

Analisis Keterlambatan Proyek Produksi Kereta Dengan Metode *Fishbone Diagram*

Indra Rizki Pratama^a, Mega Cattleya PA Islami^{b*}

^a Program Studi Teknik Industri Otomotif, Politeknik STMI Jakarta, Jl Letjen Suprpto No.26 Cempaka Putih Jakarta Pusat 10510

^b Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Jl. Rungkut Madya Surabaya 60294

* Corresponding author: megac.cattleya.ti@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Permasalahan dalam penyelenggaraan suatu proyek, kegiatan yang akan dihadapi sangat kompleks. Hal ini tentu memerlukan suatu manajemen yang baik sehingga pada akhir proyek dapat berjalan sesuai dengan rencana. Namun dalam prosesnya, sering terjadi hambatan sehingga membuat pembangunan suatu proyek mengalami keterlambatan. Pada dasarnya, keterlambatan bisa dikarenakan oleh semua pihak yang ikut serta didalam pengoperasin pekerjaan konstruksi tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi keterlambatan proyek produksi kereta pada suatu perusahaan produksi kereta api. Analisa dalam pengolahan data pada penulisan ini menggunakan tools *Fishbone Diagram* yang dapat menjabarkan akar permasalahan yang terjadi pada proses produksi proyek kereta. Adapun hasil dari penelitian diperoleh 5 faktor utama ketidaksesuaian yang menghambat kinerja waktu proyek meliputi, manusia, metode, mesin, lingkungan, dan material. Salah satu faktor yang paling berpengaruh dalam keterlambatan pembangunan adalah dari segi sumber daya manusia, karena banyak tenaga kerja yang tidak memiliki keterampilan yang sesuai dengan pekerjaan yang dilakukan.

Kata Kunci: Keterlambatan Produksi, *Fishbone Diagram*, Industri Kereta Api

ABSTRACT

The problems in implementing a project, the activities that will be faced are very complex. This of course requires good management so that at the end of the project it can run according to plan. However, in the process, obstacles often occur, causing delays in the construction of a project. Basically, delays can be caused by all parties involved in the operation of the construction work. The aim of this research is to determine the factors that influence delays in train production projects at a train production company. Analysis in data processing in this writing uses the Fishbone Diagram tool which can explain the root of the problems that occur in the train project production process. The results of the research showed that there were 5 main factors of non-compliance that hamper project time performance, including people, methods, machines, environment and materials. One of the most influential factors in development delays is in terms of human resources, because many workers do not have the skills appropriate to the work being done.

Keywords: Production Delays, Fishbone Diagram, Railway Industry



1. Pendahuluan

Keterlambatan proyek adalah hambatan tercapainya tujuan suatu proyek, keterlambatan proyek berarti bertambahnya waktu pelaksanaan penyelesaian proyek yang telah direncanakan dan tercantum dalam dokumen kontrak. keterlambatan proyek adalah salah satu masalah umum dalam manajemen proyek yang dapat menghambat tercapainya tujuan proyek. Keterlambatan proyek terjadi ketika waktu yang telah direncanakan untuk menyelesaikan proyek, seperti yang tercantum dalam dokumen kontrak atau jadwal proyek, tidak dapat dipenuhi [1];[2];[3]. Ini dapat memiliki konsekuensi serius, termasuk peningkatan biaya, kegagalan untuk memenuhi tenggat waktu yang telah ditetapkan, dan dampak negatif pada kepuasan pelanggan atau pemangku kepentingan proyek. Untuk mengatasi keterlambatan proyek, penting untuk melakukan manajemen risiko yang efektif, memiliki perencanaan yang solid, dan melakukan pemantauan proyek secara rutin, dan memiliki rencana kontinjensi dan fleksibilitas dalam jadwal dapat membantu mengurangi dampak keterlambatan jika masalah muncul [4];[5];[6]. Keterlambatan proyek dapat didefinisikan sebagai terlewatnya batas waktu penyelesaian proyek dari waktu yang telah ditentukan dalam kontrak, atau dari waktu yang disetujui oleh pihak-pihak yang terkait dalam penyelesaian suatu proyek [7];[8];[9]. Keterlambatan proyek akan menyebabkan pembengkakan biaya serta hilangnya peluang untuk mengerjakan proyek yang lain [10];[11];[12]. Oleh karena itu, perlu mengetahui faktor-faktor penyebab dan dampak keterlambatan proyek. Faktor penyebab keterlambatan proyek disebabkan oleh keterlambatan masuknya material, kerusakan mesin dan keahlian dari sumber daya manusia yang mengakibatkan proses kegiatan produksi harus ditunda. Penting untuk mengidentifikasi dan mengatasi faktor-faktor penyebab keterlambatan secara proaktif. Dengan manajemen yang baik dan perencanaan yang matang, dapat mengurangi risiko keterlambatan proyek produksi dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

