BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada tinjauan pustaka, akan dijabarkan informasi mengenai penelitian yang relevan dengan permasalahan beserta dengan akar masalah yang dihadapi. Permasalahan utamanya yaitu rendahnya mutu hasil panen kelapa sawit dengan dua akar masalah yang berbeda. Akar masalah pertama berkaitan dengan kualitas TBS dan penolakan dari pabrik. Akar masalah kedua berkaitan dengan proses panen dan distribusi yang tidak optimal.

Pabrik pengolahan memiliki penilaian standar mutu yang ketat dalam menerima buah sawit, seperti tingkat kematangan buah sawit, kadar asam lemak bebas atau *free fatty acid* (FFA), hingga kondisi fisik buah sawit. Menurut Tan *et al.* (2023) proses terbentuknya FFA dapat terjadi dalam berbagai tahapan produksi, khususnya dalam tahap pascapanen. Buah sawit yang telah dipanen dapat mengalami kerusakan fisik atau keterlambatan dalam pengolahannya. Penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa kerusakan fisik pada buah dan keterlambatan dalam pengolahan buah sawit setelah dipanen menjadi penyebab utama meningkatnya kadar FFA pada *crude palm oil* (CPO). Maka dari itu, keterlambatan dalam pengiriman dari perkebunan ke pabrik pengolahan menjadi salah satu alasan utama terjadinya penolakan tandan buah segar (TBS) akibat kualitas yang tidak memenuhi standar pabrik.

Berdasarkan penjelasan Mansour *et al.* (2022) sawit dipanen dengan berdasarkan warna buah sawit dan jumlah buah yang terlepas di tanah. Pemanenan dilakukan dengan mengandalkan manusia untuk menyortir buah sawit secara manual. Dalam penelitiannya, dijelaskan bahwa inspeksi visual secara manual oleh pemanen tanpa pelatihan yang benar dapat menimbulkan kesalahan pemanenan buah sawit yang belum matang (*unripe*) dan terlalu matang (*overripe*). Faktor yang mempengaruhi kesalahan dalam proses pemanenan buah sawit yaitu keadaan pencahayaan yang dapat mengakibatkan kesalahan pemanenan berdasarkan warna buah sawit, penglihatan pemanen yang kurang jelas, hingga kesalahan dalam menghitung buah yang jatuh ke tanah. Hal tersebut menunjukkan bahwa keterampilan pemanen mempengaruhi tingkat kesesuaian standar mutu buah sawit yang dapat diterima pabrik.

Menurut Ginting & Lindawati (2025) dalam penelitiannya di PT Perkebunan Nusantara IV Regional II menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja pemanen kelapa sawit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa umur, pendidikan, gaji, dan premi berpengaruh positif terhadap produktivitas pekerja, sedangkan tanggungan

keluarga, pengalaman kerja, dan masa kerja memiliki pengaruh negatif. Keterampilan pemanen yang kurang berpengalaman dapat menyebabkan kesalahan dalam menentukan buah yang siap panen, dan tenaga kerja yang lambat dapat menyebabkan keterlambatan pengiriman TBS ke pabrik. Penurunan produktivitas ini dapat berpengaruh terhadap mutu TBS hal ini dikarenakan keterlambatan panen dan kesalahan pemilihan buah, sehingga berpotensi meningkatkan penolakan oleh pabrik pengolahan.

Penelitian yang dilakukan oleh Girsang *et al.* (2023) mengkaji pengelolaan transportasi pengangkutan Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit menggunakan *Dump Truck* pada PT. Inti Kamparindo Sejahtera, Riau. Penelitian ini berfokus pada pentingnya sistem transportasi dalam menjaga mutu TBS, mengingat buah sawit perlu segera dikirim ke pabrik untuk diolah setelah proses panen selesai. Penelitian bertujuan untuk menganalisis pelaksanaan manajemen transportasi serta mengidentifikasi kendala yang terjadi dalam proses pengangkutan TBS.

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif, melalui kegiatan observasi lapangan, wawancara, dan pengumpulan data perusahaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem manajemen transportasi pengangkutan TBS belum terlaksana secara maksimal, terutama pada tahap perencanaan dan pelaksanaan kegiatan pengangkutan. Kendala utama yang ditemukan berasal dari kondisi jalan operasional yang kurang memadai, sehingga menghambat kelancaran distribusi TBS menuju pabrik pengolahan.

Penelitian yang dilakukan oleh Rida (2023), dibahas mengenai penyebab utama kenaikan kadar *free fatty acid* (FFA) yaitu penumpukkan tandan buah segar (TBS) di tempat pengumpulan hasil (TPH) dan keterlambat pengiriman. Kenaikkan FFA dapat mengakibatkan buah sawit ditolak oleh pabrik pengolah karena kelapa sawit akan dapat dianggap tidak segar. Penelitian tersebut juga melakukan simulasi berupa *agent-based simulation* untuk menggambarkan sistem transportasi dari perkebunan ke pabrik pengolah, serta mengetahui jumlah optimal truk yang digunakan setiap hari untuk pengangkutan sawit. Jumlah truk yang disewa ke perusahaan transportasi setiap periode disesuaikan dengan total panen kelapa sawit per hari yang terkadang turun atau naik.

Penggunaan *agent-based simulation* dapat membantu dalam mengidentifikasi berbagai faktor yang mempengaruhi ketidakoptimalan jumlah truk. Penelitian tersebut menemukan bahwa terjadi peningkatan pemanfaatan moda transportasi dari 27% ke 40% apabila mengurangi jumlah truk sewaan dari 177 ke 118, serta mengurangi

transportation collection Cost sebesar 0,225% dari total biaya. Karena waktu perjalanan menjadi lebih singkat, kualitas kelapa sawit dapat menjadi lebih baik. Hal tersebut ditunjukkan dengan turunnya kadar FFA dan rata-rata kehilangan berat buah dari kelapa sawit.

Penelitian yang dilakukan oleh Ageta & Purwaningsih (2023) membahas mengenai pemetaan rantai pasok dalam proses pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) menjadi *Crude Palm Oil* (CPO) dan inti kernel pada PKS Sawit Seberang. Penelitian tersebut menggambarkan tahapan operasional mulai dari penerimaan bahan baku, pelaksanaan proses pengolahan, hingga distribusi produk akhir. Berdasarkan hasil penelitian, pemetaan proses dinilai mampu memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai keterkaitan antar aktivitas operasional sekaligus membantu mengidentifikasi potensi ketidakefisienan dalam sistem kerja.

Wahyuningsih *et al.* (2025) menyebutkan proses monitoring hasil panen kelapa sawit yang masih dilakukan secara manual dapat menyebabkan keterlambatan penyampaian informasi, kesalahan pencatatan data serta kurang efektifnya proses pelaporan hasil panen perkebunan. Oleh karena itu, penelitian tersebut menggunakan metode perancangan sistem dengan model *waterfall* untuk merancang sistem informasi monitoring hasil perkebunan berbasis website. Dalam penelitian juga memanfaatkan observasi lapangan sebagai dasar dalam memahami kondisi operasional perkebunan dan kebutuhan sistem yang akan dirancang. Pengendalian mutu dalam konteks perkebunan sawit meliputi berbagai hal seperti proses seleksi kematangan buah sawit hingga pengecekan kondisi fisik kelapa sawit.

