



**PAPER – OPEN ACCESS**

## Evaluation of Computer Control Machining System (CCMS) Implementation at PT Wijaya Karya Beton, Tbk. North Sumatra Plant

Author : Candra Zainur Rochim, et al  
DOI : 10.32734/lwsa.v9i2.2806  
Electronic ISSN : 2654-7066  
Print ISSN : 2654-7058

*Volume 9 Issue 2 – 2026 TALENTA Conference Series: Local Wisdom, Social, and Arts (LWSA)*



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



# Evaluation of Computer Control Machining System (CCMS) Implementation at PT Wijaya Karya Beton, Tbk. North Sumatra Plant

Candra Zainur Rochim\*, Emerson Pascawira Sinulingga, Meilita Tryana Sembiring

*Master of Management Study Program, Postgraduate School, Universitas Sumatera Utara, Medan, 201555, Indonesia*

*Cazaro.zr@gmail.com, emerson.sinulingga@usu.ac.id, meilita@usu.ac.id*

## Abstrak

Industri beton pracetak di Indonesia tumbuh pesat karena meningkatnya permintaan infrastruktur. PT Wijaya Karya Beton Tbk (WIKABeton), sebagai produsen terkemuka, telah menerapkan Computer Control Machining System (CCMS) untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi. Namun, implementasinya masih menghadapi tantangan, seperti ketidakpatuhan operator terhadap Prosedur Operasional Standar (SOP), kesalahan operator dalam input data, dan proses alur kerja yang tidak efisien. Penelitian ini mengevaluasi implementasi CCMS di PT WIKABeton menggunakan metode Root Cause Analysis (RCA). Pendekatan deskriptif kualitatif digunakan, dengan data yang dikumpulkan melalui observasi dan wawancara. Analisis difokuskan pada mengidentifikasi faktor manusia, mesin dan metode yang memengaruhi efektivitas sistem CCMS. Hasil penelitian menunjukkan (1) penerapan teknologi CCMS harus didukung dengan pembaruan SOP yang menyesuaikan sistem digital. (2) Hambatan utama dalam kinerja teknologi CCMS berupa SOP yang belum diperbarui dan tidak mendukung sistem digital, kurangnya pemahaman operator, sering terjadinya error sensor dan integrasi data CCMS dengan ERP yang belum berjalan optimal. (3) Sistem CCMS telah dievaluasi dan diperbaiki berbasis RCA terbukti meningkatkan efektivitas operasional. faktor manusia, seperti pemahaman operator terhadap sistem dan dukungan organisasi, memainkan peran kunci dalam keberhasilan CCMS. Selain itu integrasi data perlu ditingkatkan untuk memaksimalkan manfaat sistem. Dengan mengikuti rekomendasi strategis berdasarkan metode RCA, implementasi CCMS diharapkan lebih efektif dalam meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas produksi di PT WIKABeton.

Kata Kunci: CCMS; RCA; efisiensi produksi; teknologi informasi; WIKABeton

## Abstract

The precast concrete industry in Indonesia is growing rapidly due to increasing infrastructure demands. PT Wijaya Karya Beton Tbk (WIKABeton), as a leading producer, has implemented the Computer Control Machining System (CCMS) to improve production efficiency and quality. However, its implementation still faces challenges, such as non-compliance with Standard Operating Procedures (SOPs), operator errors in data input, and inefficient workflow processes. This study evaluates the implementation of CCMS at PT WIKABeton using the Root Cause Analysis (RCA) method. A qualitative descriptive approach was used, with data collected through observations and interviews. The analysis focuses on identifying human, machine and methods that affect the effectiveness of the CCMS system. The results showed that (1) the implementation of CCMS technology must be supported by SOP updates that adapt to digital systems. (2) The main obstacles in the performance of CCMS technology are SOPs that have not been updated and do not support digital systems, lack of operator understanding, frequent sensor errors and integration of CCMS data with ERP that has not run optimally. (3) The CCMS system has been evaluated and improved based on RCA proven to increase operational effectiveness. Human factors, such as operator understanding of the system and organizational support, play a key role in the success of CCMS. Additionally, data integration need improvement to maximize the system's benefits. By following strategic recommendations based on RCA method, the CCMS implementation is expected to be more effective in improving operational efficiency and production quality at PT WIKABeton.

