
BAB 2 – TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pertambangan

2.1.1 Industri Pertambangan

Pertambangan merupakan sektor industri yang bergerak di bidang pengelolaan hasil alam berupa minyak bumi, mineral, dan gas (Ismail, Ramli, and Aziz 2021). Catatan dalam KBBI menjelaskan bahwa pertambangan adalah suatu kegiatan yang melibatkan pengambilan barang tambang dari dalam tanah. Menurut Peraturan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2014) sektor pertambangan dibagi menjadi beberapa kategori. Kategori yang dibentuk meliputi jenis bahan yang diproduksi, serta metode penambangan yang diterapkan pada suatu sektor pertambangan. Tujuan dari penyusunan kategori ini adalah untuk menyesuaikan aktivitas dengan output suatu tambang dalam hal operasional.

Berdasarkan informasi yang tercatat dalam Peraturan Kementerian ESDM (2014), berikut kategori pertambangan yang ada di Indonesia, antara lain:

A. Minyak bumi

Minyak bumi merupakan komoditas strategis yang menjadi pusat sumber energi bagi perekonomian dunia. Kebutuhan minyak bumi di dunia termasuk dalam lima besar kebutuhan pokok dunia saat ini. Minyak bumi mempunyai peran yang besar untuk menghidupkan kembali perekonomian suatu negara. Misalnya, negara yang memiliki ladang minyak terbesar saat ini banyak diincar oleh banyak negara untuk mendapatkan pasokan dari negara tersebut.

B. Batu bara

Batubara merupakan produk alami dari endapan organik yang telah berumur lebih dari ratusan tahun. Batubara merupakan kebutuhan yang biasa dibutuhkan dalam industri pembangkit listrik, atau pembangkit energi alternatif yang tersebar di seluruh dunia.

C. Bijih besi

Bijih besi merupakan endapan logam yang terbentuk akibat proses kimia dan fisika. Pemanfaatan bijih besi dalam suatu industri biasanya ditujukan untuk pembuatan plat besi atau furniture yang terbuat dari besi. Bijih besi mempunyai ciri-ciri berwarna gelap, peka terhadap medan magnet, dan mempunyai ketahanan yang baik bila diaplikasikan pada suatu produk.

D. Emas

Emas merupakan logam mulia yang mempunyai sifat lunak, mudah dibentuk, mampu menghantarkan listrik, dan mempunyai kemampuan memantulkan cahaya. Di era modern, emas mempunyai peran dalam menjaga stabilitas perekonomian negara. Nilai jual emas yang stabil menjadi daya tarik dunia untuk menjadikan emas sebagai sumber pendapatan.

E. Tembaga

Tembaga merupakan salah satu logam yang mempunyai peranan penting dalam kehidupan manusia. Manfaat yang diberikan oleh tembaga memberikan keuntungan kepada manusia untuk melakukan aktivitas dengan lebih mudah. Kemampuan tembaga dalam menghantarkan listrik dan menghantarkan panas dengan baik memberikan manfaat bagi industri energi listrik dalam pengelolaannya.

Suatu pertambangan yang resmi haruslah memenuhi syarat-syarat yang harus dipenuhi dalam peraturan yang ditetapkan oleh pemerintah. Ketentuan mengenai pendirian tambang diatur dalam Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2018 dan Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2010 tentang Permohonan Kawasan. Klasifikasi bahan tambang yang diperoleh dikategorikan berdasarkan kelompok usaha pertambangan. Klasifikasi tersebut ditinjau dari hasil pertambangan kegiatan pertambangan yang diatur dalam Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009. Undang-undang Nomor 4 Tahun 2009 pasal 4 mengklasifikasikan kelompok usaha pertambangan menjadi kelompok pertambangan mineral dan kelompok pertambangan batubara. Kelompok pertambangan mineral yang dimaksud adalah unit pertambangan yang menghasilkan hasil pertambangan berupa mineral radioaktif, mineral logam, mineral bukan logam, dan batuan.

2.1.2 Operasi Penambangan

Kegiatan yang dilakukan oleh suatu sektor industri untuk memperoleh hasil dengan melibatkan atribut atau suatu benda merupakan definisi operasi menurut. Operasional menjadi salah satu faktor penting dalam suatu industri untuk menjaga kelangsungan hidup suatu sektor industri. Menurut operasinya, suatu industri melibatkan unsur-unsur industri seperti manusia, material, metode, uang, dan mesin. Sebagai salah satu unit industri yang bergerak di bidang pertambangan, terdapat kegiatan rutin yang dilakukan secara berulang-ulang. Kegiatan tersebut antara lain (Lehotský et al. 2019; Lu, Taksa, and Jia 2020b; Tetzlaff et al. 2021):

A. Eksplorasi

Eksplorasi adalah kegiatan mencari, menemukan dan mengevaluasi cadangan terbukti pada suatu wilayah pertambangan yang diamati dalam jangka waktu tertentu sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Dalam pertambangan, kegiatan eksplorasi merupakan tahap awal yang dilakukan dengan mengkaji potensi kekayaan alam bahan tambang yang terdapat pada suatu daerah. Kegiatan eksplorasi merupakan salah satu faktor penentu kestabilan suatu operasi penambangan karena menentukan seberapa besar keuntungan yang diperoleh dan menentukan umur penambangan di suatu wilayah.

B. Produksi

Produksi adalah suatu proses mengenai barang dan jasa yang dikategorikan sebagai input diubah menjadi barang atau jasa yang disebut output. Dalam suatu industri pertambangan, input yang dihasilkan merupakan bahan baku yang diperoleh dari alam. Bahan baku dari proses pertama kemudian diolah dengan metode tertentu yang pada akhirnya menghasilkan keluaran berupa produk yang memiliki nilai jual.

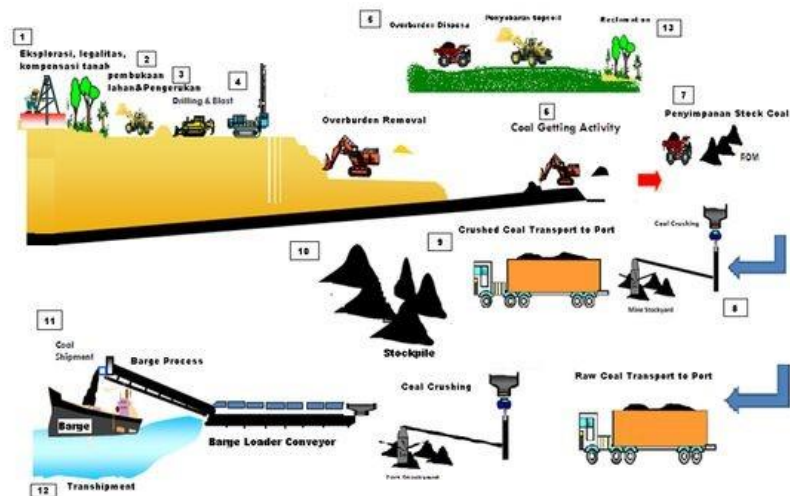
C. Pengolahan

Kegiatan pengolahan di suatu tambang meliputi serangkaian proses yang mengubah bahan mentah menjadi suatu produk yang memiliki nilai jual. Pengolahan pada sektor pertambangan merupakan salah satu faktor yang mempunyai hubungan sebab akibat dalam suatu lingkungan pertambangan. Pengolahan yang terkendali akan menghasilkan output yang maksimal baik bagi perusahaan maupun bagi lingkungan. Sebaliknya jika suatu kegiatan pengolahan tidak diawasi dan dikendalikan secara optimal maka akan terjadi ketimpangan yang merugikan salah satu aspek dalam suatu pertambangan (Hamdy, 2016)

2.1.3 Aktivitas Penambangan

Kegiatan penambangan batubara di PT. Berau Coal dipercayakan kepada pihak kontraktor dengan skema pembayaran berdasarkan biaya produksi alat per jam dikalikan dengan jumlah hour meter penggunaan alat.

