

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini, dibentuk kesimpulan dan saran. Kesimpulan pada bab ini merupakan kesimpulan dari seluruh proses penelitian, dari penelusuran permasalahan, perancangan solusi hingga implementasi solusi tersebut. Sedangkan, saran pada bab ini berisi saran bagi peneliti-peneliti lain yang berkehendak menggunakan dokumen ini sebagai referensi untuk keperluan penelitian.

7.1. Kesimpulan

Berdasarkan keseluruhan proses penelitian yang telah dilaksanakan, terdapat beberapa poin yang dapat dirumuskan sebagai kesimpulan penelitian.

- a. Dari proses pencarian permasalahan (dengan proses observasi *pain point*, *7 waste* dan verifikasi permasalahan dengan *stakeholder*), diputuskan bahwa tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi biaya produksi dari area *Sawing Everising* (area proses kritis) sebesar 5%. Akar permasalahan dari permasalahan ini adalah adanya estimasi waktu kerja yang secara kumulatif lebih tinggi daripada waktu aktual kerja. Untuk menyelesaikan akar permasalahan, diusulkan dua solusi yaitu; pembentukan *booklet* estimasi waktu menggunakan *time study* atau pembentukan aplikasi estimasi waktu proses permesinan menggunakan *predictive analytics*. Melalui proses *analytic hierarchy process*, dipilih solusi kedua. Melalui proses pemilihan model *predictive analytics*, dipilih metode *multi input linear regression* dengan parameter ketebalan material, jenis material dan jumlah potongan. Model ini kemudian digabungkan dengan pembentukan *graphical user interface* dengan berbagai *library python*, terutama *CTkinter*, *Sklearn*, dan berbagai *library* lain. Melalui implementasi dengan uji coba yang dilaksanakan pada tanggal 19 Januari 2024, ditemukan bahwa terdapat peningkatan akurasi dari estimasi dengan nilai MAE dan RMSE sebesar 68,95 menit dan 518,1 menit menggunakan aplikasi dibandingkan dengan menggunakan metode konvensional dengan MAE dan RMSE sebesar 430,62 menit dan 609, menit. Melalui penerapan solusi ini, berhasil dilakukan reduksi biaya produksi sebesar 56,94 %. Hasil ini menunjukkan bahwa *critical success factor* yang telah disepakati bersama (untuk mengurangi biaya produksi sebesar 5%) telah tercapai.

7.2. Saran

Melalui seluruh proses penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat direkomendasikan pada objek penelitian (Subunit *Engineering Workshop*) maupun untuk penelitian selanjutnya.