Penelitian yang berjudul perancangan proses inspeksi bahan baku di PKS Tandun Unit PT. Perkebunan Nusantara V Kebun Tandun. Penelitian yang dilakukan di PKS Tandun, PT Perkebunan Nusantara V, Riau, dilatarbelakangi oleh proses inspeksi bahan baku Tandan Buah Segar (TBS) yang masih dilakukan secara menyeluruh sehingga kurang efisien. Penelitian menggunakan metode *Acceptable Quality Level* (AQL) untuk merancang sistem inspeksi berbasis sampling. Hasil penelitian menunjukkan bahwa inspeksi dapat dilakukan dengan mengambil 13 sampel pada setiap lot**,** sehingga waktu pemeriksaan menjadi lebih efisien tanpa mengurangi kemampuan mendeteksi dan mengetahui TBS yang tidak memenuhi standar. Kesimpulan dalam penelitian tersebut yaitu penerapan metode AQL mampu meningkatkan efisiensi proses inspeksi bahan baku TBS dibandingkan inspeksi menyeluruh (Nst & Ikhsan, 2024).

Guspa *et al.* (2024) menyebutkan metode pengujian kualitas tanpa merusak sample atau *non-destructive testing.* Metode ini membantu dalam percepatan evaluasi kualitas

tandan buah segar (TBS) sebelum dikirimkan ke pabrik pengolah. Dengan mengukur sifat termal dan optik dalam memperkirakan kadar minyak dan *free fatty acid* (FFA), metode ini menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan uji laboratorium. Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan mendeteksi kadar FFA yang melewati batas lebih awal, maka proses penyortiran dapat dilakukan langsung di lapangan.

Penerapan pendekatan *Deep Learning* untuk melakukan klasifikasi tingkat kematangan Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit bertujuan meningkatkan ketepatan dalam proses identifikasi kematangan buah sebagai salah satu indikator penting dalam penentuan kualitas panen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode klasifikasi berbasis teknologi mampu meningkatkan konsistensi dan ketelitian dalam proses pengamatan kondisi buah. Penelitian ini dapat dijadikan landasan dalam penerapan metode *Systematic Sampling* pada inspeksi pra-panen, karena menekankan pentingnya pemilihan objek pengamatan yang representatif dalam memperoleh data lapangan yang akurat (Zulkarnain *et al.*, 2024).

Vargas-Medina *et al*. (2024) menyebutkan penggunaan *systematic sampling* berbasis grid sampling dalam memperkirakan produksi tandan buah segar (TBS) kelapa sawit. Permasalahan pada penelitian ini adalah metode sampling konvensional dinilai belum mampu memberikan estimasi produksi yang akurat karena adanya kondisi antar tanaman dan lahan. Pendekatan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan geostatistik dengan pola sampling 3×3 hingga 15×15 tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *systematic sampling* mampu menghasilkan estimasi produksi yang lebih representatif dan efisien dengan tingkat kesalahan kurang dari 10%.

Kuo *et al*. (2021) menyebutkan metode *Integrated Kano Model*, *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (*Fuzzy AHP*), dan *Decision Matrix* dalam proses pemilihan pemasok berkelanjutan pada industri kelapa sawit. Pendekatan tersebut memanfaatkan konsep *Fuzzy Logic* untuk mengatasi kondisi ketidakpastian pada proses pengambilan keputusan yang melibatkan berbagai kriteria penilaian. Berdasarkan hasil penelitian, metode fuzzy dinilai mampu menghasilkan keputusan yang lebih adaptif pada kondisi dengan tingkat kompleksitas tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Fuzzy Logic* dapat digunakan sebagai alternatif metode pengambilan keputusan, meskipun implementasinya memerlukan mekanisme perhitungan dan perancangan yang lebih kompleks dibandingkan metode berbasis aturan konvensional.

Kebutuhan data dan informasi dalam pengembangan *Agricultural Management Information System* pada sektor pertanian menekankan pentingnya pemahaman terhadap kebutuhan pengguna sebagai dasar dalam perancangan sistem informasi yang

sesuai dengan kondisi lapangan. Temuan penelitian memperlihatkan bahwa proses *requirement analysis* berperan dalam menentukan kebutuhan pengguna, kebutuhan informasi, serta spesifikasi fungsi sistem sehingga rancangan yang dihasilkan lebih mendukung aktivitas pengelolaan pertanian (Zysk *et al.*, 2022).

Gonçalves *et al*. (2021) menyebutkan evaluasi beberapa metode pengambilan sampel pada penerapan *precision agriculture*. Penelitian tersebut bertujuan membandingkan efektivitas teknik sampling dalam menghasilkan data yang mampu merepresentasikan kondisi lahan pertanian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode sampling yang terencana dapat meningkatkan efisiensi pengumpulan data serta mengurangi kebutuhan pemeriksaan penuh terhadap seluruh populasi pengamatan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pendekatan *systematic sampling* sesuai diterapkan pada lingkungan pertanian yang memiliki jumlah objek pengamatan yang besar.

Yallah & Nugroho (2026) menyebutkan penerapan *Decision Support System* (DSS) melalui pendekatan *systematic literature review*. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa DSS berperan dalam membantu proses pengambilan keputusan melalui pemanfaatan data, model, dan aturan keputusan yang sistematis. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa penggunaan DSS mampu menghasilkan keputusan yang lebih objektif, konsisten, dan terstruktur, sehingga memiliki keterkaitan dengan pendekatan *Rule-Based Decision Making* pada sistem operasional yang menggunakan aturan keputusan yang jelas.

Haber *et al.* (2026) Menyebutkan pengembangan sistem *expert* berbasis *rule-based system* dalam proses *liquid dispatch planning* pada kegiatan transportasi dan distribusi. Fokus utama penelitian yaitu pada cara sistem membantu proses penugasan kendaraan, trailer, ISO tank, hingga pengemudi secara otomatis dengan dasar berupa aturan operasional yang ditetapkan. Aturan *IF-THEN* digunakan dalam sistem sehingga dapat menyesuaikan dengan kondisi nyata operasional, seperti ketersediaan kendaraan, jenis produk yang sedang diangkut, hingga lokasi kendaraan. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa proses penjadwalan dan penugasan transportasi sering mengalami kendala berupa banyaknya variabel keputusan yang harus dipertimbangkan secara bersamaan. Sehingga, sistem tersebut dirancang agar dapat membantu dalam pengambilan keputusan pemilihan kendaraan yang paling sesuai atau yang paling memenuhi kriteria untuk proses distribusi. Penelitian menunjukkan bahwa *rule-based system* dapat menghasilkan proses penugasan transportasi yang terstruktur karena keputusan dari sistem mengikuti aturan yang telah ditetapkan sebelumnya.