Keywords: CCMS; RCA; production efficiency; information technology; WIKABeton

## 1. Pendahuluan

Industri beton pracetak di Indonesia tumbuh pesat karena meningkatnya permintaan infrastruktur. Periode RPJMN 2020-2024 total kebutuhan beton pracetak mencapai sekitar 132,12 juta ton, mencakup berbagai proyek infrastruktur besar seperti jalan tol, jembatan, dan pembangunan gedung. Selain itu, AP3I juga mencatat bahwa industri beton pracetak memainkan peran penting dalam mendukung keberlanjutan (*green construction*) dengan efisiensi produksi dan penerapan teknologi ramah lingkungan.. PT Wijaya Karya Beton Tbk (WIKABETON), sebagai produsen terkemuka, telah menerapkan *Computer Control Machining System (CCMS)* untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi sesuai dengan komitmen manajemen Wika Beton Misi Wika Beton yang berbunyi “Menjalankan *operational excellence* berkualitas perusahaan global berbasis manajemen risiko dan teknologi digital yang berwawasan lingkungan berkelanjutan untuk memenuhi aspirasi stakeholder.”

Dalam roadmap Teknologi Informasi Wika Beton terdapat tahapan mulai dari tahun 2020 – 2025 yang masing-masing dijelaskan sebagai berikut:

- Building the Foundation (2020 – 2021)

Pada tahapan ini dimulainya persiapan infrastruktur tata kelola TI mengacu pada framework Cobit 5 dan 2019, dan melakukan penyempurnaan pada prosedur dan kebijakan TI. Kemudian di tahapan ini dilakukan implementasi CCMS (*Computer Controlling Machining System*) pada mesin jalur putar dan non putar sistem produksi. Selanjutnya mengembangkan *e-Procurement* dengan tujuan untuk menciptakan transparansi, efisiensi dan efektivitas serta akuntabilitas dalam pengadaan barang/jasa melalui media digital. Untuk operasional di pabrik dilakukan digitalisasi pada proses bisnis produksi dengan tujuan *improvement* sehingga operasional pabrik bisa lebih optimal, lebih baik dan lebih efisien.

- Strengthen Operations (2022 – 2023)

Pada tahapan ini yaitu penerapan tata kelola TI akan ditargetkan skor IT Maturity 3.0. di periode tahun ini seluruh pabrik sudah mengimplementasikan CCMS, sebagai wujud digitalisasi pada sistem produksi. Sedangkan ditahun 2022 implementasi *e-Procurement* sudah mature diseluruh lini dan proses bisnis perusahaan.

- Operate Full (2024 – 2025)

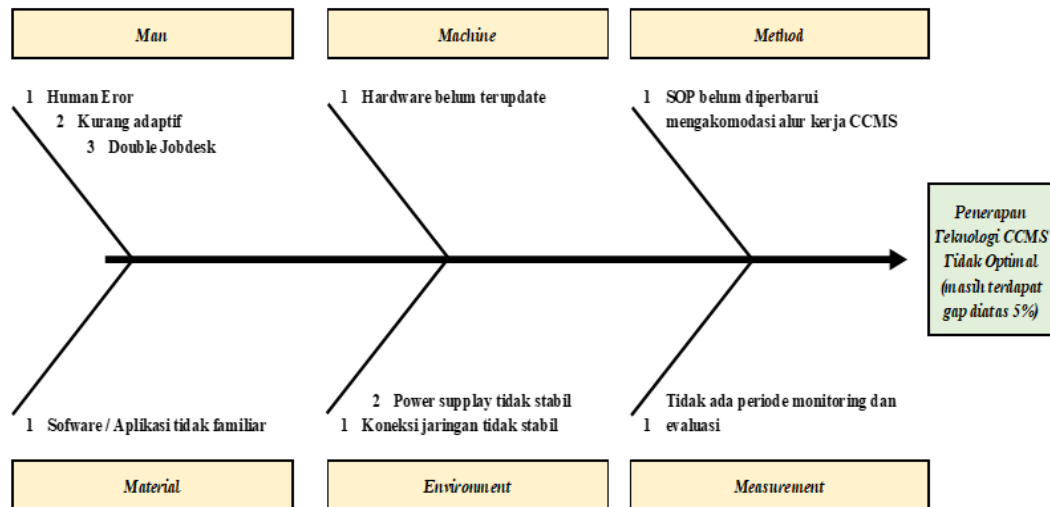
Target IT Maturity ada di skor 3.2, di tahapan ini implementasikan ISO 27001 atau *Information Security Management System* dimulai untuk pengamanan informasi yang terdiri dari kebijakan, proses, prosedur dan struktur organisasi. Transformasi teknologi juga dimulai di tahapan ini, yaitu penerapan *system automation* pada proses produksi yang mengandalkan penggunaan sistem kontrol terkomputerisasi untuk menjalankan peralatan produksi.