- a. Dalam penelitian ini, telah dibentuk *graphical user interface* dan pemilihan model *predictive analytics* untuk estimasi waktu proses permesinan pada Mesin *Sawing Everising*. Namun, karena keterbatasan waktu penelitian, tidak dilakukan pembentukan model *predictive analytics* untuk mesin/kelompok-kelompok mesin lainnya. Penulisan laporan penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi untuk mengembangkan model *predictive analytics* untuk keperluan mesin-mesin lain.
- b. Dalam penelitian ini, digunakan *software Microsoft Excel* sebagai *database* untuk keperluan data model *predictive analytics*. Untuk keperluan pengembangan aplikasi, dapat digunakan *software* atau metode lain untuk menyimpan data untuk mengurangi penggunaan kemampuan komputasional komputer.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahitya, A.M., Walenna, A., Wulantari, N., Dwi, E., & Aryunda, H. (2018). Studi Komparatif Hukum *Tabdzir* dan *7 Waste* dalam Proses Manufaktur untuk Meminimalkan Biaya. *Prosiding Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam dan Sains*, 1 (2018), 1-6.
- Anhar., Hadi, A.K., & Bachmid, S. (2022). Penerapan Metode *Just in Time* untuk Optimalisasi Biaya Material pada Pembangunan Perumahan Permata Tammu Tammu di Kabupaten Maros. *Jurnal Teknik Sipil Macca*, 7 (1), 18-24.
- Ataubakumarwa, F.R., & Singgih, M.L. (2021). Pengurangan Waktu *Setup* pada *High Frequency Welding* Perusahaan Manufaktur Pipa Baja dengan Metode SMED. *Jurnal Teknik ITS*, 10 (2), 212-217.
- Ahya, R., Saputra, F.A., & Suprpto. (2021). Perancangan Alat Bantu *Material Handling* untuk Proses Penanganan Limbah Batu Bara di *Boiler* PT XYZ. *Majalah Teknik Industri*, 29 (1), 56-61.
- Berk, J. (2010). *Cost Reduction and Optimization for Manufacturing and Industrial Companies*. Massachusetts : *Scrivener Publishing LLC*.
- Brown, C. (2018). *Why and How to Employ The SIPOC Model*. *Journal of Business Continuity & Emergency Planning*, 12 (3), 198-210.
- Chauduri (2020) : *Flowchart and Algorithms Basics : The Art of Programming*. New Dehli : *Mercury Learning and Information*
- Christi, N., & Erawan, P. (2020). Perancangan dan Implementasi Sistem Informasi Berbasis Teknologi pad UKM dan Implikasinya Terhadap Pengurangan Biaya Persediaan : Studi Kasus UKM X. *Management and Entrepreneurship Journal*, 3 (2), 103-121.
- Darsini, Maulana, A., & Wibowo, B. (2021). Analisis Jumlah Tenaga Kerja Optimal Dengan Metode Work Load Analysis (WLA) di PT. RSI. *Journal of Applied Mechanical Engineering and Renewable Energy*, 1 (1), 24-29.
- Earley, J. (2016). *The Lean Book of Lean*. Hoboken : *Wiley Professional Development (P&T)*.

- Fahilah, A., Nur, & Siswanto, N. (2022). Optimasi Penjadwalan Tenaga Kerja Bagian *Packing* Menggunakan Algoritma *Tibrewala, Philippe and Brown* (Studi Kasus : CV. Surya Kencana). [Tesis S2, Universitas Logistik & Bisnis Internasional]. Repositori Universitas Logistik & Bisnis Internasional.
- Feld, W.M. (2001). *Lean Manufacturing : Tools, Techniques, and How to Use Them*. New York : *St Lucie Press*.
- Geron, A. (2019). *Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems*. Sebastopol : *O'Reilley Media, Inc*
- Giatman, M., & Aliludin, M.A. (2011). *Ekonomi Teknik*. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada.
- Groover, M. (2014). *Work Systems : The Methods, Measurement and Management of Work*. Harlow : *Pearson Education Limited*
- Groover, M. (2016). *Groover's Principles of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems* Hoboken: *Wiley Global Education US*.
- Gunawan, Y.D. (2023). Reduksi *Waste* dengan Pendekatan 5S untuk Meningkatkan Produktivitas pada Produksi *Frame*. [Skripsi S1, Universitas Atma Jaya Yogyakarta]. Repositori Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Hermanto, Y. (2023). Perbaikan Sistem Penyimpanan Ikan dengan Memodifikasi Bak Keramik PT X untuk Meminimumkan Biaya Langsung Es. [Skripsi S1, Universitas Atma Jaya Yogyakarta]. Repositori Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Herrmann, J. W. (2015). *Engineering Decision Making and Risk Management*. Hoboken : *Wiley Professional, Reference & Trade (Wiley K&L)*.
- Leksic, I., Stefanic, N., & Veza, I. (2020). *The Impact of Using Different Lean Manufacturing Tools on Waste Reduction. Advances in Production Engineering & Management (APEM)*, 15(1), 81-92.
- Lubis, F.S., Farahitari, B.G., Harpito, Yola,M., & Nofirza. (2022). Efisiensi Biaya Persediaan Bahan Baku Pembuatan *Paving Block* Menggunakan Metode *Heuristic Silver Meal*. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*. 1 (2), 104-113.