Salah satu perusahaan yang memproduksi kereta api, baik untuk dipasarkan ke dalam negeri maupun diekspor ke luar negeri. Pada proyek baru baru ini ditemukan frekuensi keterlambatan kedatangan material yang paling banyak di antara proyek yang lain. Berdasarkan data perusahaan, diperoleh informasi bahwa selama proses pengadaan barang, manajemen persediaan tidak dapat memenuhi due date dan lead time yang telah disepakati pada purchase order. Hal ini akan menghambat proses produksi kereta. Ada sejumlah penelitian yang menggunakan *Cause-Effect* Diagram atau lebih dikenal *Fishbone Diagram* sebagai salah satu *tools* pemecahan masalah. Penyelesaian masalah keterlambatan suatu proyek dapat dilakukan dengan menggunakan *Cause-Effect* Diagram untuk mencari akar penyebab masalah kemudian temuannya dapat dijadikan acuan dalam mengusulkan *Standard Operating Procedure* (SOP) baru untuk meningkatkan sistem manajemen kualitas proyek tersebut [13];[14];[15]. Oleh karena itu, dalam studi kasus ini, akar penyebab keterlambatan akan dianalisis menggunakan *cause-effect diagram*. Pendekatan ini akan membantu mengidentifikasi akar penyebab keterlambatan proyek, yang pada gilirannya akan memungkinkan untuk mengembangkan SOP yang lebih baik dan efisien untuk manajemen kualitas proyek produksi. Selama proses ini, komunikasi yang baik dengan tim proyek dan pemangku kepentingan lainnya juga sangat penting. Komunikasi yang baik dengan seluruh tim proyek dan pemangku kepentingan juga merupakan faktor penting dalam mengatasi dan mengelola keterlambatan proyek dengan efektif. Komunikasi yang baik tidak hanya melibatkan berbicara, tetapi juga mendengarkan. Tim proyek harus menerima masukan dan umpan balik dari semua pihak terlibat dan bersedia untuk beradaptasi dengan perubahan yang mungkin diperlukan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Manajemen Proyek

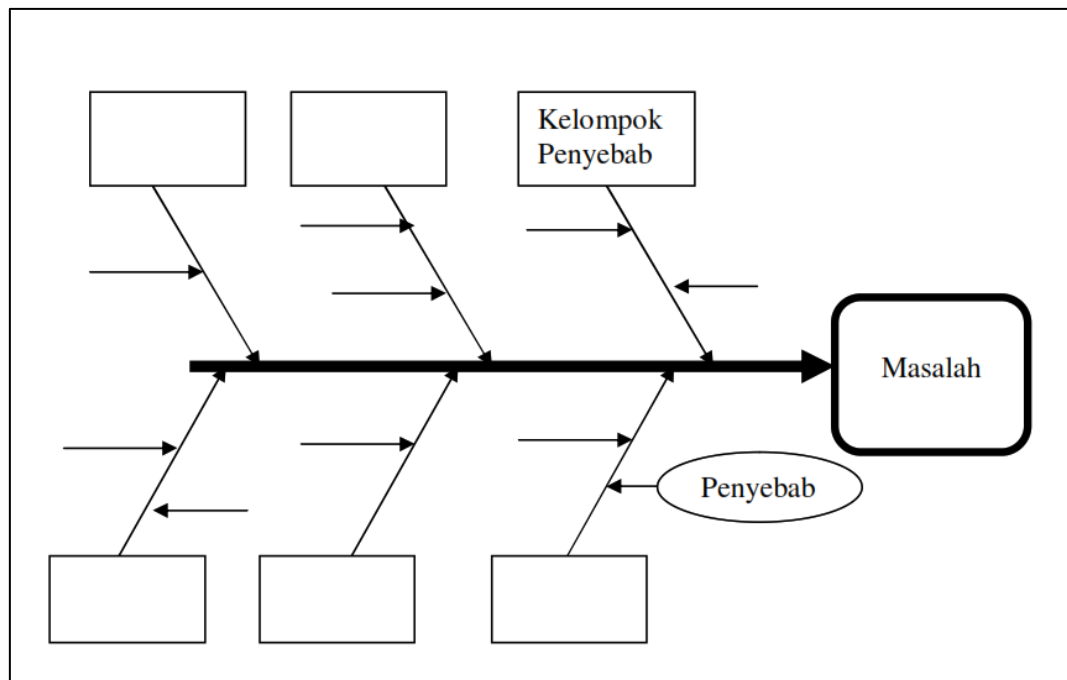
Manajemen proyek adalah manajemen yang diterapkan pada suatu proyek untuk mencapai suatu hasil tertentu, atau, manajemen proyek adalah suatu ilmu dan seni untuk mengadakan perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pengarahan (*directing*), pengoordinasian (*coordinating*), dan mengadakan pengawasan (*controlling*) terhadap orang dan barang untuk mencapai tujuan tertentu dari suatu proyek. Dalam proyek, efisiensi waktu dilihat dari kinerja waktu proyek (*time performance*) [16];[17];[18]. Kunci utama keberhasilan melaksanakan proyek tepat waktu adalah perencanaan dan penjadwalan proyek yang lengkap dan tepat. Keterlambatan dianggap sebagai akibat tidak dipenuhinya rencana jadwal yang telah dibuat, karena kondisi kenyataan tidak sesuai dengan kondisi saat jadwal tersebut dibuat.