Pada tahun 2022-2023 penerapan CCMS di PT Wika Beton diharapkan dapat memberikan berbagai manfaat, mulai dari peningkatan efisiensi, presisi produksi, hingga pemantauan kualitas secara *real-time*. Dengan sistem ini, WIKABETON mampu menjaga standar kualitas yang tinggi dalam produksi beton pracetak, serta mengurangi biaya dan waktu produksi. CCMS juga memberikan kemampuan bagi perusahaan untuk berinovasi dan beradaptasi dengan teknologi baru di sektor konstruksi, terutama dalam menghadapi tuntutan proyek infrastruktur besar di Indonesia. Akan tetapi dalam proses penerapan teknologi CCMS tersebut masih banyak ditemukan masalah dan hambatan yang sering terjadi, terdapat beberapa yang ditunjukkan pada gambar 1.

Berdasarkan diagram fishbone yang ditunjukkan pada Gambar 1 terdapat beberapa fakta bahwa penerapan teknologi yang baru di lapangan masih ditemukan berbagai kendala antara lain sebagai berikut.

1. Alur kerja proses belum optimal sesuai dengan CCMS
2. Kinerja proses CCMS masih terdapat hambatan
3. Penerapan SOP belum sesuai dengan CCMS

Dimana yang seharusnya penerapan teknologi ini dapat mengoptimalkan proses dan meningkatkan efisiensi operasional. Dalam era transformasi digital, bisnis semakin mengintegrasikan teknologi untuk tetap kompetitif dan mendorong pertumbuhan. Di antara berbagai kemajuan teknologi, *Internet of Things* atau IOT merupakan kekuatan transformatif yang membentuk kembali industri dan merevolusi praktik bisnis tradisional. IOT dicirikan oleh jaringan kompleks perangkat yang saling terhubung yang dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan kemampuan konektivitas, yang memungkinkan pertukaran data dan komunikasi tanpa batas di berbagai domain (Raschendorfer & Frühwirth, 2023). Integrasi teknologi IOT ini memungkinkan bisnis untuk mengumpulkan dan menganalisis data dalam jumlah besar atau *Big Data*, yang mengarah pada peningkatan efisiensi operasional, pengalaman pelanggan yang lebih baik, dan peningkatan keunggulan kompetitif (Harish et al., 2023). Dengan memanfaatkan IOT, bisnis dapat menciptakan sistem yang saling terhubung yang mengoptimalkan proses, memungkinkan pemantauan waktu nyata, dan memfasilitasi pemeliharaan prediktif, yang pada akhirnya mendorong inovasi dan mengubah industri (Li, 2020).



Gambar 1. Diagram fishbone “Penerapan Teknologi yang Tidak Optimal”

## 2. Tinjauan Pustaka

Sistem informasi merupakan teknik yang mengintegrasikan kebutuhan transaksi sehari-hari untuk memberi dukungan pengelolaan manajemen kegiatan organisasi serta kegiatan organisasi yang dapat menyediakan pihak eksternal dengan informasi yang dibutuhkan untuk mengambil keputusan. Tujuan Sistem informasi untuk membantu pihak administratis, menghindari penggunaan kertas, proses serta pengelolah data. Menurut Cegielski (2014),

Computer Control Machining System (CCMS) merupakan mekanisme kontrol pada peralatan produksi beton pracetak menggunakan komputer yang terintegrasi satu sama lain dan terhubung dengan ERP. CCMS menawarkan beragam manfaat di antaranya real time monitoring produksi, early warning system yang mengindikasikan penyimpangan proses produksi, big data yang berisi rekaman produksi secara detail dalam database, hingga waste efficiency berupa penggunaan sensor dan sistem operasi guna meminimalisir penyimpangan selama proses produksi.

Strategi perusahaan untuk melakukan pengembangan sistem IT sebagai platform bisnis dan mengintegrasikan seluruh proses agar lebih efektif, efisien dan kompetitif. Kontrol proses produksi masih manual sehingga memungkinkan terjadinya human error dan menyebabkan terjadinya penyimpangan produksi dan mutu produk. Record data aktivitas produksi masih manual sehingga Keakuratan dan Integritas Data tidak maksimal. Pengarsipan data masih manual sehingga menyebabkan identifikasi produk sulit dan kemampuan telusur produk rendah. Data produksi dirangkum didalam dashboard produktivitas agar monitoring terhadap produktivitas dapat dilakukan secara realtime.