PT. Berau Coal melakukan penambangan dengan sistem tambang terbuka (open pit). Peralatan utama penambangan yang digunakan untuk kegiatan produksi adalah Excavator dan Dump Truck dengan alat support yang digunakan berupa Bulldozer, Motor Grader serta Compactor untuk perawatan jalan angkut dan jalan tambang. Alur penambangan batubara di PT. Berau Coal dapat dilihat pada dibawah ini.



Gambar 2.1 Peta angkut batubara dari Front sampai ke Shipment

Source: Data Internal Proses pertambangan batu bara PT. Berau Coal

Secara umum aktivitas penambangan Batubara adalah sebagai berikut:

1. Pembersihan Lahan (Land Clearing)

Pembersihan lahan atau land clearing dilakukan sebelum kegiatan pengupasan lapisan tanah atau batuan penutup. Tujuan pembersihan lahan adalah untuk membersihkan lahan dari vegetasi ataupun batuan yang ada di atasnya. Untuk vegetasi yang berukuran 10 - 25 cm, alat yang digunakan adalah bulldozer tetapi untuk yang lebih besar dari 25 cm biasanya digunakan excavator.

2. Pengupasan Lapisan Tanah Pucuk (Top Soil)

Kegiatan pengupasan lapisan top soil dilakukan setelah pembersihan lahan atau land clearing. Lapisan tanah pucuk (top soil) dikupas dengan menggunakan Excavator kemudian diangkut dan disimpan di bank soil menggunakan Dump Truck Articuled atau Heavy Dump Truck yang nantinya dapat dimanfaatkan untuk kegiatan reklamasi.

3. Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden Removal)

Lapisan tanah penutup berupa clay yang dapat dikupas tanpa perlu adanya kegiatan peledakan. Pengupas lapisan penutup menggunakan Excavator dan diangkut menuju disposal menggunakan Dump Truck

4. Penambangan Batubara

Penambangan batubara meliputi proses penggalian menggunakan Excavator. Batubara kemudian dimuat ke dalam alat angkut Heavy Duty Dump Truck dengan muatan berkisar 60-70 Ton untuk diangkut dan disimpan di stock ROM yang jaraknya tidak lebih dari 2 km dari front penambangan.

5. Stock Run of Mine (Stock ROM)

Stock ROM merupakan tempat penyimpanan atau penumpukan sementara hasil penambangan batubara sebelum diangkut ke pelabuhan. Stock ROM ini terletak tidak lebih dari 2 km (sesuai kesepakatan pihak kontraktor dengan Owner Tambang) di area sekitar penambangan.

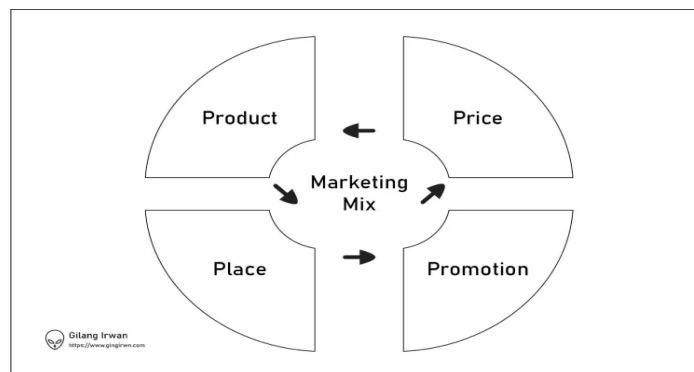
2.2 Pemasaran

Pemasaran merupakan bagian integral dari kegiatan penciptaan nilai perusahaan bagi konsumen dan upaya untuk menjalin hubungan dengan mereka. Menurut Armstrong et al. (2014), pemasaran adalah proses yang bertujuan untuk memperoleh nilai dari tanggapan konsumen sebagai imbalan atas produk atau layanan yang disediakan. Kotler (2012) yang dikutip oleh Arli & Tjiptono (2014) mendefinisikan pemasaran sebagai serangkaian kegiatan yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen dengan memfasilitasi pertukaran. Sementara menurut Setyarini (2014), pemasaran mencakup perencanaan, penetapan harga, promosi, dan distribusi barang atau jasa yang memenuhi kebutuhan konsumen. Agustina Shinta (2011) menambahkan bahwa peran pemasaran tidak hanya terbatas pada pengiriman produk atau jasa kepada konsumen, tetapi juga berkaitan dengan kepuasan pelanggan dan keuntungan perusahaan. Pada dasarnya, pemasaran bertujuan untuk menarik pelanggan baru dengan menjanjikan nilai superior, menetapkan harga yang menarik, mendistribusikan produk dengan efisien, dan mempromosikan serta mempertahankan pelanggan yang sudah ada (Prawira et al. 2018)

Filosofi dalam pemasaran menurut Irdawati et al. (2021), mencakup lima konsep utama. Pertama, konsep produksi menekankan pada efisiensi dalam produksi dan distribusi untuk meminimalkan biaya. Kedua, konsep produk menyoroti pentingnya kualitas produk yang tinggi dengan harga yang bersaing. Ketiga, konsep penjualan menekankan pada peran promosi dan penjualan dalam mempengaruhi minat beli konsumen. Keempat, konsep pemasaran menekankan pentingnya memenuhi keputusan konsumen. Terakhir, konsep pemasaran sosial menyoroti

pentingnya kepuasan dan kesejahteraan konsumen dalam jangka panjang sebagai tujuan dan tanggung jawab organisasi. Selain itu, menurut Kotler dan Keller (2009) konsep pemasaran terdiri dari empat pilar utama, yaitu pasar sasaran, kebutuhan pelanggan, pemasaran terpadu, dan kemampuan menghasilkan laba.

Fungsi-fungsi pemasaran, menurut Sudaryono (2016), terbagi menjadi tiga, yaitu fungsi pertukaran, fungsi distribusi fisik, dan fungsi perantara. Pertukaran merupakan cara untuk memperoleh produk, distribusi fisik melibatkan transportasi dan penyimpanan produk, sedangkan fungsi perantara terlibat dalam mengangkut produk dari produsen ke konsumen dengan menggunakan berbagai saluran distribusi. Strategi pemasaran, menurut Fandy Tjiptono (1995), adalah alat fundamental yang direncanakan untuk mencapai tujuan perusahaan melalui pengembangan keunggulan kompetitif di pasar sasaran. Strategi pemasaran bertujuan untuk meningkatkan penjualan di pasar sasaran dengan menggunakan program pemasaran yang efektif (Naashir et al, 2016).