Perbandingan metode *genetic algorithm* dengan *fuzzy logic* pada proses penjadwalan operasional. Latar belakang dari penelitian berupa proses penjadwalan yang sering bertabrakan dan memerlukan ketelitian yang tinggi sehingga kegiatan dapat berjalan sesuai rencana. *Genetic algorithm* digunakan sebagai metode optimasi dalam menyusun jadwal yang lebih baik serta meminimalkan konflik jadwal. Sedangkan fuzzy logic digunakan untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan jadwal yang diperoleh dari aturan tertentu. Penelitian menjelaskan bahwa penjadwalan adalah proses yang rumit karena melibatkan banyak data, aturan, hingga kemungkinan jadwal yang bertabrakan sehingga dibutuhkan metode yang dapat membantu menghasilkan jadwal yang efektif. Sehingga, penelitian menggunakan Microsoft Excel dalam implementasinya sebagai media pengolahan data penjadwalan serta evaluasi hasil jadwal. Penelitian menunjukkan bahwa *genetic algorithm* dapat menghasilkan penjadwalan yang lebih optimal, dan *fuzzy logic* dapat membantu dalam proses penilaian kualitas jadwal berdasarkan tingkat keberhasilan tertentu (Barir, 2024).

Henriyadi *et al*. (2022) menyebutkan mengenai pengembangan sistem informasi manajemen pertanian untuk petani cabai skala kecil di Indonesia. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh perlunya sistem informasi yang dirancang secara sistematis serta mampu menyesuaikan kebutuhan pengguna dalam aktivitas pertanian. Metode yang diterapkan adalah *system design / system development approach*, yang digunakan untuk merancang struktur sistem, alur proses, serta integrasi komponen berdasarkan kebutuhan operasional pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan tersebut dapat mendukung pembentukan model konseptual *Small Farm Management Information System* (SFMIS) yang membantu pengelolaan informasi pertanian dan mendukung proses pengambilan keputusan.

Siregar *et al*. (2025) dalam penelitianya berjudul Manajeman Panen Kelapa sawit Studi Kasus di PT. Herfinta Farm and Plantation Kebun Tanjung Medan, mengkaji penerapan manajemen panen untuk meminimalkan kehilangan hasil dan menjaga produktivitas serta mutu panen. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif yang mengumpulkan data melalui observasi langsung, wawancara dan dokumentasi dari perusahaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa manajemen panen terdiri atas perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan. Dalam tahapan pengawasan, dilaksanakan inspeksi pra-panen yang mencakup inspeksi mutu hancak panen dan inspeksi kualitas hasil panen menggunakan formulir pemeriksaan untuk mengevaluasi hasil panen dengan standar yang telah ditetapkan. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa penerapan manajemen panen, termasuk pelaksanaan

inspeksi pra-panen secara berturut, telah dilaksanakan sesuai dengan SOP, sehingga mendukung efektifitas kegiatan panen dan menjaga kualitas hasil produksi.

Pengembangan sistem informasi monitoring pengangkutan dan pelaporan hasil panen kelapa sawit untuk meningkatkan efektivitas pengawasan proses panen. Permasalahan yang ditemukan adalah masih digunakannya pencatatan manual yang menyebabkan keterlambatan informasi, ketidaktepatan data, dan kurangnya transparansi distribusi Tandan Buah Segar (TBS), sehingga proses pengawasan dan pengambilan keputusan menjadi kurang optimal. Penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem (*system development*) melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian dengan teknik pengumpulan data berupa observasi, wawancara, dan studi literatur. Sistem yang dikembangkan berfokus pada digitalisasi monitoring agar data hasil panen lebih cepat, akurat, dan terintegrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem tersebut mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan data, mengurangi kesalahan pencatatan manual, serta mempercepat pelaporan dan meningkatkan transparansi distribusi TBS, sehingga mendukung pengawasan dan pengambilan keputusan yang lebih efektif (Erlina *et al.*, 2024).

Zhao *et al*. (2021) melakukan penelitian yang berkaitan dengan *vehicle dispatcing and scheduling* pada armada kendaraan truk listrik berat dengan memikirkan pertimbangan mengenai kebutuhan pengisian daya selama perjalanan (*en-route opportunity charging*). Penilitian tersebut membahas mengenai bagaimana suatu sistem dapat menentukan kendaraan yang akan ditugaskan dan melakukan penyusunan jadwal operasional kendaraan berdasarkan kondisi operasional dan kebutuhan pekerhaan. Melalui algoritma vehicle dispatching and scheduling, sistem dapat mengeluarkan hasil penugasan kendaraan serta jadwal operasional yang lebih efisien sehingga penggunaan kendaraan dapat dioptimalkan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa suatu proses penugasan dan penjadwalan kendaraan yang terstruktur dapat mendukung pengambilan keputusan operasional yang lebih efektif.

Hažík *et al*. (2022) mengembangkan *fleet management system* (FMS) yang digunakan dalam mendukung pengelolaan armada kendaraan pada lingkungan industri. Fungsi dari sistem rancangan tersebut yaitu untuk memantau status armada, mengelola informasi yang berkaitan dengan ketersediaan armada, memonitor aktivitas operasional dari kendaraan, hingga mengintegrasikan dokumentasi riwayat penggunaan armada. Kegunaan dari informasi tersebut yaitu untuk membantu dalam proses pengendalian operasional kendaraan sehingga kondisi kendaraan beserta dengan aktivitas operasionalnya dapat dipantau secara terstruktur dengan baik. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penerapan FMS dapat meningkatkan efektivitas dalam

pengelolaan armada dengan menyediakan informasi operasional yang terintegrasi serta lengkap.

Tabel mengenai rangkuman dari masing-masing sumber kajian pustaka dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

No.	Penulis	Penelitian	Permasalahan	Metode	Hasil Penelitian
1	Tan *et al.* (2023)	Berbagai perkebunan (estate) Sime Darby Plantation, Malaysia	Peningkatan kadar *free fatty acid* (FFA) yang mengakibatkan penurunan kualitas minyak sawit atau CPO	Analisi pascapanen dan pengolahan	Kerusakan fisik buah dan keterlambatan pengolahan setelah sawit dipanen menjadi penyebab utama dalam peningkatan kadar FFA pada *crude palm oil* (CPO)
2	Mansour *et al.* (2022)	*Fresh Fruit Bunch* (FFB)	Kesalahan dalam penyortiran kematangan tandan buah segar (TBS) karena inspeksi visual (manual) yang rentan terhadap faktor manusia serta lingkungan	Implementasi algoritma deteksi objek untuk klasifikasi kematangan	inspeksi visual secara manual rentan terhadap kesalahan. Keterampilan pemanen sangat mempengaruhi kesesuaian hasil panen dengan standar mutu TBS
3	Ginting & Lindawati (2025)	PT Perkebunan Nusantara IV Regional II (Sumatera Utara)	Produktivitas rendah menyebabkan keterlambatan panen & kesalahan pilih buah.	Analisis faktor produktivitas tenaga kerja.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa umur, pendidikan, gaji, dan premi berpengaruh positif terhadap produkstivitas pekerja, sedangkan tanggungan keluarga, pengalaman kerja, dan masa kerja memiliki pengaruh negatif.
4	Prayogi *et al.* (2025)	PT Poliplant Sejahtera, Ketapang, Kalimantan Barat.	Keterlambatan transportasi akibat jalan rusak, gangguan kendaraan, dan pencatatan manual	Analisis fungsi manajemen, *planning, organizing, actuating* dan *controling* (POAC).	Diperlukan perbaikan jalan, perawatan kendaraan, dan sistem monitoring digital.
5	Guspa *et al.* (2024)	*Fresh Fruit Bunch* (FFB)	Keterlambatan proses evaluasi kualitas dan kerusakan sampel	Pengembangan metode *non-destructive testing* berdasarkan sifat termal dan optic menggunakan *partial least square* (PLS)	Metode dapat membantu percepatan evaluasi kualitas TBS. pendeteksian kadar FFA lebih awal dapat memungkinkan pentortiran langsung di lapangan
7	Latifah & Kadir (2021)	Pasar global	Permasalahan seputar performa dan posisi Indonesia sebagai pemain kunci di tingkat global	Analisis data makroekonomi/perdagangan	Hasil mengenai daya saing, tantangan, serta peluang komoditas sawit Indonesia