2.2 Diagram Sebab-Akibat (Cause-Effect Diagram/Fishbone Diagram)

Fishbone diagram (diagram tulang ikan) sering disebut juga diagram Ishikawa atau cause and effect diagram (diagram sebab-akibat). *Cause-effect* diagram adalah alat untuk mengidentifikasi berbagai sebab potensial dari satu efek atau masalah, dan menganalisis masalah tersebut melalui sesi *brainstorming* [19]. Masalah akan dipecah menjadi sejumlah kategori yang berkaitan, mencakup manusia, material, mesin, dan sebagainya. Setiap kategori mempunyai sebab-sebab yang perlu diuraikan melalui sesi *brainstorming*. Kategori sebab utama mengorganisasikan sebab sedemikian rupa sehingga masuk akal dengan situasi. Kategori-kategori ini, yaitu Kategori 5M+1E yang biasa digunakan dalam industri manufaktur yang terdiri dari *Machine* (mesin atau teknologi), *Method* (metode atau proses), *Material* (termasuk *raw material*, *consumption*, dan informasi), *Man Power* (tenaga kerja atau pekerjaan fisik) / *Mind Power* (pekerjaan pikiran: kaizen, saran, dan sebagainya), *Measurement* (pengukuran atau inspeksi), *Environment* (lingkungan) [20];[21].

Langkah-langkah dalam penyusunan Diagram *Fishbone* adalah proses yang sistematis untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah atau isu tertentu yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Membuat kerangka Diagram *Fishbone*. Kerangka Diagram *Fishbone* meliputi kepala ikan yang diletakkan pada bagian kanan diagram. Kepala ikan ini nantinya akan digunakan untuk menyatakan masalah utama. Identifikasi masalah atau isu yang ingin diselidiki atau diselesaikan. Pastikan masalah tersebut didefinisikan dengan jelas dan spesifik. Bagian kedua merupakan sirip, yang akan digunakan untuk menuliskan kelompok penyebab permasalahan. Ini akan menjadi garis pusat yang menghubungkan masalah utama dengan penyebab-penyebabnya. Bagian ketiga merupakan duri yang akan digunakan untuk menyatakan penyebab masalah. digunakan untuk menyatakan penyebab-penyebab masalah atau faktor-faktor yang dapat berkontribusi pada masalah utama. Bagian ini adalah salah satu komponen utama dalam diagram karena berfungsi untuk mengorganisir dan mengelompokkan penyebab-penyebab masalah ke dalam kategori yang relevan. Bentuk kerangka Diagram *Fishbone* tersebut dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar. 1. Ilustrasi Diagram *Fishbone*

- 2) Merumuskan masalah utama. Masalah merupakan perbedaan antara kondisi yang ada dengan kondisi yang diinginkan, Masalah juga dapat didefinisikan sebagai adanya kesenjangan atau *gap* antara kinerja sekarang dengan kinerja yang ditargetkan. Masalah utama ini akan ditempatkan pada bagian kanan dari Diagram *Fishbone* atau ditempatkan pada kepala ikan
- 3) Mencari faktor-faktor utama yang berpengaruh atau berakibat pada permasalahan. Langkah ini dapat dilakukan dengan teknik *brainstorming*
- 4) Menemukan penyebab untuk masing-masing kelompok 5W+1E penyebab masalah. Penyebab ini ditempatkan pada duri ikan

3. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan di salah satu perusahaan produksi kereta api. Data yang digunakan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan melalui wawancara dan observasi mengenai penyebab-penyebab yang berpotensi terlibat dalam keterlambatan kedatangan material. Data sekunder diperoleh dari dokumen publikasi yang berisi informasi yang mendukung penelitian ini. Dari data-data yang telah dikumpulkan, dilakukan pembuatan cause effect diagram yang berisi faktor-faktor yang menjadi akar penyebab keterlambatan proyek proses produksi kereta berdasarkan 5W+1H. Setelah itu, disusun usulan perbaikan untuk mengurangi risiko keterlambatan proyek produksi kereta berdasarkan aliran aktivitas pengadaan material. Selanjutnya dilakukan analisis terhadap *cause effect diagram* dan usulan perbaikan. Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian.