Gambar 2.2 Bauran Pemasaran

Bauran pemasaran 4P merupakan konsep dasar dalam strategi pemasaran yang terdiri dari empat elemen utama yang harus dipertimbangkan oleh perusahaan untuk mencapai kesuksesan dalam pemasaran produk atau layanan. Keempat elemen ini adalah: Produk, Harga, Tempat (distribusi), dan Promosi. Berikut adalah penjelasan singkat tentang masing-masing elemen dalam bauran pemasaran 4P:

1. Produk (Product):

Produk mengacu pada barang atau jasa yang ditawarkan oleh perusahaan kepada konsumen. Ini meliputi fitur produk, kualitas, desain, merek, variasi, dan layanan purna jual. Perusahaan harus memastikan bahwa produk mereka memenuhi atau melebihi harapan konsumen dan memberikan nilai tambah yang signifikan.

2. Harga (Price):

Harga adalah jumlah uang yang harus dibayar konsumen untuk memperoleh produk atau layanan tersebut. Menetapkan harga yang tepat merupakan langkah penting dalam strategi pemasaran, karena harga mempengaruhi persepsi nilai produk di mata konsumen, profitabilitas perusahaan, dan posisi produk di pasar. Faktor yang harus dipertimbangkan dalam menetapkan harga termasuk biaya produksi, harga pesaing, permintaan pasar, dan strategi penetapan harga.

3. Tempat (Place):

Tempat merujuk pada saluran distribusi atau cara produk diantar ke konsumen. Ini meliputi keputusan tentang penempatan produk di lokasi yang tepat, distribusi barang, strategi distribusi online atau offline, serta manajemen rantai pasokan. Memiliki distribusi yang efektif memastikan produk tersedia untuk konsumen pada waktu dan tempat yang tepat.

4. Promosi (Promotion):

Promosi mencakup semua kegiatan yang dilakukan perusahaan untuk mengkomunikasikan nilai produk kepada target pasar dan mempengaruhi perilaku konsumen. Ini termasuk iklan, promosi penjualan, hubungan masyarakat, pemasaran langsung, dan strategi komunikasi lainnya. Tujuan dari promosi adalah untuk meningkatkan kesadaran merek, menarik minat konsumen, dan mendorong pembelian

2.3 Scania Product

Produk dari Scania terdiri dari berbagai macam model untuk menunjang berbagai sektor pekerjaan, seperti truck, bus, dan mesin-mesin untuk industri dan kelautan. Populasi Truck Scania di Indonesia sudah cukup banyak, baik digunakan untuk pekerjaan pengangkutan material di area pertambangan (Off-Road) maupun di jalan raya (On-Road).



Gambar 2.3 Scania Truck Prime Over Tipe

Source: Scania. (2010) operation & maintenance manual. Sweden: multi

2.3.1 Susunan Produk Scania

- Trucks

Scania Telah melakukan pengembangan dan penjualan truk produksinya dengan ukuran berat total truk (gross vehicle weight) lebih dari 16 ton dan kapasitas muatan 30ton, 40ton .60ton ,134ton,160ton dan 240ton untuk segala sektor pekerjaan pekerjaan umum dan pertambangan.

- Buses & coaches

Scania sangat berkonsentrasi untuk memproduksi alat angkut publik (buses & coaches) dengan kapasitas penumpang yang cukup besar.

- Industrial & marines' engine

Scania engines digunakan untuk berbagai aplikasi. Engine tersebut telah digunakan untuk container cranes, pilot boats, irrigation units atau electrical generating sets

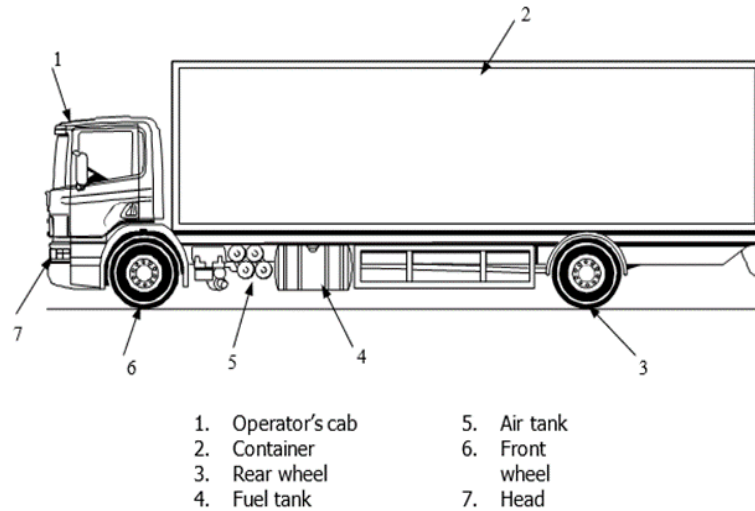


Gambar 2.4 Scania Engine Pump

Source: Scania. (2010). operation & maintenance manual. Sweden: multi.

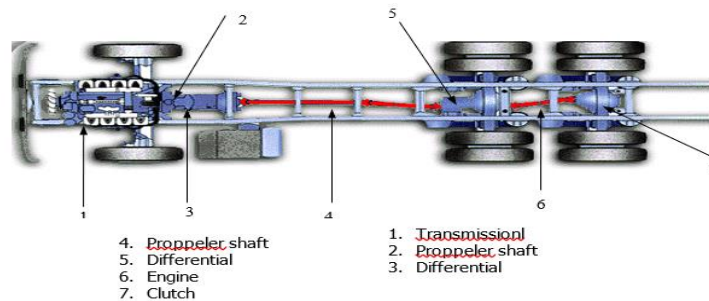
2.3.2 Gambaran Umum Scania

Berikut ditunjukkan dua buah Scania Truck dengan model kabin yang berbeda.



Gambar 2.5 Scania P Series

Source: Scania. (2010) Operation & Maintenance Manual. Sweden: multi.



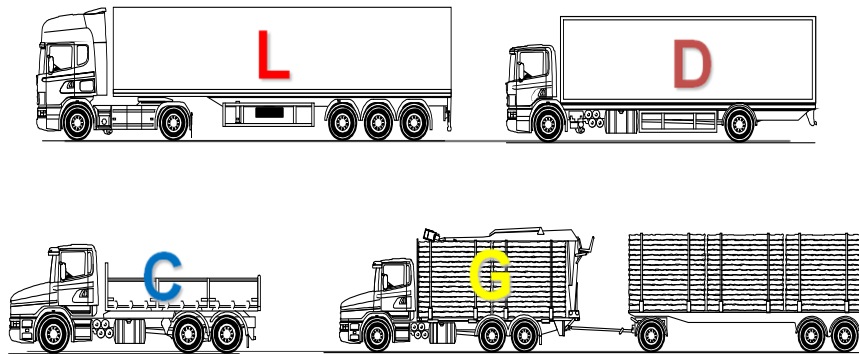
Gambar 2.6 Power Train

Source: Scania. (2010). operation & maintenance manual. Sweden: multi.



