran.

- 2) Kegiatan (*activity*) adalah suatu unsur yang merupakan bagian dari keseluruhan pekerjaan yang harus dilaksanakan. Kegiatan memerlukan waktu dan sumber daya, dan ditunjukkan dengan tanda panah.
- 3) Waktu kegiatan (*activity time*), dibagi dalam tiga estimasi waktu penyelesaian kegiatan ;
 - a waktu optimis (t_a), waktu kegiatan bila semua berjalan baik tanpa hambatan atau penundaan-penundaan.
 - b waktu normal (t_m), waktu yang telah direncanakan dalam suatu kegiatan proyek
 - c waktu pesimis (t_p), waktu kegiatan bila terjadi hambatan atau penundaan melebihi dari seharusnya

Langkah *Network planning* ini digunakan untuk pendekatan PERT memiliki tujuan untuk mengetahui berapa nilai probabilitas kegiatan suatu proyek terutama lewat jalur kritis selesai tepat waktu sesuai dengan jadwal yang diharapkan. Rumus pada metode PERT adalah sebagai berikut ;

1. Menentukan perkiraan waktu aktivitas

$$te = \frac{ta + 4tm + tb}{6}$$

Keterangan :

- te = perkiraan waktu aktivitas
- ta = waktu paling optimis (hari)
- tm = waktu normal (hari)
- tb = waktu pesimis (hari)

2. Menentukan deviasi standar dari kegiatan proyek

Deviasi standar kegiatan

$$Sd = \sqrt{\text{varians}} \text{ atau } Sd = \frac{(tb - ta)}{6}$$

Keterangan :

- S = deviasi standar kegiatan

t_a = waktu optimis (hari)

t_b = waktu pesimis (hari)

3. Menentukan variasi kegiatan dari kegiatan proyek

Varian kegiatan :

$$V(te) = S^2 = \left(\frac{tb - ta}{6}\right)^2$$

Keterangan :

- V(te) = varian kegiatan
- S = deviasi standar kegiatan
- ta = waktu optimis (hari)
- tb = waktu pesimis (hari)

4. Mengetahui probabilitas mencapai target jadwal

Untuk mengetahui probabilitas mencapai target jadwal dapat dilakukan dengan menghubungkan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan target T(d) yang dinyatakan dengan rumus :

$$Z = \frac{T(d) - TE}{S}$$

Keterangan :

- Z = angka kemungkinan mencapai target
- T(d) = target jadwal
- TE = jumlah waktu lintasan kritis
- S = deviasi standar kegiatan

Angka Z disini merupakan angka probabilitas yang persentasenya dapat dicari dengan menggunakan tabel distribusi normal kumulatif z

3 METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahapan meliputi:

Tahap 1 (Persiapan Studi Literatur), yaitu dengan mempelajari berupa melakukan studi literatur seperti membaca buku, jurnal, dan referensi lain yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas.

Tahap 2 (Pengumpulan Data) berupa data primer seperti wawancara perihal permasalahan keterlambatan dan data kuesioner, dan data sekunder seperti *Time*

Schedule untuk membuat jaringan atau hubungan antar pekerjaan dengan menggunakan metode *Precedence Diagram Method (PDM)* dan *Microsoft Project*.

Tahap 3 (Analisis Data dan Pembahasan). Pada tahap ini data yang telah diperoleh dilakukan analisis sebagai berikut:

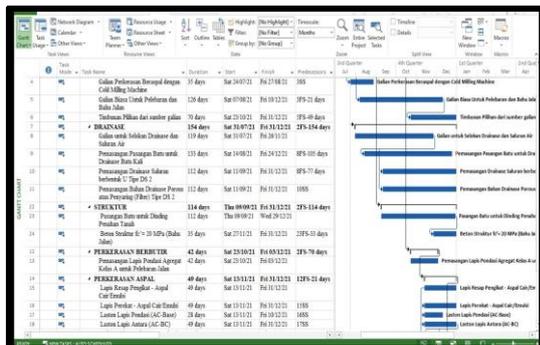
- Menganalisis atau mengecek durasi awal dan akhir yang dibuat sesuai rencana kerja pada *Time Schedule*.
- Mengolah data dari *Time Shchedule* menggunakan *Microsoft Project* sesuai acuan buku, jurnal dan *literature* pada tinjauan pustaka dengan menggunakan metode PDM.
- Menganalisis masalah utama terkait rumusan masalah dengan menggunakan metode PERT sehingga didapatkan durasi pekerjaan efektif dan probabilitas waktu selesai proyek.