Data primer, merupakan data yang dikumpulkan dan diolah sendiri oleh peneliti langsung melalui hasil wawancara oleh narasumber selaku PIC proyek produksi kereta di perusahaan yang sebagian besar terlibat langsung dalam proyek. Dari hasil wawancara tersebut kemudian diolah dengan menggunakan *fishbone diagram* dan dapat ditemukan usulan perbaikan kedepannya. Sementara data sekunder ialah data yang diperoleh dari hasil studi literatur guna melengkapi kekurangan dalam data primer yang didapatkan secara langsung. Setelah memperoleh data primer maupun data sekunder, teknik

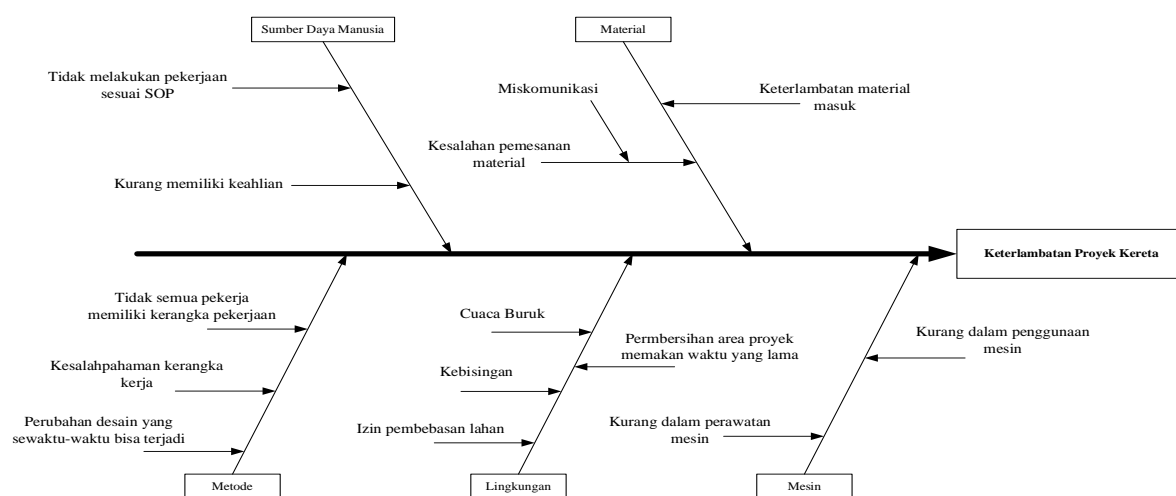
pengolahan data dan analisis data yang digunakan adalah dengan menggunakan metode *Fishbone diagram*. Respon dari hasil wawancara akan dijadikan pertimbangan untuk mengetahui apakah ada pengaruh antara faktor-faktor penyebab dengan dampak keterlambatan proyek. Berikut ini adalah daftar pertanyaan yang diwawancarakan kepada PIC proyek produksi kereta.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil observasi yang dilakukan secara langsung pada lokasi penelitian adalah sebagai berikut. Perusahaan melakukan proses produksi kereta api berdasarkan proyek-proyek yang telah disepakati bersama tender tertentu. Pada proses berjalannya proyek, terdapat beberapa temuan yang menyebabkan proyek yang dikerjakan terhambat.

4.1 *Fishbone Diagram*

Diagram ini dibuat berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan studi pustaka sehingga dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam pengambilan keputusan dan strategi dalam mengurangi risiko keterlambatan proyek produksi kereta. Pengambilan keputusan dan perumusan strategi untuk mengurangi risiko keterlambatan proyek produksi merupakan proses berkelanjutan yang melibatkan pemantauan dan penyesuaian berdasarkan perubahan situasi. Dengan pendekatan yang komprehensif, dapat meningkatkan peluang untuk menghindari atau mengatasi keterlambatan proyek produksi. Dalam diagram ini, yang menjadi *effect* adalah keterlambatan proyek produksi kereta pada perusahaan kemudian yang menjadi *cause* atau faktor penyebab utama ada 5 yaitu *man*, *material*, *method*, *machine* dan *environment*. *Cause effect diagram* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar. 2. Diagram Fishbone Keterlambatan Proyek Kereta