Tabel 2.1 Lanjutan

No.	Penulis	Penelitian	Permasalahan	Metode	Hasil Penelitian
8	Rida (2023)	Pabrik Kelapa Sawit Rambutan, Sei Mangke, dan Hapesong	Penumpukan TBS di tempat pengumpulan hasil (TPH) dan keterlambatan pengiriman menjadi penyebab kenaikan kadar FFA dan penolakan	Pemodelan dengan *agent-based simulation* untuk mengoptimalkan jumlah moda transportasi	Peningkatan dalam pemanfaatan moda transportasi dengan mengurangi jumlah truk, dapat menurunkan kadar FFA dan kehilangan berat buah
9	Wahyuningsih *et al.* (2025)	PT. Adimulia Palmo Lestari (APL)	Monitoring hasil panen masih dilakukan secara manual sehingga berisiko terjadi keterlambatan dan	Metode waterfall, observasi lapangan, dan pengembangan sistem berbasis	istem informasi berbasis website mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan transparansi
10	Vargas-Medina *et al*. (2024)	Produksi tandan buah segar (TBS) kelapa sawit pada beberapa blok perkebunan	Metode sampling konvensional belum mampu memberikan estimasi produksi yang akurat	Geostatistik dan systematic/grid sampling (3×3, 5×5, 10×10, 15×15)	Grid sampling tertentu menghasilkan estimasi produksi lebih representatif dengan tingkat kesalahan <10%; tiap kebun membutuhkan pola sampling berbeda
11	Nst & Ikhsan (2024)	Tandan buah segar (TBS) sebagai bahan baku PKS	Proses inspeksi seluruh TBS memerlukan waktu lama dan kurang efisien	Acceptable Quality Level (AQL) dan Single Sampling Plan	Sistem inspeksi lebih efisien dengan pengambilan 13 sampel per lot dan dapat ditingkatkan ke inspeksi ketat jika ditemukan cacat
12	Haber *et al.* (2026)	Sistem penugasan dan penjadwalan transportasi distribusi cairan	Penugasan kendaraan, trailer, pengemudi, dan tangki masih kompleks karena banyak pertimbangan	*Rule-based system*	sistem dapat membantu proses penugasam dan penjadwalan transportasi secara lebih terstruktur berdasarkan aturan
13	Barir (2024)	Sistem penjadwalan seminar dan skripsi	Penjadwalan sering bertabrakan dan membutuhkan ketelitian tinggi dalam penyusunan jadwal	*Genetic algorithm* dan *fuzzy logic*	genetic algorithm dapat menghasilkan penjadwalan yang lebih optimal, fuzzy logic untuk mengevaluasi kualitas jadwal yang dihasilkan

Tabel 2.1 Lanjutan

No.	Penulis	Penelitian	Permasalahan	Metode	Hasil Penelitian
14	Ageta & Purnawingsih (2023)	PKS Sawit Seberang	Kompleksitas aliran proses pengolahan TBS menjadi CPO dan inti kernel menyebabkan perlunya pemahaman terhadap hubungan antar aktivitas operasional	*Business Process Analysis / Process Mapping* melalui pemetaan supply chain proses pengolahan	Pemetaan proses mampu memberikan gambaran alur operasional secara menyeluruh serta membantu mengidentifikasi hubungan aktivitas dan potensi ketidakefisienan proses.
15	Kuo *et al*. (2021)	Industri kelapa sawit	Proses pemilihan pemasok melibatkan berbagai kriteria penilaian serta kondisi ketidakpastian dalam pengambilan keputusan.	*Integrated Kano Model*, *Fuzzy AHP*, dan *Decision Matrix*	Penggunaan pendekatan fuzzy mampu menghasilkan keputusan yang lebih fleksibel dalam mengevaluasi berbagai kriteria pemilihan pemasok.
16	Zulkarnain *et al*. 2024)	Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit	Kesalahan identifikasi tingkat kematangan buah berpotensi memengaruhi kualitas hasil panen kelapa sawit.	*Deep Learning* untuk klasifikasi tingkat kematangan TBS	Sistem klasifikasi mampu meningkatkan ketepatan identifikasi kondisi buah sehingga membantu proses evaluasi kualitas dan pengambilan keputusan terkait panen.
17	Zysk *et al*. (2022)	Sistem informasi manajemen pertanian pada pertanian skala kecil	Kebutuhan pengembangan sistem informasi pertanian memerlukan identifikasi kebutuhan pengguna, data, dan informasi yang sesuai dengan kondisi operasional lapangan.	*Requirement Analysis* dalam pengembangan *Agricultural Management Information System*.	Analisis kebutuhan membantu menentukan kebutuhan pengguna, kebutuhan data, dan fungsi sistem sehingga rancangan sistem menjadi lebih sesuai dengan kebutuhan pengelolaan pertanian.
18	Gonçalves *et al.* (2021)	Lahan pertanian pada penerapan *precision agriculture*	Pengumpulan data lapangan memerlukan metode sampling yang mampu menghasilkan data representatif tanpa melakukan pengamatan penuh pada seluruh populasi.	Analisis dan perbandingan metode *sampling* pada pertanian presisi.	Metode sampling yang terstruktur terbukti mampu meningkatkan efisiensi pengumpulan data dan menghasilkan data yang representatif terhadap kondisi lapangan.