Evaluasi adalah proses peninjauan kembali secara terstruktur yang melibatkan penetapan nilai, karakteristik, apresiasi, mengidentifikasi masalah, serta memberi solusi atas masalah yang dirasakan (Badan Pengawasan Keuangan, 2002, p3). Hadi (2011) menyebutkan, evaluasi adalah sebuah cara untuk mengumpulkan, mengevaluasi dan membandingkan informasi topik penelitian dengan kriteria, standar dan indikator evaluasi. Sedangkan menurut Arikunto (2010), evaluasi adalah Proses untuk mengidentifikasi dan mendukung tujuan yang dicapai. Evaluasi dipahami sebagai salah satu langkah evaluasi menuju tujuan evaluasi, keadaan target dideteksi dengan instrumen dan hasilnya yang dijadikan sebagai informasi.

Manajemen perubahan merupakan disiplin ilmu yang berfokus pada pendekatan sistematis dalam membantu individu, tim dan organisasi dalam proses transisi dari kondisi eksisting menuju kondisi yang diinginkan, sebagai respon terhadap perubahan lingkungan internal maupun eksternal. Menurut Kotter (1996), manajemen perubahan melibatkan delapan tahap penting, mulai dari menciptakan rasa urgensi, membentuk koalisi yang kuat, mengembangkan visi dan strategi, hingga menanamkan perubahan dalam budaya organisasi. Model ini menekankan bahwa keberhasilan perubahan tidak hanya bergantung pada strategi yang tepat, tetapi juga pada keterlibatan dan kepemimpinan yang kuat.

Root Cause Analysis (RCA) adalah proses pemecahan masalah untuk melakukan pengidentifikasian dan pengelolaan proses, prosedur, kegiatan, aktivitas, perilaku atau kondisi (British Retail Consortium, 2012).

## 3. Metode Penelitian

Metode analisis Root Cause Analysis (RCA)

Root Cause Analysis (RCA) adalah metode analisis sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah atau kejadian yang tidak diinginkan, dengan tujuan utama untuk menemukan solusi permanen yang dapat mencegah terulangnya masalah tersebut di masa mendatang. RCA Model dapat diterapkan dengan menggunakan langkah-langkah berikut dalam analisis data :

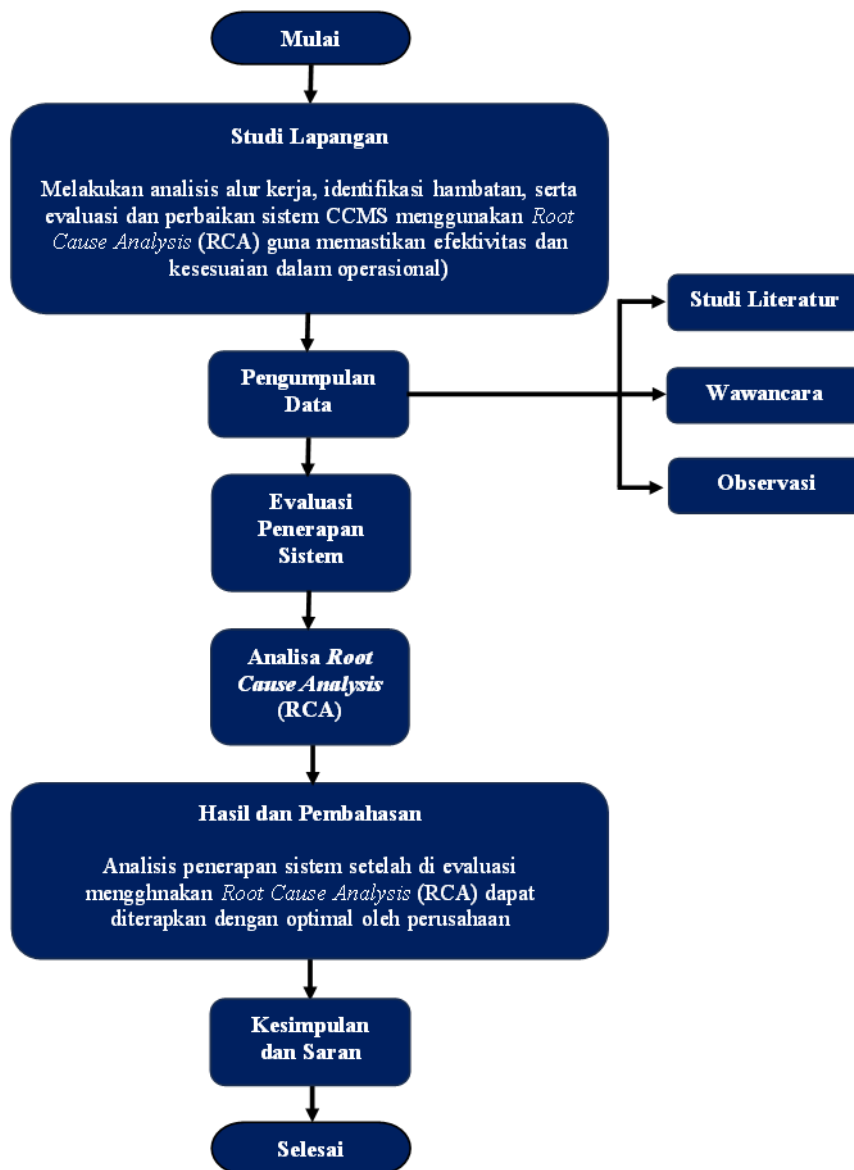
- a. Memahami variabel yang akan diuji dalam model yaitu tingkat kepuasan, Produktifitas atau pengaruh faktor faktor eksternal.
- b. Mengumpulkan data yang relevan dan representative dari dokumen-dokumen yang ada.
- c. Melakukan proses pemodelan dengan pendekatan kualitatif dengan merumuskan hubungan antar variabel untuk melihat apakah hasil yang diperoleh sesuai dengan data