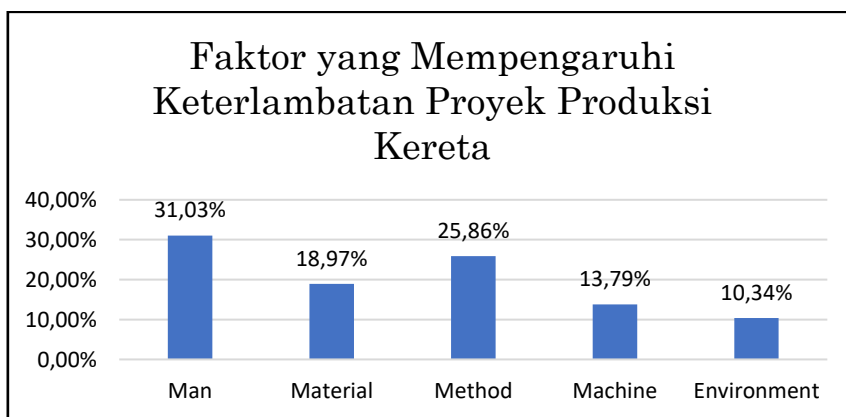
Sumber daya manusia (*Man* atau pekerja) yaitu sebagai pemeran utama yang berhubungan langsung dengan proses produksi kereta. Penyebab keterlambatan produksi ditinjau dari faktor manusia adalah tidak ada *forwarder* yang dapat ditunjuk untuk melakukan pengiriman barang dengan segera. Dalam hal ini *forwarder* adalah perusahaan jasa pengiriman barang. *Delay* dalam proses pemilihan *supplier* juga ikut berkontribusi. *Database supplier* yang belum diperbarui dan lamanya proses penawaran harga dengan *supplier* menjadi penyebab delay dalam pemilihan *supplier*.

Material atau barang itu sendiri merupakan obyek yang paling penting dalam kasus ini. Penyebab keterlambatan kedatangan material dari sisi ini adalah komponen yang dipesan belum atau sedang dalam proses produksi. Untuk barang komponen yang

belum diproduksi kemungkinan disebabkan karena supplier masih dalam proses mencari bahan baku untuk memproduksi barang tersebut, yang juga memerlukan beberapa tahapan pengadaan barang yang perlu dilalui. Selain itu, penyebab lain dari faktor material adalah barang yang datang ke perusahaan ditemukan tidak sesuai spesifikasi dan kuantitas yang dibutuhkan. Hal ini disebabkan karena barang yang diterima tidak sesuai dengan drawing dari Divisi Teknologi dimana keterlambatan penerimaan drawing oleh Divisi Logistik menyebabkan ketidaklengkapan dokumen yang dikirim ke *supplier*. Selain itu, barang datang cacat juga turut berkontribusi. Hal ini disebabkan karena sistem packaging yang buruk sehingga barang mengalami kerusakan selama proses pengiriman.

Penyebab ketiga adalah kesalahan pada metode. Dimana faktor ini diindasikan bahwa adanya ketidaksesuaian dari proses pekerjaan dari para pekerja yang tidak sesuai prosedur, para pekerja tidak mendapatkan panduan pekerjaan mereka sendiri namun diperoleh dari arahan ketua lapangan sehingga menyebabkan kesalahpahaman dalam bekerja. Perubahan desain yang masih berganti juga menyebabkan proses pengerjaan semakin lama karena desain disesuaikan dengan kondisi serta pesanan *client*. Faktor lingkungan berupa cuaca buruk seperti hujan badai dapat menjadi hambatan dalam proses pengiriman. Namun, faktor cuaca sulit untuk diprediksi sehingga sulit untuk dikendalikan. Kemudian faktor kebisingan dalam proses produksi juga menyebabkan kurang konsennya para pekerja dalam bekerja, sehingga membuat proses lama dan hasil pekerjaan terkadang meleset dari prosedur. Izin pembebasan lahan yang masih terbatas membuat tingkat produksi tidak bisa ditingkatkan lagi serta dalam proses pembersihan area kerja juga memberikan dampak keterlambatan dalam bekerja.