Tabel 2.1 Lanjutan

No.	Penulis	Penelitian	Permasalahan	Metode	Hasil Penelitian
19	Girsang *et al.* (2023)	PT. Inti Kamparindo Sejahtera, Riau	Proses pengangkutan TBS menghadapi kendala operasional yang memengaruhi efektivitas distribusi hasil panen menuju pabrik pengolahan.	Penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif melalui observasi lapangan, wawancara, dan dokumentasi data perusahaan.	Penelitian menunjukkan bahwa pelaksanaan manajemen transportasi TBS belum berlangsung secara maksimal, terutama pada aspek perencanaan dan operasional pengangkutan. Faktor utama yang menjadi hambatan adalah kondisi infrastruktur jalan yang kurang mendukung sehingga menyebabkan keterlambatan dan gangguan pada proses distribusi TBS ke pabrik.
20	Henriyadi *et al.* (2022)	Sistem informasi pertanian pada petani cabai skala kecil Indonesia	Pengembangan sistem informasi pertanian membutuhkan rancangan sistem yang terstruktur dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.	*System Design / System Development Approach*.	Penelitian menghasilkan model konseptual *Small Farm Management Information System (SFMIS)* yang dirancang berdasarkan kebutuhan pengguna. Pendekatan pengembangan sistem membantu penyusunan alur kerja, integrasi komponen sistem, pengelolaan informasi pertanian, serta mendukung proses pengambilan keputusan dan peningkatan efektivitas pengelolaan usaha tani.
21	Yallah & Nugroho (2026)	Berbagai bidang penerapan sistem pendukung keputusan	Proses pengambilan keputusan memerlukan mekanisme yang mampu menghasilkan keputusan Pengambilan keputusan memerlukan sistem yang mampu menghasilkan keputusan secara objektif dan terstruktur.	*Systematic Literature Review* mengenai *Decision Support System (DSS)*	DSS mampu mendukung pengambilan keputusan yang lebih konsisten, objektif, dan sistematis melalui penggunaan data, model, serta aturan keputusan

Tabel 2.1 Lanjutan

No.	Penulis	Objek Penelitian	Permasalahan	Metode	Hasil Penelitian
22	Siregar *et al*. (2025)	PT. Herfinta Farm and Plantation Kebun Tanjung Medan	Kehilangan hasil panen dan perlunya menjaga produktivitas serta mutu panen.	Deskriptif kuantitatif dengan observasi, wawancara, dan dokumentasi.	Manajemen panen meliputi perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan. Inspeksi pra-panen dilakukan melalui inspeksi mutu hancak panen dan kualitas hasil panen menggunakan formulir pemeriksaan sesuai SOP, sehingga mendukung efektivitas kegiatan panen dan menjaga kualitas hasil produksi.
23	Erlina *et al.* (2024)	Sistem informasi monitoring pengangkutan dan pelaporan hasil panen kelapa sawit	Pencatatan manual menyebabkan keterlambatan informasi, ketidaktepatan data, dan kurangnya transparansi distribusi TBS sehingga pengawasan dan pengambilan keputusan belum optimal.	Metode pengembangan sistem (*System Development*) melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian dengan observasi, wawancara, dan studi literatur.	Sistem informasi yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan data, mengurangi kesalahan pencatatan manual, mempercepat pelaporan, serta meningkatkan transparansi distribusi TBS sehingga mendukung pengawasan dan pengambilan keputusan yang lebih efektif.
21	Zhao *et al*. (2021)	Armada kendaraan *battery electric heavy-duty truck* untuk aktivitas pengangkutan barang	Penugasan serta penjadwalan kendaraan yang belum sepenuhnya optimal dengan mempertimbangkan hal seperti keterbatasan jumlah kendaraan dan kebutuhan pengisian data selama operasional	*Vehicle Dispatching and Scheduling Algorithm*, dengan mempertimbangkan *en-route opportunity charging*	Sistem yang dapat menentukan penugasan kendaraan dan penyusunan jadwal operasional secara lebih efisien sehingga dapat meningkatkan efektivitas penggunaan armada.
22	Hažík *et al*. (2022)	*Fleet Management System* pada lingkungan industri	Pengelolaan armada yang belum terintegrasi sehingga kurang optimal dalam meminitoring dan mengendalikan aktivitas armada	Perancangan dan implementasi *Fleet Management System* (FMS)	sistem yang dapat memantau status, kendaraan, mengelola informasi armada, hingga meningkatkan efektivitas dari pengelolaan dan pengendalian operasional kendaraan.

2.2 Dasar Teori

Dasar teori yang digunakan ini bersangkutan dengan mata kuliah seperti Manajemen Rantai Pasok. Berikut ini adalah teori-teori yang digunakan dalam penelitian tugas akhir.

2.1.1 Kelapa Sawit dan *Crude Palm Oil* (CPO)

Menurut Pangestu *et al*. (2024), Kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq.)* merupakan salah satu komoditas perkebunan utama di Indonesia yang menghasilkan produk berupa *Crude palm Oil (CPO)* dan inti sawit *(kernel).* Produksi CPO diperoleh melalui proses pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) dan brondolan.

2.1.2 Tingkat Kematangan Tandan Buah segar (TBS)

Tingkat kematangan Tandan Buah Segar (TBS) menjadi salah satu faktor penting dalam menentukan kualitas hasil panen kelapa sawit. Winata *et al*. (2022) dalam penelitianya menyebutkan identifikasi tingkat kematangan umumnya dilakukan berdasarkan kondisi fisik buah dan jumlah brondolan yang jatuh pada area sekitar pohon kelapa sawit. Kematangan TBS dikelompokan menjadi beberapa kategori yaitu, buah mentah (*unripe*), kurang matang (*underripe*), matang (*ripe*) dan terlalu matang (*overripe*). Kondisi kematangaan yang paling sesuai adalah untuk dipanen adalah kategori ripe, yang memiliki kandungan minyak optimal (Gurning *et al.*, 2025).

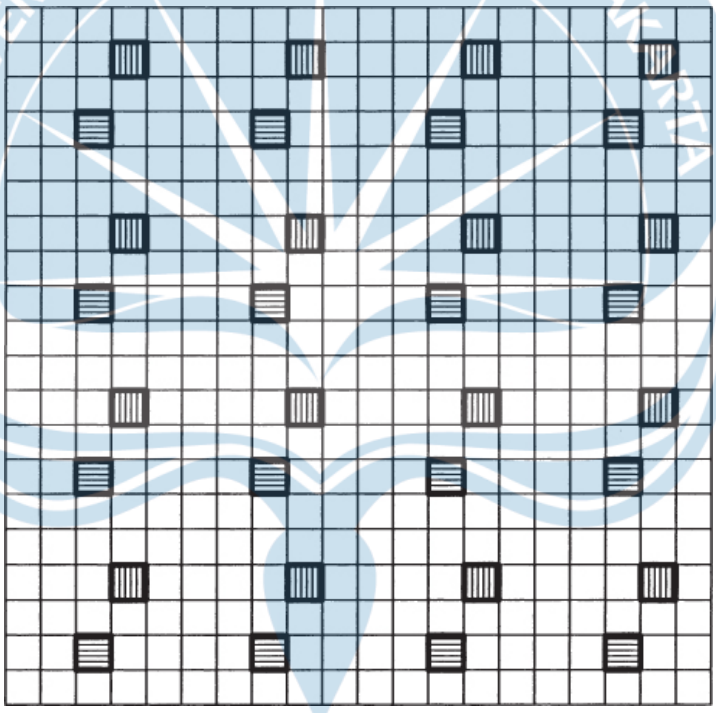
Astusi *et al*. (2014) menyatakan parameter yang digunakan untuk menentukan tingkat kematangan tersebut terbagi menjadi beberapa fraksi kematangan. Fraksi tersebut terbagi menjadi beberapa kelas, yaitu 7 fraksi (fraksi 00 hingga fraksi 6) yang didasarkan pada perubahan warna buah dan jumlah buah yang membrondol tiap tandan. Penggunaan fraksi ini bertujuan untuk memberikan penilaian yang lebih terstruktur terkait penentuan kondisi kematangan TBS dilapangan.