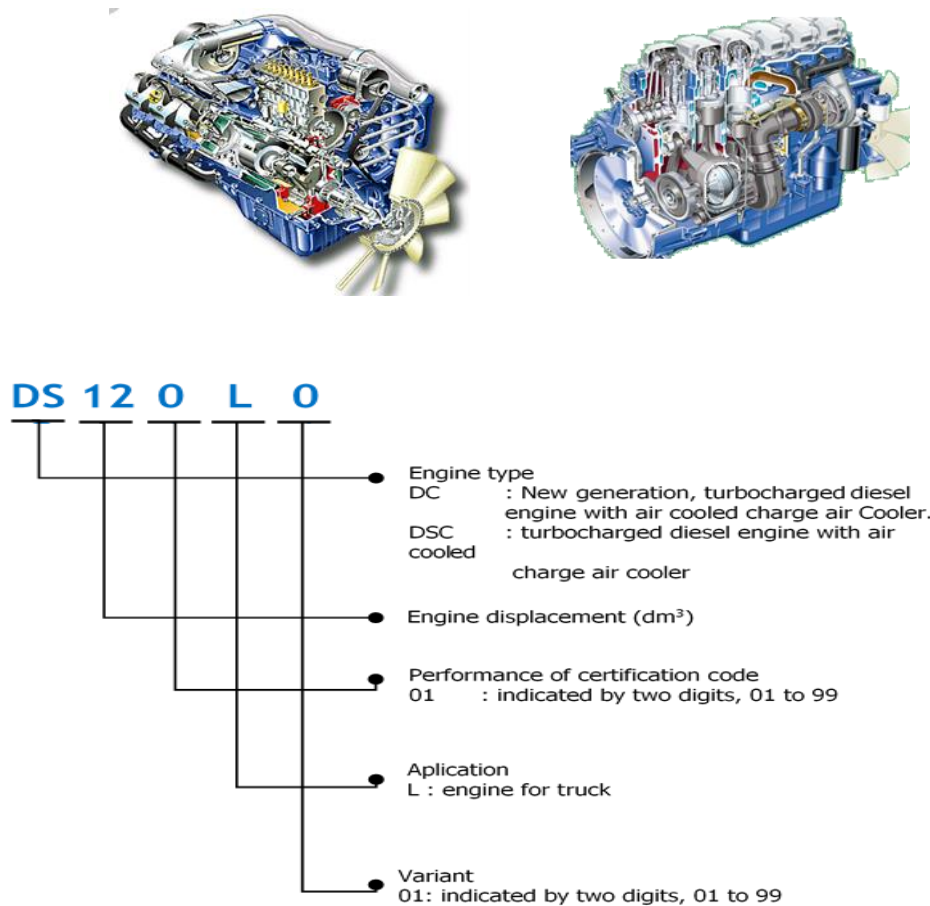
Gambar 2.7 Tipe Kabin Scania

Source: Scania. (2010). operation & maintenance manual. Sweden: multi.



Gambar 2.8 Tipe Chasis

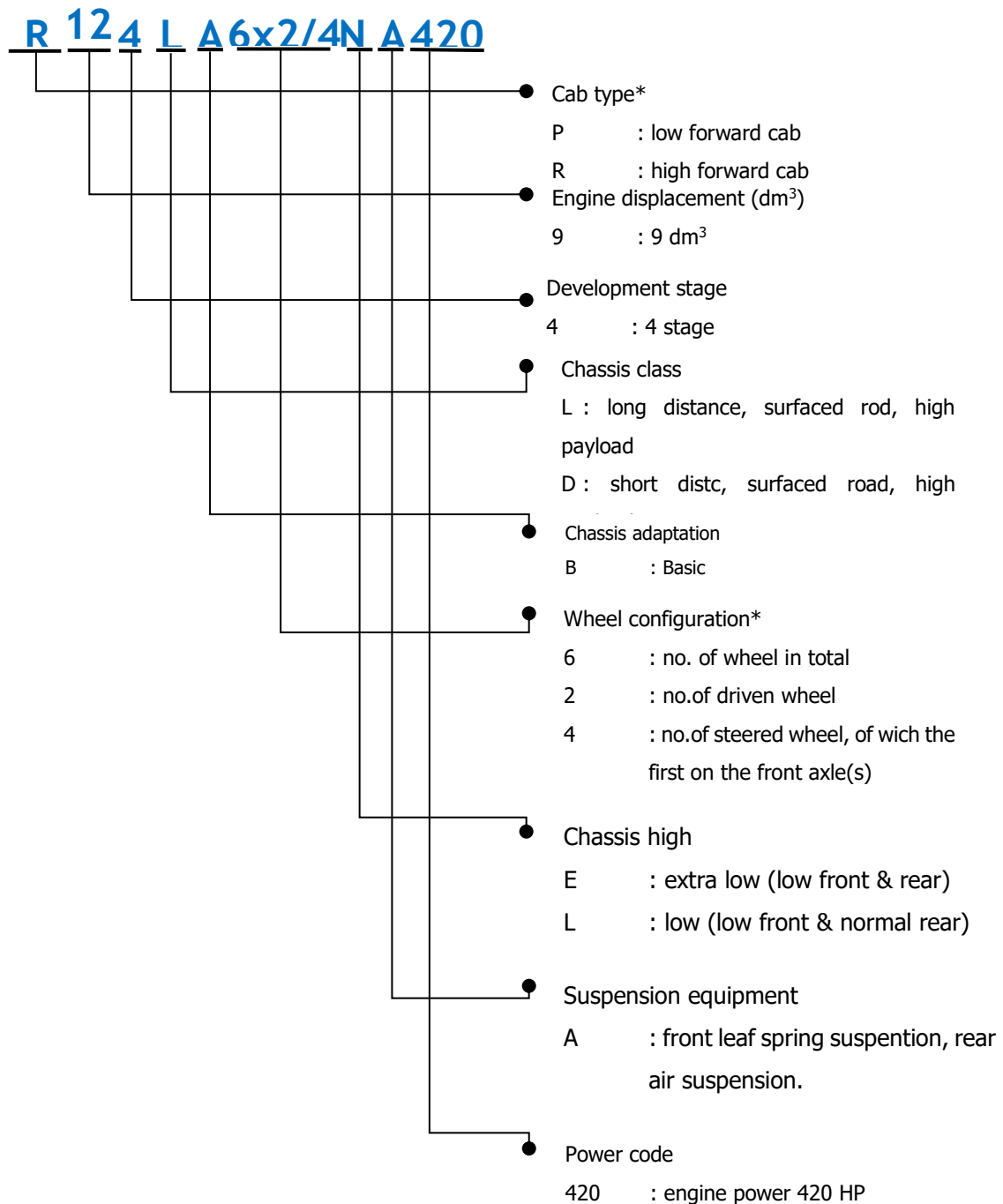
Source: Scania. (2010). operation & maintenance manual. Sweden: multi.