Terakhir pada faktor mesin, banyak pekerja yang tidak dapat mengoperasikan mesin dengan baik serta cara perawatannya, sehingga membuat mesin tidak terawat dengan baik dan hasil dari proses pemesinan juga tidak baik. Dari kelima faktor utama tersebut dijabarkan ke dalam persentase untuk melihat faktor yang paling mempengaruhi keterlambatan dari proyek produksi kereta. Penentuan nilai persentase diperoleh dari meninjau tingkat nilai pengaruh berdasarkan masing-masing pertanyaan yang diajukan pada narasumber. Berikut diagram yang menunjukkan faktor yang paling mempengaruhi keterlambatan pada proyek tersebut.



Gambar. 3. Prosentase Pengaruh Keterlambatan

Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat bahwa faktor *Man* yang paling mempengaruhi berjalan lancarnya kinerja waktu proyek dikarenakan kurangnya pengetahuan dan keahlian pada sumber daya manusia. Kemudian diikuti oleh faktor *method* sebagai faktor keterlambatan yang paling berpengaruh setelah faktor *man*, sehingga faktor ini perlu ditinjau lebih lanjut agar saat pekerjaan proyek langsung, prosedur dari pekerjaan menjadi lebih jelas dan tidak banyak membuang waktu.

4.2 Usulan Perbaikan

Dari temuan masalah yang menjadi penyebab keterlambatan proyek produksi kereta, terdapat 5 faktor penyebab yaitu manusia, mesin, lingkungan, material, dan metode. Dari kelimanya didapatkan beberapa solusi perbaikan. Solusi perbaikan diperoleh dengan analisis aliran aktivitas produksi. Pada metode ini diusulkan portofolio aliran aktivitas-aktivitas yang terlibat di dalam produksi kereta agar kewenangan atas suatu kegiatan terdefinisi dengan jelas. Mengusulkan penggunaan portofolio aliran aktivitas (*activity flow portfolio*) adalah pendekatan yang baik untuk mengklarifikasi dan mendefinisikan kewenangan dan tanggung jawab atas setiap aktivitas yang terlibat dalam produksi kereta. Dengan cara ini, dapat mengelola proses produksi dengan lebih efisien dan transparan. Menerapkan portofolio aliran aktivitas dapat membantu mengurangi ambiguitas, meningkatkan akuntabilitas, dan meningkatkan kontrol dalam proses produksi kereta. Ini juga memungkinkan manajemen yang lebih efisien dan pemantauan yang lebih baik terhadap kemajuan produksi secara keseluruhan. Dengan demikian, diharapkan tidak ada miskomunikasi antardivisi dan antarpekerja.

Pada faktor manusia, diperlukan adanya pelatihan lebih lanjut terkait bidang pekerjaan masing-masing sehingga dapat melakukan pekerjaan dengan baik. Pemberian pelatihan lebih lanjut terkait bidang pekerjaan masing-masing adalah langkah yang sangat penting untuk meningkatkan keterampilan dan kualifikasi pekerja dalam produksi kereta atau bidang pekerjaan lainnya. Pelatihan yang tepat dapat membantu pekerja menjadi lebih kompeten dan percaya diri dalam melakukan tugas-tugas mereka, yang pada gilirannya akan berdampak positif pada mutu dan efisiensi produksi. Pelatihan lebih lanjut adalah salah satu cara terbaik untuk meningkatkan kualitas pekerjaan dan efisiensi produksi. Ini tidak hanya menguntungkan pekerja, tetapi juga berkontribusi pada pertumbuhan dan kesuksesan jangka panjang perusahaan. Pelatihan dapat berupa penjelasan SOP, penggunaan mesin, kedisiplinan, training perkembangan, dan pelatihan produktif lainnya.

Pada faktor metode, diperlukan kejelasan dari struktur pekerjaan, pembagian porsi masing-pekerjaan, dan diberikan prosedur/*manual book* kepada masing-masing pekerja. Faktor mesin, diperlukan perawatan keberlanjutan terus-menerus dan prosedur penggunaan mesin serta pelatihan khusus terkait mesin. Faktor lingkungan, diperlukan lingkungan yang kondusif dalam melakukan pekerjaan, alat pengaman yang lengkap sesuai *standard*. Lingkungan kerja yang kondusif dan penggunaan alat pengaman yang sesuai standar adalah kunci untuk menjaga keamanan dan kesehatan karyawan, serta untuk meningkatkan produktivitas. Lingkungan kerja yang aman dan kondusif serta penggunaan alat pengaman yang tepat adalah tanggung jawab bersama perusahaan dan karyawan. Ini tidak hanya melindungi kesehatan dan keselamatan pekerja, tetapi juga dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas pekerjaan. Pada material, diperlukan kualitas yang sesuai dengan kualifikasi pada proses produksi serta ketepatan dalam pengadaan material di gudang. Pengelolaan material yang efisien dan memastikan kualitas yang sesuai dengan kualifikasi sangat penting dalam proses produksi. Pengelolaan material yang baik memainkan peran kunci dalam memastikan kualitas dan ketepatan waktu produksi. Dengan menerapkan praktik-praktik terbaik ini, dapat mengoptimalkan pengadaan dan manajemen material di perusahaan.