Tahap 4 (Kesimpulan). Pada tahapan ini, data yang telah dianalisis kemudian diambil garis besar dari hasil dan penelitian untuk dijadikan kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian dan rumusan masalah.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Langkah Penerapan Metode PDM

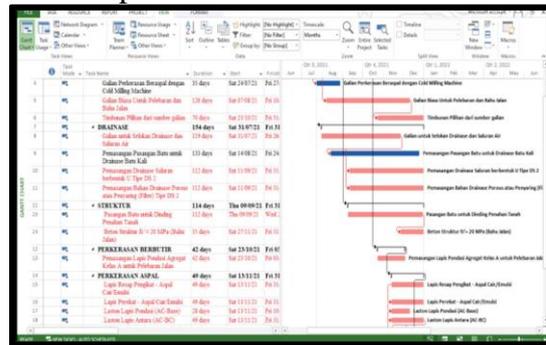
1. Penerapan metode PDM pada *Microsoft project* menggunakan *schedule* proyek rehabilitasi jalan yang kemudian dibuat kembali hubungan antar pekerjaannya. Hubungan antar pekerjaan ini dapat terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Hubungan Antar

Pada Gambar 1 merupakan *task* yang berisi susunan secara *diagram network* setiap item pekerjaan atau hubungan antar pekerjaan yang telah disusun dengan *Microsoft project* dari data *time schedule*.

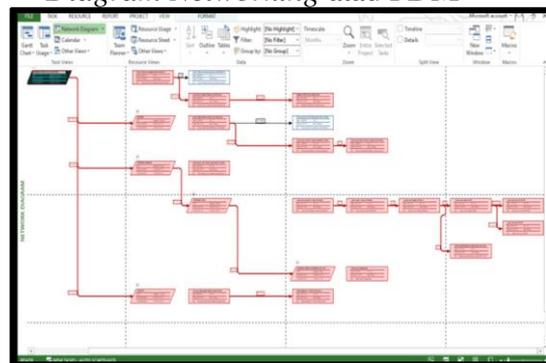
2. Menampilkan lintasan kritis



Gambar 2 Lintasan Kritis

Pada Gambar 2 merupakan tahapan lanjutan setelah membuat hubungan antar pekerjaan atau *task* pada *Microsoft project* yang kemudian pada area grafik bisa dilihat warna merah dan biru yang menandakan warna merah adalah pekerjaan kritis sedangkan biru adalah non kritis.

3. Merubah view Gantt Chart menjadi Diagram Networking atau PDM



Gambar 3 Tampilan *Precedence Diagram Method*

Pada Gambar 3 menampilkan hubungan antar pekerjaan dengan *view PDM* dimana metode yang dipakai adalah *Activity on Node (AON)* dimana tanda panah hanya menyatakan keterkaitan antara kegiatan.

Kegiatan dari peristiwa pada PDM ditulis dalam bentuk *node* yang berbentuk kotak segi empat, yang mendetailkan nilai atau waktu paling awal dan paling akhir pada pekerjaan terkait.

4.2 Perhitungan Dengan Metode PERT

Tahapan dari perhitungan Metode PERT adalah sebagai berikut :

1. Menentukan waktu optimis dan pesimis dengan cara menyebarkan kuesioner Setelah didapatkan lintasan kritis pada masing-masing kegiatan, maka langkah selanjutnya adalah penyebaran kuisisioner kepada tenaga ahli terkait proyek yang di kerjakan atau kepada beberapa responden. Jumlah responden pada penelitian ini berjumlah 10 orang dengan latar belakang pekerjaan didunia konstruksi khususnya proyek jalan. Waktu pesimis dan optimis yang diisi adalah kegiatan-kegiatan yang berada pada lintasan kritis.