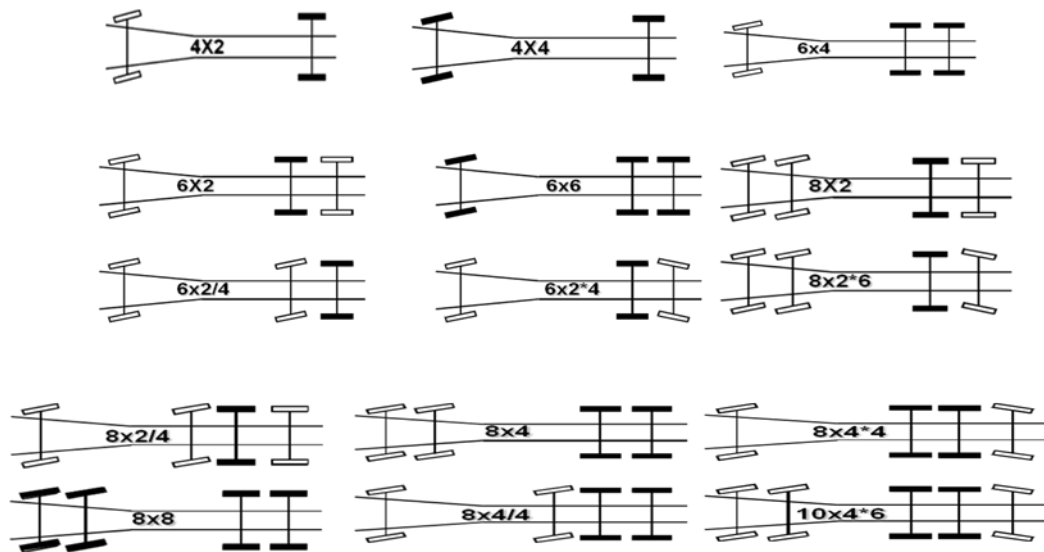
Gambar 2.9 Kode Engine

Source: Scania. (2010). operation & maintenance manual. Sweden: multi

2.3.3 Kode Alat



2.3.4 Wheel Configuration



Gambar 2.10 Konfigurasi roda pada Scania

Source: Scania. (2010). operation & maintenance manual. Sweden: multi.

2.4 Customer Solution Management (CSM)

2.4.1 Konsep Customer Solution Management

Konsep Customer Solution Management (CSM) berakar dari Customer Relationship Marketing (CRM). Menurut Tunggal, tujuan utama dari semua strategi CRM adalah ekonomi, yaitu agar perusahaan dapat mengelola basis konsumen untuk mengidentifikasi, memuaskan, dan mempertahankan konsumen yang paling menguntungkan sehingga konsumen menjadi loyal terhadap produk tersebut.

Secara konseptual, CSM sering dianggap sebagai bagian dari proses pemasaran. Pada level aplikasi, CSM digunakan dalam aktivitas pemasaran seperti segmentasi pasar, mendapatkan konsumen baru, mempertahankan loyalitas konsumen, mengembangkan konsumen, manajemen kampanye penjualan, dan manajemen peluang. Namun, pada tingkat strategis, CSM dapat digunakan sebagai teknologi yang mendukung misi perusahaan untuk meningkatkan orientasi terhadap pelanggan.

Data konsumen yang mendukung strategi CSM juga dapat digunakan untuk berbagai keperluan dalam perusahaan, tidak hanya untuk aktivitas pemasaran. Manajemen operasional

Wahono

dapat menggunakan data konsumen untuk merancang produk atau layanan khusus. Manajemen SDM dapat menggunakan preferensi konsumen untuk merekrut dan melatih staf yang berhubungan langsung dengan konsumen. Manajemen riset dan pengembangan dapat menggunakan data konsumen untuk mengkaji produk baru. Oleh karena itu, secara konseptual, CSM menekankan pendekatan untuk membangun portofolio melalui interaksi bisnis dengan pelanggan, memperkuat hubungan yang terbentuk, membangun jaringan, dan meningkatkan komunikasi untuk meningkatkan loyalitas pelanggan.

CSM menekankan kolaborasi antara perusahaan dengan pelanggan, yang membedakannya dari konsep pemasaran umum.

2.4.2 Definisi *Customer Solution Management*

Fokus pada pelanggan adalah kunci untuk mencapai keunggulan kompetitif yang berkelanjutan dalam bisnis. Keunggulan kompetitif dengan fokus pada pelanggan dapat dicapai dengan memahami siapa pelanggan mereka, apa yang mereka inginkan, bagaimana kebutuhan mereka dipenuhi, dan faktor-faktor lainnya.

CSM adalah strategi untuk mengoptimalkan profitabilitas melalui pengembangan kepuasan pelanggan. CSM menitikberatkan pada semua hal yang terkait dengan fokus pada pelanggan. CSM adalah proses mendapatkan, mempertahankan, dan mengembangkan pelanggan yang menguntungkan.

Menurut (Shahin et al. 2023) CSM adalah modifikasi dan pembelajaran perilaku konsumen dari setiap interaksi, perlakuan terhadap pelanggan, dan membangun hubungan yang kuat antara konsumen dan perusahaan. Menurut Kotler dan Keller (2016), CSM adalah proses mengelola informasi rinci tentang masing-masing pelanggan, dan mengelola semua “titik kontak” pelanggan untuk memaksimalkan loyalitas pelanggan. Titik kontak pelanggan adalah semua kejadian dimana pelanggan berinteraksi dengan produk atau jasa, mulai dari pengalaman pribadi hingga komunikasi massal dan observasi biasa.

Menurut Chan (2005), tujuan CSM adalah:

- Menggunakan hubungan yang sudah ada untuk meningkatkan pendapatan melalui up-selling atau cross-selling dan pada saat yang sama, meningkatkan profit dengan menarik dan mempertahankan pelanggan terbaik.

- Menggunakan informasi terintegrasi untuk pelayanan yang memuaskan, sehingga perusahaan dapat menghemat waktu pelanggan dan mengurangi kekecewaan pelanggan.
- Menciptakan saluran proses dan prosedur komunikasi yang konsisten dan berulang untuk meningkatkan konsistensi dalam pelayanan, pemasaran, dan penjualan.

Menurut Kotler, tujuan CSM adalah menghasilkan ekuitas pelanggan yang tinggi, yaitu total nilai seumur hidup semua pelanggan perusahaan yang didiskontokan. Semakin banyak pelanggan, semakin tinggi ekuitas pelanggan.

2.4.3 Faktor-Faktor Customer Solution Management

Perusahaan mengembangkan rencana CSM dengan memperhatikan kemampuan strategis untuk memastikan bahwa perusahaan dapat menyesuaikan diri dengan perubahan pasar dan industri tanpa mengorbankan tujuan utama rencana tersebut. Perusahaan yang menerapkan CSM tidak hanya mengandalkan teknologi, tetapi juga fokus pada pengembangan dan kemampuan organisasi dalam aspek lain seperti proses CSM, manusia, dan pengetahuan.