- Martinez, Y.T., & Tambunan, M. (2021). Perbaikan Tata Letak Fasilitas pada PT. Tien Tujuh puluh Utama Menggunakan Metode *Systematic Layout Planning* dan Algoritma *Corelap*. [Skripsi S1, Universitas Sumatra Utara]. Repositori Institusi Universitas Sumatra Utara.
- Ning, F., Shi, Y., Cai, M., Xu, W., & Zhang, X. (2020). Manufacturing cost estimation based on a deep-learning method. *Journal of Manufacturing Systems*, 54, 186-195.
- Ningrum, A.E.K., Rahmadhani, P., Irna, I. (2020). Analisa Biaya Diferensial dalam Pengambilan Keputusan Membeli atau Membuat Sendiri (*Make or Buy*) pada Toko Nayra Pekanbaru. *Research in Accounting Journal*, 1 (1), 89-96.
- Nugraha, O. W., Astanti, R.D., & Kristiyani, I.M. (2023). Usulan Perancangan Standardisasi Proses *Sand Casting* untuk Mengurangi Produk Cacat pada Pembuatan Cetakan Kue di IKM Logam Fauzan. Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI), 1 (2023), 767-774.
- Nurdiansyah, A.N., & Satoto, H.F. (2023). Optimasi Waktu Standar Kerja Menggunakan Metode *Stopwatch Time Study*. *Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Industri*, 5 (1), 59-68.
- Oktavina, R. (2022). Desain Proses Manufaktur pada Perancangan Ulang Produk Meja Makan. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, 27(1), 85-93.
- Perkovic, L. (2015). *Introduction to Computing Using Python: An Application Development Focus*. Hoboken : Wiley Global Education US.
- Prasad, M.M., Dhiyaneswari, J.M., Jamaan, J.R., Mythreyan, S., & Sutharsan, S.M. (2020). *A Framework For Lean Manufacturing Implementation in Indian Textile Industry*. *Materials Today : Proceeding*. 33 (7), 2986-2995.
- Plathottam, S. J., Rzonca, A., Lakhnori, R., & Iloeje, C. O. (2023). A review of artificial intelligence applications in manufacturing operations. *Journal of Advanced Manufacturing and Processing*, e10159
- Polgar, K. C., Gutowski, T. G., & Wentworth, G. W. (1996). Simplified Time Estimation Booklet for Basic Machining Operations. *Simplified Time Estimation for Basic Machining Operations*. MIT.

- Salvendy, G. and Karwowski, W. (2021). *Handbook of Human Factors and Ergonomics*. Hoboken : *Wiley Professional Development (P&T)*.
- Shmueli, G., Bruce, P., Gedeck, P. and Patel, N. (2019). *Data Mining for Business Analytics*. Hoboken: *Wiley Global Research (STMS)*.
- Sidik, N. N. M., & Nugroho, G.W. (2022). Penerapan Metode *Target Costing* dalam Upaya Efisiensi Biaya Produksi untuk Meningkatkan Laba UMKM pada UMKM Sinar Terang Awning. *Jurnal Akutansi Akunesa*, 11 (1), 78-90.
- Silalahi, A., Lydia, A., Natalia, C., Prasetya, W. (2023). Penjadwalan Perawat Berdasarkan Minimasi Pelanggaran Peraturan dan Minimasi Biaya Lembur. *Jurnal Metris*, 23 (2022), 74-81.
- Yetrina, M., Muhida, R., & Bakri, A. (2023). Penerapan Metode *Silver Heuristic* untuk Minimasi Biaya Persediaan Bahan Baku Tahu. *Jurnal Teknologi*, 13 (1), 26-32.

Lampiran 1 Hasil Wawancara dengan Operator Mesin Rolling

Penelusuran Masalah	
Peneliti	Operator Mesin Rolling
Selamat siang mas, apakah mas bisa memperkenalkan diri terlebih dahulu ?	Nama saya Ra, saya operator di area kerja <i>rolling</i>
Apakah mas bisa menjelaskan fungsi dari Engineering <i>Workshop</i> beserta visi dan misi yang mas ketahui ?	Iya, kita di sini berfungsi untuk membantu perusahaan sewaktu perlu pembuatan komponen/mesin – mesin tertentu. Kalau untuk visi saya kurang hafal, mungkin bisa ditanyakan dengan bapak-bapak di kantor.
Apabila dilakukan Analisis SWOT, apa saja menurut bapak kelemahan dan kelebihan dari Engineering <i>Workshop</i> ?	Kelebihan yang utama dari <i>Workshop</i> sekarang merupakan keberaniannya untuk mengambil risiko dan memberikan tanggung jawabnya ke karyawan-karyawan baru. Kalau untuk kelemahan, masih terdapat kelemahan dalam bentuk standarisasi antar bagian. Contohnya bagian laser masih sering menghasilkan benda kerja yang masih ada <i>chipnya</i> , jadi dari proses selanjutnya harus menggerinda ulang. Ada juga masalah dalam bentuk pemberian estimasi waktu bagi kita yang di lapangan. Kadang dalam memberi waktu bisa sedikit sekali, kurang realistis. Tapi terkadang juga dalam memberi waktu sangat banyak.