5. Kesimpulan

Setelah melakukan wawancara didapatkan bahwa faktor yang paling berpengaruh pada proyek tersebut adalah masalah sumber daya manusia. Hal ini disebabkan oleh kurangnya *skill* para pekerja sehingga hasil dari pekerjaan yang dilakukan tidak sesuai dengan ketentuan. Sering kali para pekerja bekerja tanpa mengikuti prosedur atau urutan pekerjaan. Selain itu faktor metode juga mempengaruhi proses produksi karena tidak memiliki SOP yang jelas sehingga urutan pekerjaan hanya diberitahukan secara lisan dan akan menyebabkan kesalahan yang tidak diinginkan dalam proses pembangunan. Jika faktor-faktor yang menjadi keterlambatan ini tidak segera diberikan perbaikan maka akan muncul risiko-risiko yang tidak diperhitungkan. Seperti terjadinya kecelakaan kerja, waktu pengerjaan yang lambat, dan hasil proyek yang tidak sesuai dengan harapan stakeholder dikarenakan yang menjadi faktor utama adalah sumber daya manusia.

Saran yang dapat diberikan untuk mengurangi keterlambatan produksi di perusahaan pembuatan kereta adalah salah satunya dengan meningkatkan *skill* pekerja. Peningkatan *skill* adalah investasi dalam masa depan dan dapat membantu mencapai tujuan karier. Selalu berkomitmen untuk belajar dan berkembang untuk tetap relevan dan berkinerja tinggi di tempat kerja. Selain itu dengan menyesuaikan hasil kerja dengan ketentuan yang dibuat oleh perusahaan. Mengurangi keterlambatan produksi di perusahaan pembuatan kereta adalah tantangan yang penting dan memerlukan beberapa tindakan perbaikan. Menyesuaikan hasil kerja pekerja dengan ketentuan yang ditetapkan oleh perusahaan adalah salah satu langkah penting dalam meningkatkan efisiensi produksi. Mengurangi keterlambatan produksi memerlukan pendekatan komprehensif yang melibatkan berbagai aspek dalam organisasi. Dengan menjalankan langkah-langkah ini, perusahaan dapat mengoptimalkan hasil kerja pekerja dan meningkatkan efisiensi produksi.