Menurut Anton dan Goldenberg yang dikutip oleh Kanaidi dan Ari Kurniawan, CRM memiliki tiga aspek utama yang saling terkait:

a. Karyawan (people)

Kemampuan dan sikap orang yang mengelola CSM sangat penting karena CSM adalah tentang mengelola hubungan antara manusia. Dibutuhkan "personal touch" atau sentuhan pribadi, serta sikap proaktif dari pelaku bisnis untuk lebih mengenal pelanggannya. Pelatihan efektif adalah langkah terbaik untuk mengubah perilaku karyawan dan meningkatkan keberhasilan CSM. Perusahaan harus memiliki pemimpin yang dapat menjelaskan pentingnya loyalitas pelanggan dengan jelas dan membentuk tim kecil untuk memudahkan pengambilan keputusan.

b. Proses (process):

Proses yang digunakan perusahaan untuk berinteraksi dengan pelanggan menciptakan nilai dan kepuasan baru. Dibutuhkan sistem dan prosedur yang membantu manusia menjalin hubungan dengan pelanggan. Struktur organisasi, kebijakan operasional, dan sistem reward and punishment harus mencerminkan tujuan CSM. Implementasi CSM akan mengubah proses bisnis yang ada, baik yang langsung maupun tidak langsung melibatkan pelanggan. Proses penanganan keluhan pelanggan harus mencakup identifikasi, verifikasi, penilaian, negosiasi, tindakan, dan tindak

lanjut. Semua keluhan harus dicatat, dianalisis, dan digunakan untuk meningkatkan kinerja perusahaan.

c. Teknologi (technology):

Teknologi berfungsi sebagai fasilitator dalam implementasi strategi CSM, membantu mengakuisisi pengetahuan pelanggan dan melakukan analisis mendalam. Pengetahuan ini digunakan untuk merumuskan strategi pemasaran dan perencanaan agar perusahaan dapat mempertahankan pelanggan. Strategi ini penting untuk membangun hubungan personal dengan pelanggan melalui berbagai metode komunikasi, yang pada akhirnya meningkatkan loyalitas pelanggan melalui peningkatan nilai seperti kepercayaan, pengalaman pelanggan, dan keuntungan yang didapat.

2.5 Downtime

Downtime adalah jumlah waktu yang diperlukan oleh suatu alat yang berhenti karena mengalami kerusakan sampai dengan waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan hingga alat siap untuk digunakan kembali (Wijayanti, 2018). Downtime unit dapat terjadi ketika mengalami kerusakan yang dapat mengganggu performa secara keseluruhan termasuk kecepatan produk yang akan dihasilkan ataupun kualitas produk sehingga memerlukan sejumlah waktu untuk mengembalikan fungsi unit tersebut kembali ke kondisi bermula. *Downtime* alat akan sangat merugikan perusahaan dalam berbagai aspek baik aspek material, ekonomi maupun waktu. *Downtime* alat akan mengganggu efisiensi kerja unit juga mengganggu efektifitas serta efisiensi kerja produksi karena akan menghambat proses produksi yang berlangsung. Untuk meminimasi terjadinya downtime pada alat produksi, maka perlu dilakukan perawatan unit. Dengan menganalisa penyebab terjadinya kerusakan serta frekuensi *downtime* yang terjadi dapat ditentukan strategi perawatan yang tepat untuk menanggulangi masalah downtime yang dialami oleh perusahaan. Perawatan alat dilakukan untuk mengurangi lamanya downtime serta frekuensi terjadinya downtime mesin. Dengan berkurangnya downtime mesin selain meningkatkan kelancaran proses produksi juga diharapkan dapat meningkatkan kinerja proses produksi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi alat dalam proses penambangan batubara adalah *physical availability/ketersediaan alat*.

Perhitungan ketersediaan alat-alat berat termasuk truk batubara meliputi ketersediaan mekanik, fisik, ketersediaan penggunaan alat, penggunaan ketersediaan, penggunaan efektifitas yang

optimal yang digunakan untuk perhitungan waktu/jam kerja efektif dan jam kerja optimum dalam perencanaan penggunaan peralatan serta perhitungan proses produksi pada satu periode tertentu

a. Mechanical Availability (MA)

Mechanical availability (MA) merupakan nilai yang menunjukkan kesiapan peralatan pada kondisi tertentu untuk bias dioperasikan serta dinyatakan dalam satuan persen. Mechanical availability (MA) merupakan perbandingan antara waktu kerja efektif dengan waktu kerja yang tersedia.

$$MA = \frac{W}{W + R} \times 100\%$$

Keterangan:

MA : Mechanical availability atau kesiapan mekanik

W : Working hours atau jumlah jam kerja alat

R : Repair hours atau jumlah jam untuk perbaikan

b. Physical Availability (PA)

Physical Availability (PA) akan menunjukkan sejarah/catatan alat dan menunjukkan apa yang sudah dilakukan selama waktu-waktu lampau. PA merupakan faktor availability yang penting untuk menyatakan unjuk kerja mekanik alat dan sebagai petunjuk efisiensi mesin dalam program penjadwalan. Nilai PA selalu lebih besar dari MA, tetapi nilai keduanya sama jika stand by = 0

$$PA = \frac{\text{MOHH} - \text{BD Time}}{\text{MOHH}} \times 100\%$$

Keterangan:

PA : Physical availability atau kesiapan fisik peralatan

MOHH : Machine On Hand Hours atau jam yang tersedia periode tertentu

BD : Breakdown time atau jumlah waktu kerusakan unit

c. *Use of Availability (UA)*

Use of Availability (UA) yaitu angka yang menunjukkan berapa persen(%) waktu yang dipergunakan oleh suatu alat untuk beroperasi, pada saat alat tersebut dapat dipergunakan (available)

$$U.A = \frac{W}{W + S} \times 100\%$$

Keterangan:

UA : Use of Availability atau penggunaan ketersediaan

W : Working hours atau jam kerja alat

S : Stand by hours atau jumlah jam untuk stand by

2.6 Fishbone Diagram

Diagram Fishbone sering juga disebut dengan istilah Diagram Ishikawa. Penyebutan diagram ini sebagai Diagram Ishikawa karena yang mengembangkan model diagram ini adalah Dr. Kaoru Ishikawa pada sekitar Tahun 1960-an. Penyebutan diagram ini sebagai Diagram Fishbone karena diagram ini bentuknya menyerupai kerangka tulang ikan yang bagian-bagiannya meliputi kepala, sirip, dan duri.

Diagram Fishbone merupakan suatu alat visual untuk mengidentifikasi, mengeksplorasi, dan secara grafik menggambarkan secara detail semua penyebab yang berhubungan dengan suatu permasalahan. konsep dasar dari Diagram Fishbone adalah permasalahan mendasar diletakkan pada bagian kanan dari diagram atau pada bagian kepala dari kerangka tulang ikannya. Penyebab permasalahan digambarkan pada sirip dan durinya. Kategori penyebab permasalahan yang sering digunakan sebagai start awal meliputi materials (bahan baku), machines and equipment (mesin dan peralatan), man power (sumber daya manusia), methods (metode), mother nature/environment (lingkungan), dan measurement (pengukuran). Ke-enam penyebab munculnya masalah ini sering disingkat dengan 6M. Penyebab lain dari masalah selain 6M tersebut dapat dipilih jika diperlukan. Untuk mencari penyebab dari permasalahan, baik yang berasal dari 6M seperti dijelaskan di atas maupun penyebab yang mungkin lainnya dapat digunakan teknik brainstorming. Adapun langkah-langkah pembuatan diagram sebab akibat adalah sebagai berikut:

- Mengidentifikasi masalah utama.
- Menempatkan masalah utama tersebut disebelah kanan diagram.
- Mengidentifikasi penyebab minor dan meletakkannya pada diagram utama.
- Mengidentifikasi penyebab minor dan meletakkannya pada penyebab mayor.
- Setelah diagram selesai, kemudian melakukan evaluasi untuk menentukan penyebab sesungguhnya.

Terdapat enam faktor yang dapat menjadi penyebab dalam diagram tulang ikan ini. Keenam faktor tersebut adalah sebagai berikut:

1) Material

Material adalah input mentah yang akan digunakan dalam proses atau diubah menjadi barang jadi melalui proses-proses.