Lampiran 2 Hasil Wawancara dengan *User Engineering Workshop (PPIC Secondary Engineering)*

Penelusuran Masalah	
Peneliti	(PPIC <i>Secondary Engineering</i>)
Halo mas, apakah mas sekiranya boleh memperkenalkan diri terlebih dahulu ?	Halo, nama saya Ro, saya salah satu user <i>Engineering Workshop</i> . Saat ini saya berada di bagian PPIC untuk unit <i>Secondary Engineering</i> .
Apakah mas bisa menjelaskan fungsi dari <i>Engineering Workshop</i> dan mungkin hubungannya dengan unit mas ?	Iya, jadi fungsi kita adalah untuk membentuk desain-desain teknik untuk keperluan projek-projek <i>engineering</i> di PT. XYZ. Kadang kita bisa membuat mesin/modul/mungkin hanya komponen-komponen saja yang dipakai di mesin. Kalau kita sudah membentuk desainnya, kita meminta bantuan dari <i>Engineering Workshop</i> untuk membentuk modul/mesin/komponennya secara riil.
Apabila dilakukan Analisis SWOT, apa saja menurut mas kelemahan dan kelebihan dari <i>Engineering Workshop</i> ?	Kalau menurut saya dari segi kelebihan, karena ini memang bagian dari internal PT. XYZ, jadi untuk koordinasi lebih mudah. Kalau untuk permasalahannya, barang yang dibuat di <i>Workshop</i> kadang melewati <i>due date</i> yang sudah kita sepakati bersama.

Lampiran 3 Hasil Wawancara dengan Production Manager PPIC & Design

Penelusuran Masalah	
Peneliti	Senior Manager Produksi
Selamat pagi pak, sebelumnya, apakah bapak boleh memperkenalkan diri terlebih dahulu ?	Nama saya W, saya <i>Production Manager</i> pada bagian <i>Production Planning and Inventory Control</i> . Saya mengawasi bagian-bagian seperti logistic, Gudang, <i>raw material, tools</i> dan penyediaan barang.
Apakah bapak bisa menjelaskan fungsi dari Engineering <i>Workshop</i> beserta visi dan misi dari Engineering <i>Workshop</i> ?	<i>Workshop</i> pada dasarnya merupakan unit <i>support</i> internal PT. XYZ dan perusahaan – perusahaan <i>group</i> . Visi akhir dari <i>Workshop</i> adalah untuk menjadi unit dengan kapabilitas <i>World Class Manufacturing</i> .
Apabila dilakukan Analisis SWOT, apa saja menurut bapak kelemahan dan kelebihan dari Engineering <i>Workshop</i> ?	Beberapa kelebihan yang saat ini dimiliki <i>Workshop</i> diantaranya adalah <i>Workshop</i> menerima dukungan yang kuat dari PT. XYZ. Kelebihan kedua adalah fasilitas-fasilitas <i>Workshop</i> dapat dikatakan lengkap dan canggih. <i>Workshop</i> juga dapat dikatakan sudah menjangkau kebutuhan PT. XYZ yang cukup besar, <i>Workshop</i> juga memiliki gudang material dan <i>tool</i> sendiri. Area <i>workshop</i> luas dan <i>workshop</i> memiliki perangkat lunak pendukung yang cukup canggih. Kelemahan dari <i>Workshop</i> seperti kekurangmampuan <i>workshop</i> untuk menolak permintaan-permintaan internal, permasalahan sumber daya manusia, permasalahan komunikasi dan biaya produksi <i>engineering workshop</i> yang lebih mahal jika dibandingkan dengan vendor-vendor kita.