Dalam penelitian ini informan dipilih menggunakan teknik purposive sampling yaitu metode pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan peneliti terhadap pengetahuan, pengalaman dan keterlibatan informan dalam topik yang diteliti. Informan yang dipilih adalah individu yang secara langsung maupun tidak langsung terlibat dalam proses implementasi dan operasionalisasi sistem Computer Control Machining System (CCMS).

Tabel 1. Kategori Informan

No	Informan	Jabatan	Alasan Pemilihan
1	Pimpinan Produksi	Kepala Seksi Produksi	Memahami dampak penerapan CCMS secara keseluruhan terhadap efektivitas proses kerja.
2	Operator CCMS	Operator Batching Plant	Pengguna langsung sistem, dapat memberi insight teknis dan hambatan operasional.
3	Perencana & Evaluator Produksi	Staf Perencanaan & Evaluasi Produksi	Mengamati perubahan output, akurasi, dan efisiensi material sebelum dan sesudah CCMS.
4	Tim Maintenance	Staf Teknik / Maintenance Automation	Menangani kendala teknis, pemeliharaan dan stabilitas sistem CCMS.
5	Manajer IT	Staf Sistem Informasi	Bertanggung jawab terhadap integrasi dan keamanan sistem digital.
6	Quality Control (QC)	Staf QC atau Teknik Mutu	Menilai dampak CCMS terhadap kualitas hasil produksi beton.
7	Logistik/PPIC	Staf PPIC atau Logistik	Melihat dampak sistem terhadap manajemen material, waktu siklus, dan pengiriman.
8	Pimpinan Unit Produksi	GM Unit / Kepala Pabrik	Untuk melihat kebijakan strategis dan benchmarking antar pabrik terkait CCMS.

Tahapan penelitian adalah langkah-langkah sistematis yang dilakukan peneliti untuk mencapai tujuan penelitian, mulai dari identifikasi masalah hingga pelaporan hasil penelitian. Menurut Sugiyono (2017) Penelitian dilakukan melalui serangkaian langkah yang saling berkaitan, seperti merumuskan masalah, mengumpulkan data, menganalisis, dan menarik kesimpulan. Setiap tahapan memiliki tujuan spesifik untuk menjawab pertanyaan penelitian secara ilmiah, tahapan penelitian diberikan pada pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Tahapan Penelitian

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Hasil Rancangan menggunakan Root Cause Analysis (RCA), berdasarkan akar penyebab yang telah dianalisis, berikut adalah rancangan solusi yang diusulkan sebagai berikut:

- a. Perbaiki SOP Operasional CCMS
  - SOP diperbarui agar sesuai dengan sistem digital CCMS, termasuk prosedur input data otomatis, pelaporan digital, dan tindakan penanganan error.
  - Ditambahkan flowchart visual alur kerja, prosedur pembersihan sensor, dan langkah-langkah integrasi ke sistem ERP.
- b. Program Pelatihan Terstruktur

- Penyusunan modul pelatihan teknis CCMS untuk operator dan teknisi.
  - Jadwal pelatihan ditetapkan setiap 3 bulan.
  - Diterapkan sistem mentoring, di mana operator senior membimbing operator baru (Champion System).
- c. Integrasi Sistem CCMS dan ERP
- Pengembangan middleware yang menghubungkan data real-time dari mesin CCMS ke sistem ERP produksi.
  - Uji coba dilakukan di satu lini produksi sebagai pilot project.
- d. Kebijakan Pemeliharaan Preventif Mesin
- SOP pemeliharaan disusun secara terstruktur: harian, mingguan, dan bulanan.
  - Diterapkan sistem checklist digital, termasuk notifikasi otomatis jika jadwal pemeliharaan terlewat.
- e. Sistem Evaluasi Kinerja
- Penggunaan dashboard evaluasi yang menampilkan indikator performa: akurasi data, waktu siklus produksi, jumlah error sistem, dan kepatuhan SOP.

Tabel 2. Evaluasi dan Perbaikan Sistem CCMS Berbasis RCA

No	Faktor	Penyebab	Detail Masalah	Verifikasi
1	Manusia	Kurangnya pemahaman operator terhadap fitur CCMS	Operator tidak memahami cara input data yang benar ke sistem CCMS sehingga sering terjadi kesalahan pengisian parameter produksi	Setelah dilakukan observasi dan wawancara, ditemukan bahwa hanya 40% operator yang pernah mengikuti pelatihan CCMS secara formal
2	Mesin	Sensor mesin CCMS sering gagal membaca kondisi aktual	Sensor tidak membaca moulding karena tidak dibersihkan secara rutin, menyebabkan data produksi tidak terekam dengan benar di sistem	Ditemukan bahwa tidak ada SOP pembersihan sensor, dan tidak ada jadwal harian yang mengatur pemeliharaan
3	Metode	SOP belum diperbarui sesuai sistem digital CCMS	Prosedur masih berbasis manual sehingga tidak mendukung alur kerja otomatis dan sinkronisasi data antar sistem	SOP terakhir direvisi tahun 2021, sebelum sistem CCMS diterapkan; tidak ditemukan lampiran alur kerja digital

Tabel 2. Evaluasi dan Perbaikan Sistem CCMS Berbasis RCA

No	Faktor	Penyebab	Detail Masalah	Verifikasi
4	Material	Data bahan baku tidak diinput ke sistem	Input data bahan baku masih dilakukan manual dan terpisah dari sistem CCMS sehingga sistem tidak bisa mengontrol stok otomatis	Saat uji coba, laporan bahan baku tidak tampil pada dashboard CCMS karena tidak terhubung dengan ERP/logistik

5	Lingkungan	Ruang kontrol sistem tidak memadai	Ruangan pengendali sistem (server dan panel) tidak memiliki sirkulasi dan kontrol suhu yang memadai sehingga sering terjadi overheating sistem CCMS	Terjadi 4 kali kegagalan sistem dalam 2 bulan karena panel panas; tidak tersedia sistem pendingin terintegrasi di ruang kontrol
---	------------	------------------------------------	---	---

*Sumber: Pengumpulan Data*

Berdasarkan hasil identifikasi akar masalah melalui pendekatan fishbone diagram dan analisis 5 Why's, perumusan solusi difokuskan pada upaya yang langsung menjawab penyebab utama yang telah ditemukan. Dengan pendekatan berbasis RCA solusi yang dihasilkan diharapkan dapat menysasar penyebab utama dan memperkuat efektivitas penerapan sistem CCMS secara berkelanjutan, model solusi RCA yang diusulkan adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Perumusan Solusi berbasis RCA

No.	Akar Masalah	Solusi yang Diusulkan
1	SOP tidak sesuai sistem digital	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penyusunan ulang SOP berbasis CCMS yang memuat alur kerja digital dan visualisasi flowchart.</li> <li>Penyesuaian prosedur input data, verifikasi, dan pelaporan digital.</li> </ul>
2	Kurangnya pelatihan dan pemahaman SDM	<ul style="list-style-type: none"> <li>Program pelatihan rutin dan terstruktur setiap 3 bulan.</li> <li>Sistem mentor-mentee antar operator.</li> <li>Modul pelatihan berbasis praktik langsung.</li> </ul>