2) Method

Metode adalah prosedur, proses, dan instruksi kerja pada sebuah perusahaan.

3) Machine and Equipment

Mesin yang dimaksud adalah peralatan termasuk komputer dan alat-alat yang digunakan dalam memproses material.

4) Measurement

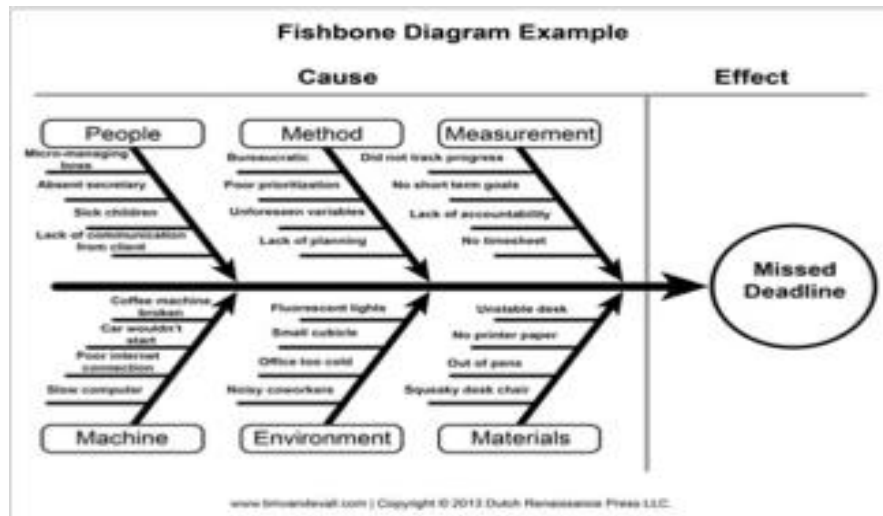
Measure adalah teknik yang dilakukan dalam penilaian mutu atau kuantitas kerja dalam perusahaan, termasuk proses inspeksi.

5) Mother Nature/Environment

Mother nature yang dimaksud adalah lingkungan yang menjadi tempat dimana proses-proses berlangsung atau dilakukan. Mother nature dapat termasuk lingkungan natural dan juga fasilitas dalam lingkungan kerja.

6) Man Power

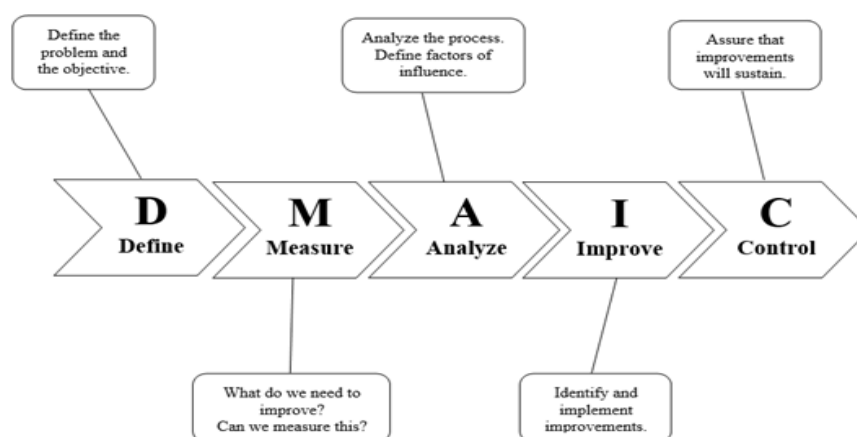
Man adalah orang-orang yang berpengaruh terhadap proses-proses yang dilakukan oleh perusahaan.



Gambar 2.11 Contoh Fishbone Diagram

2.7 Metode DMAIC

Konsep DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improve-Control) merupakan metode yang digunakan untuk mengukur penerapan Six Sigma. Menurut Jacobs dan Chase menyatakan bahwa “ada lima tahap dalam menerapkan strategi six sigma yaitu dengan menggunakan siklus DMAIC (Define-mendefinisikan, Measure-mengukur, Analyze-menganalisis, Improvement-meningkatkan, Control-mengendalikan)”. Fokus keseluruhan dari metodologi tersebut adalah memahami dan mencapai harapan pelanggan, karena hal tersebut sebagai kunci profitabilitas proses produksi.



Gambar 2.12 Metode DMAIC

Tahapan ini merupakan siklus DMAIC dapat digambarkan sebagai berikut:

1. Tahap Define (Definisi)

Merupakan langkah awal dalam tahap perbaikan. Langkah yang akan dilakukan yaitu sebagai berikut :

- a. Process Mapping dan pendefinisian proses kunci
- b. Identifikasi Masalah
- c. Penetapan Tujuan

Dalam tahap definisi selanjutnya adalah penetapan tujuan yang akan menjelaskan tujuan dari perbaikan ini.

2. Tahap Measure (Pengukuran)

Langkah kedua dalam pendekatan DMAIC ini adalah tahap pengukuran (Measure). Measure atau pengukuran merupakan “suatu tindakan yang bertujuan untuk mengukur dimensi kinerja produk, proses dan aktivitas lainnya”.

3. Tahap Analysis (Analisis)

Analisis ini merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan yang bertujuan untuk menentukan penyebab dari masalah yang memerlukan perbaikan. Tahap ini perlu melakukan beberapa hal untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah dengan menggunakan fishbone diagram atau diagram sebab akibat agar mendapatkan akar penyebab kerusakan produk.

4. Tahap Improvement (Perbaikan)

Pada tahap ini merupakan usulan perbaikan dan pengendalian yang didapatkan dari interpretasi hasil. Setelah akar dari penyebab masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penetapan rencana tindakan untuk melakukan peningkatan kualitas.

5. Tahap Control (Pengendalian)

Untuk menjaga perbaikan agar dapat terus berlangsung dan mengevaluasi hasil dari perbaikan dalam kurun waktu tertentu serta dapat mengetahui hasil dari perbaikan, perlu dilakukan pengawasan untuk meyakinkan dari hasil yang diinginkan sedang dalam proses pencapaian. Maka dalam penelitian ini akan disajikan beberapa usulan pengendalian agar proses pelayanan dan maintenance dapat berjalan dengan lancar. Hasil dari tahap improvement harus diterapkan dalam kurun waktu tertentu untuk dapat dilihat pengaruhnya terhadap kualitas pelayanan yang dihasilkan.

2.8 Rangkuman Literatur

Penelitian oleh Smith et al. (2018) menunjukkan bahwa peningkatan frekuensi pemeliharaan preventif berkontribusi pada penurunan signifikan dalam waktu henti operasional dan peningkatan umur peralatan, yang mendukung pandangan bahwa peningkatan frekuensi dan kualitas pemeliharaan akan mengurangi tingkat kerusakan dan waktu henti pada Scania R580. Studi oleh Johnson dan Brown (2019) menemukan bahwa program pelatihan berkelanjutan bagi teknisi meningkatkan efisiensi perbaikan dan pemeliharaan serta mengurangi kesalahan teknis, memperkuat hipotesis bahwa pelatihan teknisi akan meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemeliharaan Scania R580. Lebih lanjut, penelitian oleh Davis dan Lee (2020) menunjukkan bahwa penggunaan teknologi diagnostik berbasis IoT dan AI dalam pemeliharaan kendaraan berat mempercepat identifikasi dan penyelesaian masalah teknis, mendukung hipotesis bahwa teknologi diagnostik canggih akan mempercepat identifikasi dan penyelesaian masalah teknis pada Scania R580. Studi oleh Wang et al. (2017) menekankan pentingnya pemantauan dan evaluasi berkelanjutan dalam program pemeliharaan untuk memastikan adaptasi dan perbaikan yang diperlukan, yang berdampak positif pada kinerja operasional. Ini mendukung hipotesis bahwa pemantauan dan evaluasi berkelanjutan terhadap program pemeliharaan akan memastikan penyesuaian dan perbaikan yang diperlukan untuk mencapai kinerja optimal Scania R580.