Tabel 1 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Rata-Rata Waktu ta, tb dan tm

| Kegiatan | Durasi (hari) | Ta | Tm | Tb |
|--|---------------|-------|-----|-------|
| Pekerjaan Tanah dan Geosintetik | 161 | | | |
| Galian Perkerasan Berbutir Untuk Patching | 35 | 27,2 | 35 | 35,6 |
| Galian Perkerasan Beraspal dengan Cold Milling Machine | 35 | 32,7 | 35 | 36,7 |
| Galian Biasa Untuk Pelebaran dan Bahu Jalan | 126 | 115,3 | 126 | 127,1 |
| Timbunan Pilihan dari sumber galian | 70 | 61,4 | 70 | 71,4 |
| Drainase | 154 | | | |
| Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air | 119 | 117,2 | 119 | 120,2 |
| Pemasangan Pasangan | 133 | 130,5 | 133 | 133,6 |

| | | | | |
|--|-----|-------|-----|-------|
| Batu untuk Drainase Batu Kali | | | | |
| Pemasangan Drainase Saluran berbentuk U Tipe DS 2 | 112 | 110,7 | 112 | 112,5 |
| Pemasangan Bahan Drainase Porous atau Penyaring (Filter) Tipe DS 2 | 112 | 110,8 | 112 | 112,4 |
| Struktur | 114 | | | |
| Pasangan Batu untuk Dinding Penahan Tanah | 112 | 110,9 | 112 | 113,5 |
| Beton Struktur fc'=20 MPa (Bahu Jalan) | 35 | 33,5 | 35 | 36,5 |
| Perkerasan Berbutir | 42 | | | |
| Pemasangan Lapis Pondasi Agregat Kelas A untuk Pelebaran Jalan | 42 | 38,8 | 42 | 42,6 |
| Perkerasan Aspal | 49 | | | |
| Lapis Resap Pengikat – Aspal Cair/Emulsi | 49 | 48,6 | 49 | 50,4 |
| Lapis Perekat – Aspal Cair/Emulsi | 49 | 47,7 | 49 | 50,5 |
| Laston Lapis Pondasi (AC-Base) | 28 | 25,3 | 288 | 29,1 |
| Laston Lapis Antara (AC-BC) | 49 | 47,6 | 49 | 49,4 |
| Bahan anti pengelupasan untuk Tiap Lapis Aspal | 49 | 47,6 | 49 | 49,4 |
| Laston Lapis Aus (AC-WC) | 42 | 40,3 | 42 | 42 |
| Laston Lapis Aus (AC-WCNR) | 21 | 19,8 | 21 | 21,5 |
| Pekerjaan Harian & Pekerjaan Lain-lain | 7 | | | |
| Marka Jalan Termoplastik | 7 | 66,3 | 7 | 7,5 |

Pada **Tabel 1**, merincikan nilai rata-rata dari data 10 responden pada hasil ta, tb, dan tm pada setiap item pekerjaan yang

telah direncanakan sesuai jadwal pelaksanaannya dan dari nilai inilah nantinya menjadi acuan untuk mencari nilai deviasi standar, *varians* dan probabilitas durasi proyek.

2. Perhitungan *te*, Standar Deviasi dan *Varians*

Setelah mendapatkan waktu optimis dan waktu pesimis, untuk perhitungan probabilitas PERT, maka yang akan dilakukan selanjutnya adalah perhitungan *te* durasi kegiatan yang diharapkan serta standar deviasi. Berikut adalah rumus yang digunakan :

- a. Nilai *te*. Contoh perhitungan expected time (*te*) pada kegiatan Galian Perkerasan Berbutir untuk Patching,

$$te = \frac{27,2 + (4 \times 35) + 35,5}{6} = 33,8 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan, untuk kegiatan Galian Perkerasan Berbutir untuk Patching nilai *te* didapat nilai 33,8 hari

- b. Mencari Standar Deviasi (*Sd*). Contoh perhitungan Standar Deviasi pada kegiatan Galian Perkerasan Berbutir untuk Patching,

$$Sd = \frac{35,6 - 27,2}{6} = 1,4$$

Dari hasil perhitungan, untuk kegiatan Galian Perkerasan Berbutir untuk Patching nilai *S* didapat nilai 1,4

- c. Mencari *varians*. Contoh perhitungan *Varians* pada kegiatan Galian Perkerasan Berbutir untuk Patching

$$varians = \frac{35,6 - 27,2}{6} = 1,96$$

Dari hasil perhitungan, untuk kegiatan Galian Perkerasan Berbutir untuk Patching nilai *Varians* didapat nilai 1,96.