2.1.3 Monitoring

Monitoring merupakan proses atau kegiatan pengecekan, pencatatan kondisi dan situasi proyek serta faktor-faktor yang mempengaruhi perencanaan dan pelaksanaan kegiatan (Dongoran *et al.*, 2023). Tujuan monitoring adalah untuk mengumpulkan dan mengompilasi data, menyediakan umpan balik secara kontinu, mengidentifikasi masalah penghambatan, dan menentukan apakah kegiatan berjalan sesuai jadwla kegiatan. Kegunaan dari monitoring adalah agar dapat mengambil tindakan yang tepat dengan segera sehingga tujuan proyek dapat tercapai sesuai rencana. Aspek-aspek penting dalam persiapan monitoring adalah meliputi perencanaan, manajemen dan personalia, pelaksanaan (proses dan input), dan output.

2.1.4 Metode *Systematic Sampling*

Sampling merupakan suatu metode pengambilan sebagian elemen dari suatu populasi untuk dijadikan perwakilan dalam proses pengamatan atau penelitian. Tujuan dari metode sampling adalah memperoleh informasi mengenai populasi secara efisien tanpa harus melakukan pengukuran pada seluruh populasi (Zickar & Keith, 2023). Dengan demikian, hasil dari sampel diharapkan dapat menggambatkan karakteristik populasi secara menyeluruh. Salah satu metode sampling adalah *systematic sampling*. Thompson (2012) menjelasakan bahwa *Systematic sampling* merupakan metode pengambilan sampel yang dilakukan dengan mengikuti pola atau interval tertentu yang teratur dalam suatu populasi. Proses pemilihan sampel diawali dengan pemilihan satu titik awal yang dipilih secara acak, kemudian dilanjutkan dengan pola pengambilan tetap sehingga seluruh area dapat terwakili secara merata. Berikut merupakan Gambar *systematic sampling* dengan dua titik awal pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 *Systematic Sampling* Dengan Dua Titik Awal
(Sumber: Thompson, 2012)

2.1.5 *Requirements Analysis*

Menurut Sommerville (2016) dalam Zakaria & Utami (2024), *requirements analysis* atau analisis kebutuhan merupakan proses untuk mengidentifikasi, menganalisis, mendokumentasikan, dan memvalidasi kebutuhan pengguna serta berbagai batasan yang harus dipenuhi oleh sistem. Proses ini menjadi tahap permulaan dalam pengembangan sistem karena hasil analisis kebutuhan digunakan sebagai dasar dalam

penyusunan spesifikasi kebutuhan dan perancangan sistem agar sesuai dengan kebutuhan pengguna. *Requirements Analysis* terbagi menjadi empat tahapan utama sebagai berikut.

a. *Requirements elicitation* atau elicitasi kebutuhan merupakan tahapan untuk mengumpulkan kebutuhan sistem dari stakeholder, melalui wawancara, observasi, kuesioner dan studi dokumentasi.
b. *Requirements analysis and specification* merupakan tahapan menganalisis, mengelompokkan, dan mendokumentasikan kebutuhan yang diperoleh menjadi spesifikasi kebutuhan sistem yang jelas dan mudah dipahami.
c. *Requirements validation* merupakan tahapan yang digunakan untuk memastikan bahwa kebutuhan yang telah disusun sudah benar, sesuai dengan kebutuhan pengguna.
d. *Requirements management* merupakan tahapan untuk mengelola perubahan kebutuhan yang mungkin terjadi pada saat proses pengembangan sistem agar tetap sesuai dengan tujuan pengembangan.

2.1.6 *Business Process Analysis*

Business Process Analysis (BPA) merupakan suatu pendekatan yang digunakan dalam memahami, menganalisis, dan mendokumentasikan suatu proses bisnis yang sedang berjalan dalam suatu organisasi. Melalui pemetaan proses, keseluruhan aktivitas, aliran informasi, pihak yang terlibat, serta hubungan antar proses dapat diidentifikasi secara sistematis sehingga kondisi operasional organisasi dapat diidentifikasi secara menyeluruh (Ageta & Purwaningsih, 2023). Dumas *et al*. (2018) Hasil analisis proses dapat digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan pada proses bisnis yang sedang berjalan sehingga dapat menjadi dasar dalam perbaikan dan proses bisnis agar lebih efisien dan dapat mendukung tujuan suatu organisasi.. berikut merupakan tahapan *Business Process Analysis.*

a. Mengidentifikasi proses bisnis merupakan tahapan awal yang dilakukan dengan menentukan proses bisnis yang akan dianalisis beserta ruang lingkupnya.
b. Pengumpulan informasi proses dilakukan melalui observasi maupun diskusi dengan pihak terkait yang bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai proses bisnis yang sedang berjalan.
c. Pemetaan proses bisnis, yaitu menggambarkan alur proses bisnis berdasarkan informasi yang telah diperoleh dengan tujuan memberikan visualisasi mengenai urutan aktivitas, serta hubungan proses bisnis agar dapat dipahami dengan lebih mudah.

d. Analisis proses bisnis yang merupakan tahapan untuk mengidentifikasi berbagai permasalahan pada proses bisnis yang sedang berjalan. Hasil analisis digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan perbaikan proses.
e. Penyusunan usulan perbaikan proses yang merupakan tahapan terakhir, dilakukan dengan menyusun rekomendasi atau rancangan proses bisnis berdasarkan hasil analisis.

2.1.7 *System Engineering Design Process*

Menurut Buede & Miller, (2024) *Systems Engineering Design Process* (perancangan sistem) merupakan proses sistematis yang meliputi identifikasi dan pemodelan ekosistem suatu sistem, pendefinisian kebutuhan (*requirements*) atau permasalahan desain, serta pengembangan arsitektur sistem yang terdiri atas arsitektur fungsional, arsitektur fisik, dan arsitektur alokasi. Selain berfokus pada sistem utama, proses perancangan juga mempertimbangkan sistem pendukung (*enabling systems*) yang diperlukan selama siklus hidup sistem agar rancangan yang dihasilkan mampu memenuhi kebutuhan pemangku kepentingan dan mencapai tujuan sistem secara efektif. Adapun terdapat 7 tahapan fungsi inti yang saling berkaitan sebagai berikut.

a. Menentukan permasalahan desain sistem, yaitu mengidentifikasi kebutuhan pemangku kepentingan sebagai dasar dalam merumuskan permasalahan yang akan diselesaikan melalui perancangan sistem.
b. Mengidentifikasi ekosistem sistem, yaitu menentukan batas sistem, sistem pendukung, sistem eksternal, serta lingkungan yang berinteraksi dengan sistem sehingga ruang lingkup sistem dapat ditetapkan secara jelas.
c. Mengembangkan fungsi sistem, yaitu mengidentifikasi dan menyusun fungsi-fungsi utama yang harus dijalankan sistem untuk memenuhi kebutuhan pengguna.
d. Mengembangkan komponen fisik sistem, yaitu menentukan komponen, media, atau sarana yang diperlukan untuk mendukung pelaksanaan setiap fungsi sistem.
e. Mengalokasikan tanggung jawab, yaitu menetapkan pembagian fungsi kepada sumber daya atau pihak yang bertanggung jawab sehingga setiap aktivitas dalam sistem memiliki pelaksana yang jelas.
f. Merancang interaksi sistem, yaitu menyusun mekanisme hubungan dan pertukaran informasi antar komponen maupun antar pihak yang terlibat agar sistem dapat berjalan secara terintegrasi.
g. Menentukan sistem kualifikasi, yaitu menetapkan mekanisme verifikasi dan validasi untuk memastikan bahwa rancangan sistem telah memenuhi kebutuhan pengguna serta tujuan perancangan.