2.9 Penelitian Terdahulu

Analisis Predictive Maintenance pada mesin Overhead Crane di PT Bromo Steel Indonesia, yang dilakukan oleh Hadi et al. (2019), menunjukkan bahwa dengan memperbaiki Prosedur Operasional Standar dalam perawatan alat menggunakan metode Risk Based Maintenance, yang memilih komponen kritis berdasarkan frekuensi kerusakan, harga komponen, probabilitas kegagalan, dan identifikasi risiko, dapat meningkatkan efisiensi sistem perawatan di PT Bromo Steel Indonesia. Dengan demikian, perusahaan dapat mengimplementasikan kebijakan untuk mengurangi kerugian akibat risiko.

Studi mengenai Perancangan Penjadwalan Preventive Maintenance pada Armada Truk Kebersihan Kota Bandung oleh Permana et al. (2020) menunjukkan bahwa dengan menjadwalkan perawatan secara teratur, biaya perawatan komponen dapat dikurangi hingga 94%, meskipun tingkat kerusakan komponen bervariasi seiring berjalannya waktu dan melebihi usia pakai

Perawatan preventif terhadap unit pompa MF420EX untuk meningkatkan hasil produksi di PT. PAMA, yang dilakukan oleh Terhadap et al. (2021), menyoroti bahwa sebelum implementasi

perawatan preventif, Physical Availability (PA) mencapai 90,4% dengan total produksi 1.583.393 MT. Setelah penerapan perawatan preventif, PA meningkat menjadi 92,3% dan total produksi mencapai 2.425.199 MT pada periode berikutnya.

Pencegahan Kerusakan Berat pada Haul Truck melalui Condition Monitoring di PT Kaltim Prima Coal, yang dikaji oleh Arifindan & Mubaraq (2022), menunjukkan bahwa pemantauan kondisi yang konsisten dapat mengidentifikasi dini potensi kerusakan pada komponen engine, seperti masalah pelumasan, sehingga dapat mencegah kerusakan parah hingga 18 kali dalam periode tertentu

Perencanaan Preventive Maintenance dengan Metode Reliability Centered Maintenance untuk unit Dump Truck di PT SLS, yang dianalisis oleh Arya Wiratama et al. (2022), menemukan bahwa kegagalan pada komponen penggerak dan sistem bahan bakar sering terjadi akibat perawatan preventif yang kurang efektif. Disarankan untuk memperbaiki Prosedur Operasional Standar dalam perawatan untuk meningkatkan keandalan operasional.

Penentuan Frekwensi Pemeriksaan Optimal untuk Meminimalkan Waktu Kerusakan Mesin Tarik di PT Growth Sumatra Industry Medan, yang diteliti oleh Pangaribuan (2022), menyarankan bahwa frekwensi pemeriksaan optimal untuk meminimalkan downtime adalah 71 kali per tahun, sedangkan frekuensi yang dilakukan saat ini adalah 52 kali per tahun.

Studi tentang Upaya Pencapaian Target Physical Availability dari peralatan Doosan 500 LCV Excavator di PT A, yang dilakukan oleh Isnaeni et al. (2022), menemukan bahwa ketidakcapaian target PA disebabkan oleh waktu yang lama untuk perbaikan tidak terjadwal, keterlambatan dalam pengadaan suku cadang, dan kurangnya implementasi preventive maintenance yang tepat. Disarankan untuk meningkatkan PA dengan melaporkan dan memperbaiki unit kerusakan secara lebih efisien serta menyediakan suku cadang dengan lebih baik.

Semua studi menekankan pentingnya perawatan preventif yang efektif dan implementasi metode perawatan yang tepat untuk meningkatkan keandalan peralatan industri dan mengurangi downtime.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Sofian Hadi, Dayal Gustopo Setiadjit, Dimas Indra Laksmiana	Analisis Predictive Maintenance Mesin Overhead Crane PT Bromo Steel Indonesia	1.Interview 2.Observasi 3.Dokumentasi	Hasil yang di dapat Dengan Meningkatkan sistem pemeliharaan dengan memprioritaskan skala kerusakan mesin memungkinkan perusahaan untuk menetapkan kebijakan guna meminimalkan kerugian akibat risiko yang terjadi.
2	Syafrianita, Agun Permana	Perancangan Penjadwalan Preventive Maintenance Pada Armada Truk Perusahaan Daerah Kebersihan Kota Bandung	1.Interview 2.Observasi 3.Dokumentasi	Komponen mengalami tingkat keausan yang berubah seiring berjalannya waktu, seringkali melebihi masa pakai mereka. Dengan pemeliharaan terjadwal, penghematan biaya mencapai 94%
3	Bustanil Arifin, Ilham Mubaroq	Pencegahan Kerusakan Haul Truck dengan Condition Monitoring Studi Kasus PT Kaltim Prima Coal	1.Interview 2.Observasi 3.Dokumentasi	Proses Pemantauan Condition Monitoring yang dilakukan pada sistem pelumasan mesin dapat mencegah kerusakan parah (kegagalan fungsional).
4	Nikola Arya Wiratama, Asep Apriana, Minto Rahayu	Perencanaan PM Unit Dump Truck dengan Metode Reliability Centered Miantenance PT.SLS	1.Interview 2.Observasi 3.Dokumentasi	Penerapan pemeliharaan preventif pada komponen yang mengalami kegagalan menggunakan metode pemeliharaan berbasis keandalan dapat memperpanjang umur komponen
5	Kemas. Moh. Ade Isnaeni, Isdaryanto Iskandar, Yohana Pita Sibarani	The Target Achievement Effort of Physical Availability of Doosan 500 LCV Excavator Loading Equipment at PT A	1.Interview 2.Observasi 3.Dokumentasi	Dengan menerapkan pemeliharaan preventif, hasil ketersediaan mekanis dapat mencapai 86% dan ketersediaan fisik dapat mencapai 90%.

Tabel 2.2 Hubungan Penulisan Tesis Terhadap Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Metode			Operation		Resources	
		Observasi	Interview	Dokumentasi	Production	Assembly	SAP	Manual
1	Sofian Hadi, Dayal Gustopo Setiadjit, Dimas Indra Laksana (2019)	V	V	V	V		V	
2	Syafranita, Agun Permata (2019)	V	V	V	V		V	
3	Bustanil Arifin, Ilham Mubaroq (2022)	V	V	V	V		V	
4	Nikola Arya Wiratama, Asep Apriana, Minto Rahayu (2022)	V	V	V	V		V	
5	Kemas, Moh, Ade Isnaeni, Isdaryanto Iskandar, Yohana Pita Sibarani (2022)	V	V	V	V		V	