Rekapitulasi hasil perhitungan untuk *te*, standard deviasi dan *Varians* dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Rekapitulasi Hasil Perhitungan *te*, Deviasi Standar dan *Varians*

| Kegiatan | <i>te</i> (hari) | <i>Sd</i> | <i>varians</i> |
|--|---------------------|-----------|----------------|
| Pekerjaan Tanah dan Geosintetik | | | |
| Galian Perkerasan Berbutir Untuk Patching | 33,80 | 1,40 | 1,96 |
| Galian Perkerasan Beraspal dengan Cold Milling Machine | 34,90 | 0,67 | 0,44 |
| Galian Biasa Untuk Pelebaran dan Bahu Jalan | 124,4 | 1,97 | 3,87 |
| Timbunan Pilihan dari sumber galian | 68,78 | 1,65 | 2,72 |
| Drainase | | | |
| Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air | 118,9 | 0,5 | 0,25 |
| Pemasangan Pasangan Batu untuk Drainase Batu Kali | 132,68 | 0,52 | 0,27 |
| Pemasangan Drainase Saluran berbentuk U Tipe DS 2 | 111,87 | 0,30 | 0,09 |
| Pemasangan Bahan Drainase Porous atau Penyaring (Filter) Tipe DS 2 | 111,87 | 0,27 | 0,07 |
| Struktur | | | |
| Pasangan Batu untuk Dinding Penahan Tanah | 112,07 | 0,43 | 0,19 |
| Beton Struktur $f_c' = 20$ MPa (Bahu Jalan) | 35 | 0,5 | 0,25 |
| Perkerasan Berbutir | | | |
| Pemasangan Lapis Pondasi Agregat Kelas A untuk Pelebaran Jalan | 41,567 | 0,63 | 0,4 |
| Perkerasan Aspal | | | |
| Lapis Resap Pengikat – Aspal Cair/Emulsi | 49,17 | 0,3 | 0,09 |
| Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi | 49,03 | 0,47 | 0,22 |
| Laston Lapis Pondasi (AC-Base) | 27,73 | 0,63 | 0,4 |
| Laston Lapis Antara (AC-BC) | 48,87 | 0,33 | 0,11 |
| Bahan anti pengelupasan untuk Tiap Lapis Aspal | 48,83 | 0,3 | 0,09 |
| Laston Lapis Aus (AC-WC) | 41,72 | 0,28 | 0,08 |
| Laston Lapis Aus (AC-WCNR) | 20,88 | 0,28 | 0,08 |
| Pekerjaan Harian & Pekerjaan Lain-lain | | | |
| Marka Jalan Termoplastik | 6,97 | 0,2 | 0,04 |

Sumber : Data Perhitungan Pribadi

Pada **Tabel 2** didapatkan nilai *te*, *Sd*, dan *Varians* pada masing-masing item pekerjaan selanjutnya adalah menghitung nilai yang dibutuhkan yang ada pada

setiap item yang hurufnya bewarna merah atau yang ada pada lintasan kritis, seperti dibawah ini ;