2.1.8 *Standar Operating Procedure*

Standar Operating Procedure (SOP) adalah dokumen proses yang menggambarkan dan menjelaskan secara rinci tugas yang harus dikerjakan oleh karyawan. SOP dapat berupa diagram aliran proses (*flowchart*), spesifikasi material dan sebagainya. Menurut Tambunan (2008) dalam bukunya menjelaskan bahwa *standar operating procedure* adalah pedoman yang memuat prosedur standar dengan tujuan menjamin setiap aktivitas dan tindakan dalam organisasi berjalan secara sistematis sehingga proses kerja berlangsung secara teratur efektif, dan efisien. Menurut Santosa (2014) terdapat beberapa indikator pokok dalam SOP yaitu, efisiensi, konsisten, minimalisir kesalahan, penyelesaian masalah, perlindungan tenaga kerja, peta kerja dan batasan pertahanan.

2.1.9 Pengawasan

Pengawasan merupakan proses pengamatan yang mencakup pelaksanaan keseluruhan kegiatan untuk menjamin agar semua pekerjaan yang dikerjakan berjalan sesuai dengan rencana (Surbakti, 2022). Pengawasan terbagi menjadi empat dimensi yaitu, menetapkan standar, pengukuran, membandingkan, dan melakukan tindakan atau keputusan (Morden *et al.,* 2004).

2.1.10 Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Sistem pendukung keputusan atau *decision support system* (DSS) merupakan suatu bagian dari sistem informasi berbasis komputer yang digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan pada suatu perusahaan atau organisasi. Sistem pendukung keputusan dapat mengolah data agar dapat menjadi suatu informasi yang digunakan untuk kepentingan pengambilan keputusan atas suatu masalah spesifik yang tergolong semi terstruktur maupun tidak terstruktur. Sistem pendukung keputusan dapat digunakan dalam permasalahan yang tergolong semi terstruktur yaitu kondisi pada saat sebagian keputusan dapat dihitung secara matematis namun tetap membutuhkan pertimbangan manusia. Sistem pendukung keputusan mempunyai komponen berupa *data management*, *model management*, hingga *user interface* yang saling terintegrasi untuk mendukung proses pengambilan keputusan. Salah satu pendekatan sistem pendukung keputusan yaitu sistem berbasis aturan (*rule-based system*), yang bekerja dengan menggunakan aturan atau logika tertentu yang telah ditetapkan salam menghasilkan rekomendasi keputusan (Santoso & Hartono, 2023).

2.1.11 Rule-Based System

Rule-based system adalah suatu sistem berbasis aturan yang digunakan untuk menghasilkan keputusan atau suatu Solusi yang memiliki dasar berupa sekumpulan aturan (*rules*) yang telah ditetapkan sebelumnya. Sistem bekerja dengan memanfaatkan pengetahuan yang digambarkan dalam suatu bentuk aturan untuk memproses suatu

fakta atau kondisi tertentu sehingga dapat menghasilkan keputusan. *Rule-based system* menggunakan sebuah pendekatan berbasis aturan (*rule-based reasoning*) dalam pengambilan Keputusan, yaitu setiap aturan terdiri atas bentuk logika IF-THEN. Bentuk aturan ini menggambarkan hubungan antara kondisi dengan kesimpulan atau tindakan yang akan dihasilkan oleh sistem.

Rule-based system memiliki beberapa komponen seperti *rule base* dan *inference engine*. Rule base berfungsi untuk menjadi tempat penyimpanan seluruh aturan yang akan digunakan dalam sistem. Sistem ini berisi pengetahuan yang telah diubah ke dalam bentuk aturan IF-THEN yang dapat dieksekusi sistem. Selanjutnya, *inference engine* merupakan komponen yang berfungsi untuk mengevaluasi aturan-aturan yang ada di dalam *rule base* berdasarkan data yang telah dimasukkan ke dalam sistem. *Inference engine* akan mencocokkan kondisi yang terpenuhi dengan aturan (*rule*) yang ada untuk menghasilkan keputusan terbaik. Selain itu, terdapat *facts* yang merupakan data atau suatu kondisi aktual yang menjadi input sistem. *Facts* digunakan dalam *inference engine* untuk melakukan penentuan aturan mana yang akan dilaksanakan dalam proses pengambilan keputusan (Savvadelli *et al.*, 2026).

2.1.12 Penugasan dan Penjadwalan Kendaraan

Penugasan kendaraan adalah proses penempatan sumber daya kendaraan yang tersedia untuk memenuhi suatu kebutuhan operasional (Supian & Megantara, 2024). Sedangkan penjadwalan kendaraan adalah tahap lanjutan dari penugasan, yang bertujuan untuk menentukan waktu penugasan dan pengoperasian setiap kendaraan yang telah ditugaskan (Hartleb *et al.*, 2022).

2.1.13 Manajemen Transportasi Pengangkutan Buah Kelapa Sawit

Menurut Prayogi *et al.* (2025) dalam penelitiannya di perusahaan kelapa sawit PT Poliplant Sejahtera Ketapang, Kalimantan Barat, manajemen pengangkutan TBS mempunyai peran yang penting dalam menjaga proses distribusi tetap lancar serta mutu buah kelapa sawit. Keterlambatan pengiriman dapat mempengaruhi peningkatan *free fatty acid* (FFA) pada buah sawit yang telah dipanen. Sehingga proses pengangkutan TBS harus dapat dikelola secara efektif, sehingga hasil panen dapat segera dikirimkan menuju PKS. Manajemen transportasi yang tertata dengan baik sangat dibutuhkan dalam menjaga kelancaran dari operasional pengangkutan, keterlambatan pengantaran yang dapat diminimalkan, hingga mempertahankan mutu TBS agar kualitas produk olahan dapat tetap terjaga. Proses pengangkutan TBS juga dipengaruhi oleh berbagai faktor, yaitu kondisi jalan, cuaca, kapasitas kendaraan, hingga kesiapan kendaraan pengangkut, hingga kesiapan kendaraan untuk melakukan pengangkutan. Pengelolaan transportasi yang kurang baik akan berdampak pada keterlambatan pengangkutan,

peningkatan risiko restan di tempat pengumpulan hasil (TPH), dan penurunan mutu TBS akibat peningkatan kadar free fatty acid (FFA).