Tabel 3. Perumusan Solusi berbasis RCA

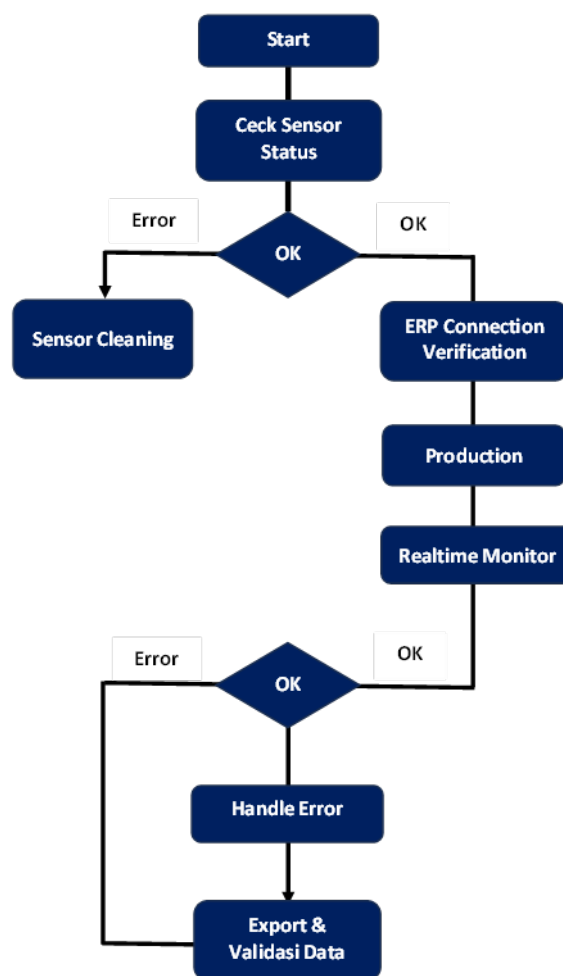
No.	Akar Masalah	Solusi yang Diusulkan
3	Error sensor dan kurangnya pemeliharaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penyusunan checklist pemeliharaan harian, mingguan, bulanan.</li> <li>Penerapan sistem notifikasi digital untuk pengingat jadwal pemeliharaan.</li> </ul>
4	Integrasi CCMS-ERP tidak optimal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengembangan middleware integrasi data real-time antara CCMS dan ERP</li> <li>Uji coba pilot project untuk mengukur efektivitas integrasi.</li> </ul>
5	Lingkungan kerja yang kurang mendukung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penyediaan ruang kontrol dengan sistem pendingin dan sirkulasi udara yang memadai.</li> <li>Peningkatan proteksi perangkat keras (hardware) CCMS.</li> </ul>

*Sumber: Pengumpulan Data*

Pilot project dilakukan pada satu lini produksi selama 1 bulan untuk menerapkan SOP baru, training, integrasi sistem, dan pemeliharaan preventif. Monitoring Key Performance Indicator (KPI) seperti akurasi data, waktu siklus produksi, error rate, dan kepatuhan SOP. Evaluasi Feedback dari operator dan manajemen untuk menyempurnakan solusi. Analisis perbandingan sebelum dan sesudah implementasi untuk menentukan efektivitas solusi.

Pendekatan PDCA diterapkan yaitu Plan: Menyusun rencana implementasi SOP, pelatihan, integrasi sistem, dan pemeliharaan, Do: Melaksanakan pilot project dan monitoring awal, Check: Mengevaluasi hasil implementasi terhadap KPI, Act: Menyempurnakan sistem dan memperluas implementasi ke seluruh pabrik. Sedangkan Indikator Keberhasilan Solusi RCA Adalah sebagai berikut:

- Akurasi data CCMS ke ERP meningkat >95%.
- Kepatuhan SOP operasional meningkat >90%.
- Jumlah error sensor turun hingga <3 kasus/bulan.
- Partisipasi pelatihan operator mencapai 100%.
- Loss material (waste) < 2%.
- Peningkatan kepuasan operator dalam survei evaluasi.