- a. *Expected time* (te) kegiatan kritis :
 $te = (33,8 - 21) + (124,4 - 49) + 68,78 = 156,98$ hari
 Dari hasil perhitungan didapat nilai *Expected time* (te) yaitu 156,98 hari.
- b. *Varians* kegiatan kritis proyek :
 $Varians = 1,96 + 3,87 + 2,72 + 0,25 + 0,09 + 0,07 + 0,19 + 0,25 + 0,40 + 0,09 + 0,22 + 0,40 + 0,11 + 0,09 + 0,08 + 0,08 + 0,04 = 10,91$
 Dari hasil perhitungan didapat nilai *Varians* yaitu 10,91.
- c. Standar deviasi dengan menggunakan rumus (2.9)
 $Sd = \sqrt{10,91} = 3,30$
 Dari hasil perhitungan nilai standar deviasinya adalah 3,30.
- d. Menghitung normal Z-value
 Menghitung menggunakan rumus (2.11) pada penjelasan di bab 2. Dicoba-coba dengan memasukkan waktu penyelesaian proyek dengan durasi 161 hari
 $Normal\ Z\ value = (161 - 156,98) / 3,30 = 1,2160 = 0,8868 = 89\%$

Tabel 3 Tabel Z Distribusi Normal

| z | 0 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| +0 | .50000 | .50399 | .50798 | .51197 | .51595 | .51994 | .52392 | .52790 | .53188 | .53586 |
| +0.1 | .53983 | .54380 | .54776 | .55172 | .55567 | .55966 | .56360 | .56749 | .57142 | .57535 |
| +0.2 | .57926 | .58315 | .58706 | .59095 | .59483 | .59871 | .60257 | .60642 | .61026 | .61409 |
| +0.3 | .61791 | .62172 | .62552 | .62930 | .63307 | .63683 | .64058 | .64431 | .64803 | .65173 |
| +0.4 | .65542 | .65911 | .66276 | .66640 | .67003 | .67364 | .67724 | .68082 | .68439 | .68793 |
| +0.5 | .69146 | .69497 | .69847 | .70194 | .70540 | .70884 | .71226 | .71566 | .71904 | .72240 |
| +0.6 | .72575 | .72903 | .73237 | .73565 | .73891 | .74215 | .74537 | .74857 | .75175 | .75490 |
| +0.7 | .75804 | .76115 | .76424 | .76730 | .77035 | .77337 | .77637 | .77935 | .78230 | .78524 |
| +0.8 | .78814 | .79103 | .79389 | .79673 | .79955 | .80234 | .80511 | .80785 | .81057 | .81327 |
| +0.9 | .81594 | .81853 | .82111 | .82361 | .82639 | .82894 | .83147 | .83398 | .83646 | .83891 |
| +1 | .84134 | .84375 | .84614 | .84849 | .85083 | .85314 | .85543 | .85769 | .85993 | .86214 |
| +1.1 | .86434 | .86653 | .86870 | .87085 | .87298 | .87509 | .87718 | .87925 | .88130 | .88332 |
| +1.2 | .88531 | .88729 | .88925 | .89119 | .89311 | .89501 | .89689 | .89875 | .89959 | .90142 |
| +1.3 | .90320 | .90499 | .90675 | .90849 | .91020 | .91189 | .91356 | .91520 | .91681 | .91747 |
| +1.4 | .91924 | .92097 | .92267 | .92435 | .92601 | .92764 | .92925 | .93084 | .93241 | .93396 |
| +1.5 | .93549 | .93707 | .93862 | .94015 | .94166 | .94315 | .94462 | .94607 | .94751 | .94893 |
| +1.6 | .95034 | .95172 | .95308 | .95442 | .95573 | .95702 | .95829 | .95954 | .96077 | .96198 |
| +1.7 | .96318 | .96436 | .96552 | .96666 | .96777 | .96886 | .96992 | .97097 | .97199 | .97299 |
| +1.8 | .97407 | .97513 | .97617 | .97719 | .97819 | .97917 | .98013 | .98107 | .98199 | .98289 |
| +1.9 | .98377 | .98463 | .98548 | .98631 | .98712 | .98791 | .98868 | .98943 | .99017 | .99089 |
| +2 | .99160 | .99229 | .99296 | .99361 | .99424 | .99485 | .99544 | .99601 | .99656 | .99709 |
| +2.1 | .99760 | .99809 | .99856 | .99901 | .99944 | .99985 | .99924 | .99961 | .99996 | .99999 |
| +2.2 | .99993 | .99996 | .99998 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 |
| +2.3 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 |
| +2.4 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 |
| +2.5 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 |
| +2.6 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 |
| +2.7 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 |
| +2.8 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 |
| +2.9 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 |
| +3 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 |
| +3.1 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 | .99999 |