Lampiran 4 Hasil Wawancara dengan Manger *Manufacturing*

Penelusuran Masalah	
Peneliti	Manager <i>Manufacturing</i>
Selamat pagi pak, sebelumnya, apakah bapak sekiranya boleh memperkenalkan diri terlebih dahulu ?	Boleh, nama saya H. Saya disini menjabat sebagai <i>manufacturing production manager</i> . Jadi secara kasar saya membantu memastikan kelangsungan pekerjaan di area produksi.
Apakah bapak bisa menjelaskan fungsi dari <i>Engineering Workshop</i> beserta visi dan misi dari <i>Engineering Workshop</i> ?	Iya, mungkin sudah dijelaskan oleh Pak W juga, tapi fungsi kita secara makro adalah untuk mendukung kegiatan produksi PT. XYZ dengan menyediakan kapasitas untuk membentuk part/komponen/mesin yang diperlukan di bagian <i>Engineering</i> . Saat ini kita secara kolektif memang berupaya untuk menjadi <i>Workshop</i> kelas dunia.
Apabila dilakukan Analisis SWOT, apa saja menurut bapak kelemahan dan kelebihan dari <i>Engineering Workshop</i> ?	Ada banyak kalau untuk kelebihan dan kekurangan. Kalau dari kelebihan menurut saya sendiri bisa dilihat dari mesin-mesin yang kita miliki. Kita sudah mengupayakan untuk menyediakan mesin-mesin yang lengkap untuk memperluas kapabilitas kita. Tapi kalau untuk kekurangan, mungkin bisa dilihat dari sumber daya manusianya. Lalu masalah yang kita hadapi juga dalam mengambil keputusan mengambil project atau tidak. Karena saat ini, masih sulit untuk memperkirakan kapasitas kerja kita.

Lampiran 5 Hasil Wawancara dengan General Manager Subunit *Engineering Workshop*

Penelusuran Masalah	
Peneliti	General Manager Subunit <i>Engineering Workshop</i>
Selamat pagi pak, sebelumnya, apakah bapak boleh memperkenalkan diri terlebih dahulu ?	Halo nama saya L. Saya disini menjabat sebagai <i>General Manager Engineering Workshop</i> .
Apakah bapak bisa menjelaskan fungsi dari <i>Engineering Workshop</i> beserta visi dan misi dari <i>Engineering Workshop</i> ?	Iya, seperti yang sudah saya sampaikan di presentasi awal, fungsi kita adalah untuk mendukung seluruh kegiatan penyediaan kebutuhan-kebutuhan <i>engineering</i> dengan memproduksi mesin/modul/komponen yang diperlukan di PT. XYZ.
Apabila dilakukan Analisis SWOT, apa saja menurut bapak kelemahan dan kelebihan dari <i>Engineering Workshop</i> ?	Kalau dari kelebihan mungkin bisa dilihat dari kapasitas dan kapabilitas dari segi mesin kita seperti yang sudah dijelaskan pak H. Tapi untuk kekurangannya saya setuju lebih ke sumber daya manusia. Terkadang dari kita masih memiliki kesulitan untuk mendorong seluruh sumber daya manusia untuk memiliki rasa inisiatif dan <i>leadership</i> lebih.

Lampiran 6. Data Percobaan Implementasi Aplikasi Estimasi Waktu Proses Permesinan

N o m b e r	Production Number	Waktu Aktual (Menit)	Waktu Estimasi		Material	Material0	Material1	Material2	Material3	Material4	Material5	Jumlah Potongan	Ketebalan Material (mm)
			Metode Tradisional (Menit)	Waktu Estimasi Menggunakan Aplikasi Estimasi Waktu (Menit)									
1	600048 477	101.867	290.000	95.000	MS	0	0	1	0	0	0	140	19
2	600048 116	173.950	1210.000	225.000	St St	0	1	0	0	0	0	400	8
3	600048 195	42.333	110.000	41.000	VC L 14 0	0	0	1	0	0	0	10	40