aktivitas pengangkutan TBS menunjukkan adanya penerapan fungsi manajemen berupa *planning, organizing, actuating* dan *controling.* Tahapan *planning* adalah penyusunan rencana kerja harian (RKH) dan penggunaan angka kerapatan panen (AKP). Tahapan *organizing*, berkaitan dengan struktur organisasi dan pembagian tugas yang sudah jelas. Kemudian terdapat tahapan *actuating,* yaitu berkaitan dengan proses pengakutan dilakukan sesuai dengan SOP. Tahapan terakhir adalah *controlling* dilakukan pemeriksaan kendaraan sebelum operasi, serta penerapan SOP yang memastikan TBS diangkut pada hari pemanenan. Terdapat beberapa permasalahan di lapangan yang mempengaruhi efisiensi pengakutan TBS. Permasalahan tersebut meliputi kondisi jalan yang rusak, ban bocor, kebocoran oli kendaraan serta keterbatasan teknologi dalam pengawasa rute dan pencatatan perjalanan yang dilakukan secara manual. Terdapat rumus yang dapat digunakan untuk menghitung jumlah perjalanan kendaraan pengangkut dapat dilihat pada rumus 2.1.

a. Jumlah Perjalanan (Trip) Kendaraan

Untuk menghitung jumlah perjalanan (trip) kendaraan pengangkut, dapat menggunakan menggunakan rumus 2.1.

$$\text{Jumlah Trip} = \frac{\textit{Total Tonase Panen}}{\textit{Kapasitas Kendaraan}} \qquad (2.1)$$

dengan:

Jumlah Trip = jumlah satu kali perjalanan pengangkutan dari *loading* hingga *unloading*

Total Tonase Panen = total panen suatu blok panen dalam satuan ton

Kapasitas Kendaraan = daya tampung muatan suatu kendaraan

2.1.14 *Works Instruction*

Nazri & Raj (2021) menyebutkan bahwa *works instruction* merupakan suatu dokumen yang berisi serangkaian langkah kerja yang sistematis dan disusun berdasarkan informasi yang didapatkan oleh suatu organisasi untuk membantu dalam melaksanakan suatu pekerjaan atau proses tertentu. *Work instruction* dirancang agar suatu tahap pekerjaan dapat dilakukan dengan baik dan jelas, mudah dipahami, serta sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan. *Work instruction* juga memuat informasi spesifik serta rinci sehingga dapat mendukung pekerjaan secara aman, efisian, dan memenuhi standar yang berlaku. Penyusunan dari *work instruction* memiliki tujua berupa menghasilkan *output* yang berkualitas, menjaga konsistensi dalam pelaksanaan suatu

pekerjaan, serta mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan atau ketidaksesuaian dalam suatu proses kerja.

2.3 Standar dan Kode Etik

Pelaksanaan penelitian dan perancangan sistem pada Tugas Akhir ini mengacu pada standar dan kode etik, untuk memastikan bahwa proses penelitian, hasil perancangan, serta solusi yang dihasilkan memiliki dasar yang dapat dipertanggungjawabkan dan sesuai dengan kondisi operasional objek penelitian. Penerapan standar dan kode etik diperlukan agar sistem yang dirancang dapat diimplementasikan sejalan dengan praktik pengelolaan Perkebunan Kebalau Togur yang berlaku. Berikut merupakan standar yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian dan perancangan sistem pada Tugas Akhir ini.

a. Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 131/Permentan /OT.140/12/2014 tahun 2013 tentang pedoman Budidaya Kelapa Sawit yang Baik. Merupakan panduan yang digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan budidaya kelapa sawit untuk menghasilkan Tandan Buah Segar (TBS) dengan mutu yang optimal. Dalam dokumen panduan tersebut, tingkat kematangan TBS menjadi indikator utama yang ditentukan berdasarkan jumlah buah yang rontok (brondolan) dan pengelompokan fraksi kematangan. Fraksi kematangan, yaitu pengelompokan tingkat kematangan buah sesuai dengan persentase buah yang telah lepas dari tandan serta perubahan warna buah. Fraksi kematangan ini terdiri dari beberapa tingkat yang menggambarkan kondisi buah mulai dari sangat mentah mulai hingga terlalu matang, sebagaimana ditunjukan pada tabel berikut Kriteria matang panen (KEMENTAN-RI, 2013).

Tabel 2.2 Fraksi Kematangan Kelapa Sawit

Fraksi	Kriteria Kematangan	Kategori Kematangan
00	Tidak ada, buah masih hitam	Sangat mentah
0	Membrondol 1-12,5 %	Mentah
1	Membrondol 12,5 - 25 %	Kurang Mentah
2	Membrondol 25 - 50 %	Matang I
3	Membrondol 50 - 75 %	Matang II
4	Membrondol 75 - 100 %	Lewat Matang I
5	Buah bagian dalam ikut membrondol	Lewat Matang II

(Sumber: PPKS, 2008 dalam KEMENTAN-RI, 2013)

b. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 13 Tahun 2024 tentang Pembelian Tandan Buah Segar Kelapa sawit Produksi Perkebunan Mitra. Pasal 1 menyebutkan bahwa "Tandan Buah Segar kelapa sawit yang selanjutnya disingkat TBS adalah tandan buah segar kelapa sawit termasuk buah yang telah lepas dari tandan yang dihasilkan oleh Pekebun dengan kriteria kematangan tertentu dan sejak dipanen tidak lebih dari 24 (dua puluh empat) jam harus diterima pabrik pengolahan kelapa sawit" (MENTAN-RI, 2024).
c. Peraturan Menteri ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor PER.08/MEN/VII/2010 tentang Alat Pelindung Diri. Dalam Pasal 2 menyebutkan "Pemberi kerja wajib menyediakan Alat Pelindung Diri bagi pekerja/buruh di tempat kerja yang mempunyai potensi bahaya dan atau risiko kecelakaan kerja". Selain itu, dalam peraturan yang sama yaitu pada Pasal 3 dinyatakan bahwa "Alat pelindung Diri yang disediakan harus sesuai dengan jenis dan tingkat risiko pekerjaan, serta memenuhi standar yang berlaku" (Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi, 2010).

Adapun selain standar, kode etik juga digunakan dalam Pelaksanana Tugas Akhir ini. Penerapan kode etik diperlukan agar proses penelitian berjalan secara etis, menjunjung prinsip integritas akademik, transparan, dan menghasilkan informasi yang dapat dipertangunggjawabkan.

a. Pengumpulan, pengolahan, dan pelaporan data dilakukan secara objektif, jujur serta sesuai dengan kondisi aktual pada objek penelitian tanpa manipulasi penghilangan maupun rekayasa data.
b. Kerahasiaan data operasional dan informasi internal objek penelitian, dijaga dengan baik dan penggunaanya dibatasi hanya untuk kepentingan akademik sesuai dengan tujuan dan kebutuhan penelitian.
c. Kesesuaian terhadap standar operasional perkebunan, dimana pendekatan, metode serta analisis yang digunakan dalam penelitian mempertimbangkan praktik operasional dan ketetentuan yang berlaku di perkebunan kelapa sawit.