sumber: <http://www.z-table.net>

Pada **Tabel 3**, untuk kolom pertama dari tabel z berisi bilangan bulat dan bilangan ditempatkan desimal pertama (bilangan bulat

dan satu bilangan dibelakang koma). Baris pertama dari tabel z berisi bilangan yang menunjukkan bilangan ditempat desimal kedua (bilangan kedua dibelakang koma). Sedangkan nilai didalam tabel merupakan peluang. Berdasarkan perhitungan coba-coba memasukkan waktu penyelesaian proyek dengan durasi 161 hari mendapatkan hasil 1,216. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan letak nilai 1,2 pada kolom lalu tarik garis kearah kanan. langkah berikutnya, menentukan nilai 0,01 pada baris pertama setelah itu tarik garis kebawah sampai menemukan titik pertemuan dengan hasil langkah pertama dengan demikian diperoleh nilai dari z = 1,216 adalah 0,8868. Maka probabilitas keberhasilan proyek dengan dicoba-coba memasukkan waktu penyelesaian proyek dengan durasi 161 hari adalah sebesar 89%. Tabel 4 adalah rekapitulasi perhitungan nilai Z-value.

Dari **Tabel 4** didapatkan durasi total pekerjaan pada proyek Rehabilitasi Jalan sebesar 161 hari dengan probabilitas penyelesaian pekerjaan telah mencapai 89%, bisa dikatakan proyek dapat tepat waktu sesuai *Time Schedule*.

Tabel 4 Rekapitulasi Nilai Z-value

| No. | Td atau Tx yang diinginkan | Normal z value | Probabilitas |
|-----|----------------------------|----------------|--------------|
| 1 | 158 hari | 0,30778 | 63% |
| 2 | 159 hari | 0,61052 | 73% |
| 3 | 160 hari | 0,91326 | 82% |
| 4 | 161 hari | 1,21601 | 89% |
| 5 | 162 hari | 1,51875 | 93% |
| 6 | 163 hari | 1,82149 | 96% |
| 7 | 164 hari | 2,12423 | 98% |
| 8 | 165 hari | 2,42697 | 99% |

Sumber : Hasil analisis

5 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut ;

1. Kurun waktu penyelesaian proyek rehabilitasi jalan yang sebelumnya mengalami keterlambatan 14 hari,

setelah peneliti menganalisa pada penjadwalan proyek tersebut menggunakan metode PERT dan PDM ialah mendapat 161 hari. Kurun waktu tersebut memenuhi waktu *master schedule* proyek yaitu tepat 161 hari.

2. Dengan asumsi target sama dengan kurun waktu penyelesaian proyek rehabilitasi jalan yang berdasarkan *master schedule* proyek yaitu 161 hari, didapatkan probabilitas target dapat tercapai sebesar 89%, sehingga proyek dapat dikatakan selesai tepat waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, S. T. (2021). *Structural Work Scheduling Planning Using a Combination Of The PERT And PDM Methods*, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Ervianto, W. I. 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi*, Edisi Pertama. Salemba Empat. Yogyakarta.
- Pratiwi, R., Mustakim, & Bangabua, C. A. F. (2020). *Optimalisasi Waktu Dan Biaya Menggunakan Time Cost Trade Off Method (TCTO) Dan Precedence Diagram Method (PDM) Pada Pembangunan Drainase Jalan Tol Km. 35 Balikpapan-Samarinda*. Jurnal Transukma Hal 1 – 9. Link <https://transukma.uniba-bpn.ac.id/index.php/transukma/article/view/65>
- Prayogi, A. D. (2015). *Critical Path Method (CPM) Dan Program Evaluation Review Technique (PERT) (Studi kasus : Proyek Bangunan Gedung Mall Dinoyo City Malang)*. Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Nasional Malang
- Soeharto, I. 1995. *Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional*, Erlangga, Jakarta.
- Widiasanti, I. dan Lenggogeni. 2013. *Manajemen Konstruksi*. Bandung: Remaja Rosdakarya Offset.