Pustaka

- [1] F. Villafañez, D. Poza, A. López-Paredes, J. Pajares, and R. del Olmo, "A generic heuristic for multi-project scheduling problems with global and local resource constraints (RCMPSP)," *Soft Comput.*, vol. 23, no. 10, pp. 3465–3479, 2019, doi: 10.1007/s00500-017-3003-y.
- [2] A. Alsharef, S. Banerjee, J. Uddin, A. Albert, and E. Jaselskis, "Pandemic on the United States Construction Industry," *Int. J. Environ. Res. Public Heal.*, vol. 18, no. December 2019, p. 1559, 2021, [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/ijerph18041559>
- [3] S. Charitarindra and C. B. Nurcahyo, "Analisis Penyebab Keterlambatan Proyek Pembangunan Tower Caspian Grand Sungkono Lagoon," *J. Tek. ITS*, vol. 9, no. 2, 2021, doi: 10.12962/j23373539.v9i2.53237.
- [4] J. B. H. Yap, P. L. Goay, Y. B. Woon, and M. Skitmore, "Revisiting critical delay factors for construction: Analysing projects in Malaysia," *Alexandria Eng. J.*, vol. 60, no. 1, pp. 1717–1729, 2021, doi: 10.1016/j.aej.2020.11.021.
- [5] N. Van Thuyet, S. O. Ogunlana, and P. Kumar Dey, "Risk management in oil and gas construction projects in Vietnam," *Int. J. Energy Sect. Manag.*, vol. 1, no. 2, pp. 175–194, 2007, doi: 10.1108/17506220710761582.
- [6] S. Riyadi, N. Sutikna, and M. Setiansah, "Manajemen Komunikasi Interpersonal Pimpinan Dalam," no. 1, 2023.
- [7] A. Chadee, H. Ali, S. Gallage, and U. Rathnayake, "Modelling the Implications of Delayed Payments on Contractors' Cashflows on Infrastructure Projects," *Civ. Eng. J.*, vol. 9, no. 1, pp. 52–71, 2023, doi: 10.28991/CEJ-2023-09-01-05.
- [8] R. M. Johnson and R. I. I. Babu, "Time and cost overruns in the UAE construction industry: a critical analysis," *Int. J. Constr. Manag.*, vol. 20, no. 5, pp. 402–411, 2020, doi: 10.1080/15623599.2018.1484864.
- [9] M. Buya, H. Ashad, and Watono, "Analisis Faktor Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Konstruksi Pada Pembangunan Kantor Bupati Pulau Taliabu Dengan Metode Analytic Hierarchy Process," *J. Konstr. Tek. Infrastruktur, dan Sains*, vol. 01, no. 01, pp. 1–10, 2022, [Online]. Available: <http://pasca-umi.ac.id/index.php/kons/article/view/990/1068>
- [10] S. Alshihri, K. Al-gahtani, and A. Almohsen, "Risk Factors That Lead to Time and Cost Overruns of Building Projects in Saudi Arabia," *Buildings*, vol. 12, no. 7, 2022, doi: 10.3390/buildings12070902.
- [11] Y. Fentahun Kassa, "Determinants of Infrastructure Project Delays and Cost Escalations: The Cases of Federal Road and Railway Construction Projects in Ethiopia," *Technol. Sci. Am. Sci. Res. J. Eng.*, vol. 63, no. 1, pp. 102–136, 2020, [Online]. Available: <http://asrjetsjournal.org/>
- [12] M. E. Sibuea1 and H. S. Saragi, "Analisis Risiko Keterlambatan Material dan Komponen pada Proyek Pembangunan Kapal dengan Metode House of Risk (HOR) Studi Kasus: Pembangunan Kapal Ro-Ro 300 GT Danau Toba," *J. Sist. Tek. Ind.*, vol. 21, no. 2, 2019, doi: 10.32734/jsti.v21i2.1217.
- [13] W. S. Jang and R. Y. C. Kim, "Automatic generation mechanism of cause-effect graph with informal requirement specification based on the korean language," *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 24, 2021, doi: 10.3390/app112411775.
- [14] W. S. Jang and R. Y. C. Kim, "Automatic Cause–Effect Graph Tool with Informal Korean Requirement Specifications," *Appl. Sci.*, vol. 12, no. 18, 2022, doi: 10.3390/app12189310.
- [15] A. Ramandha, C. D. Kusmindari, and S. Hardini, "Pelaksanaan Total Productive Maintenance Terhadap Kinerja Bucket Wheel Excavator Melalui Cause Effect Diagram (Studi Kasus pada PT Bukit Asam , Tbk)," *Bina Darma Conf. Eng. Sci.*,

- pp. 340–354, 2020.
- [16] J. Vrchota, P. Řehoř, M. Maříková, and M. Pech, “Critical success factors of the project management in relation to industry 4.0 for sustainability of projects,” *Sustain.*, vol. 13, no. 1, pp. 1–19, 2021, doi: 10.3390/su13010281.
- [17] J. Magano, C. Silva, C. Figueiredo, A. Vitória, T. Nogueira, and M. A. P. Dinis, “Generation Z: Fitting project management soft skills competencies—A mixed-method approach,” *Educ. Sci.*, vol. 10, no. 7, pp. 1–24, 2020, doi: 10.3390/educsci10070187.
- [18] A. Muhamad Saepuloh and S. Ginting, “Perancangan Sistem Informasi Manajemen Proyek Dengan Menggunakan Software Nest.Js Berbasis Web Di Pt. Mitra Pajakku,” *INFOKOM (Informatika & Komputer)*, vol. 10, no. 1, pp. 1–9, 2022, doi: 10.56689/infokom.v10i1.818.
- [19] Y. Molavi-Taleghani, H. Ebrahimpour, and H. Sheikhbardsiri, “A proactive risk assessment through healthcare failure mode and effect analysis in pediatric surgery department,” *J. Compr. Pediatr.*, vol. 11, no. 3, 2020, doi: 10.5812/compreped.56008.
- [20] D. L. M. Nascimento *et al.*, “Exploring Industry 4.0 technologies to enable circular economy practices in a manufacturing context: A business model proposal,” *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol. 30, no. 3, pp. 607–627, 2019, doi: 10.1108/JMTM-03-2018-0071.
- [21] I. Sukarno and A. A. Aisyah, “Evaluasi Efektifitas Penerapan 5S Di Pt Tridi Oasis Group,” *J. Ind. Eng. Oper. Manag.*, vol. 5, no. 1, pp. 69–83, 2022, doi: 10.31602/jieom.v5i1.6812.