Gambar 3. Flowchart Evaluasi dan Flowchart SOP berbasis RCA

Flowchart ini menggambarkan alur kerja Standard Operating Procedure (SOP) yang dirancang berdasarkan metode Root Cause Analysis (RCA) untuk penerapan CCMS (Computer Control Machining System). Alur ini dimulai dari awal shift hingga akhir shift dengan langkah-langkah sistematis untuk memastikan kinerja yang optimal dan mengatasi akar masalah. Operator memulai shift kerja dan mempersiapkan proses produksi. Sistem memeriksa status sensor untuk memastikan bahwa semua komponen berfungsi normal. Jika Error, lanjut ke Pembersihan Sensor. Jika OK, lanjut ke Inisialisasi CCMS. Operator membersihkan sensor untuk menghilangkan kotoran atau gangguan yang mungkin memengaruhi pembacaan data. Setelah sensor bersih, sistem CCMS diaktifkan dan siap digunakan. Operator atau sistem memeriksa apakah data dapat terhubung ke sistem ERP dengan benar. Produksi berjalan normal berdasarkan pengaturan dan input dari CCMS. Operator memantau performa produksi secara langsung

melalui tampilan data CCMS. Jika terdeteksi Error, masuk ke langkah Handle Error. Jika OK, lanjut ke Export & Validasi Data. Operator melakukan troubleshooting dan penanganan masalah yang muncul, kemudian kembali ke monitoring. Data produksi diekspor dan divalidasi untuk memastikan akurasi dan integritas sebelum shift berakhir. Setelah semua proses selesai dan data tervalidasi, shift kerja ditutup. Dengan RCA ditemukan bahwa SOP belum disesuaikan dan pelatihan operator tidak berjalan sehingga kesalahan data terus berulang. RCA juga menemukan modul integrasi ERP belum tersedia sehingga data CCMS terpisah. Tidak hanya perbaikan teknis (sensor dan data), tetapi juga perbaikan prosedural (SOP), peningkatan kompetensi SDM, integrasi sistem, dan penataan lingkungan kerja. Ini memastikan penerapan CCMS menjadi efektif dan berkelanjutan.

Tabel 4. Data Pengukuran Efektivitas Terkait Permasalahan CCMS

Indikator	Permasalahan Awal	Setelah Implementasi Solusi RCA
Akurasi data ERP	70% (data manual tidak tervalidasi)	96% (sinkronisasi otomatis)
Error sensor	8–10 kali/bulan (sensor kotor)	<3 kali/bulan (SOP pemeliharaan diterapkan)
Kepatuhan SOP	60% (SOP lama, manual)	92% (SOP digital, terintegrasi CCMS)
Partisipasi pelatihan	40% (tidak ada program pelatihan)	100% (pelatihan rutin & mentor shift)
Loss material (waste)	3-7% (manual)	<2% (otomasi)

Sumber: Pengumpulan Data

SOP baru, pelatihan, integrasi ERP, dan checklist pemeliharaan diuji pada satu lini produksi. Hasil validasi menunjukkan perbaikan signifikan pada indikator operasional, membuktikan RCA efektif dalam mengevaluasi dan memperbaiki penerapan CCMS.

Flowchart SOP CCMS berbasis Root Cause Analysis (RCA) ini menggambarkan langkah-langkah utama yang harus diikuti dalam pengoperasian sistem CCMS untuk mendukung penerapan teknologi digital yang efektif di lingkungan produksi. Proses dimulai dengan persiapan awal shift, dilanjutkan dengan pemeriksaan sensor dan koneksi untuk memastikan sistem siap digunakan. Setelah itu, operator melakukan inisialisasi sistem CCMS dan input data produksi, yang akan memicu proses produksi dan monitoring secara real-time. Flowchart ini juga mencakup pengambilan keputusan apabila terjadi error atau gangguan. Jika error terdeteksi, maka operator akan masuk ke proses penanganan error dan troubleshooting menggunakan pendekatan RCA untuk menemukan akar penyebabnya dan melakukan perbaikan yang sesuai. Apabila tidak ada error, maka proses berlanjut ke tahap export dan validasi data produksi, memastikan integritas data untuk keperluan pelaporan dan analisis. Setelah produksi selesai, dilakukan pemeliharaan rutin dan pengisian checklist untuk memastikan kondisi sistem tetap optimal sebelum shift berakhir. Proses ini diakhiri dengan penutupan shift dan dokumentasi hasil kerja. Flowchart ini memberikan gambaran visual yang sistematis dan terstruktur untuk memastikan SOP berjalan sesuai prosedur dan mendukung keberlanjutan penerapan teknologi CCMS.

## 5. Kesimpulan

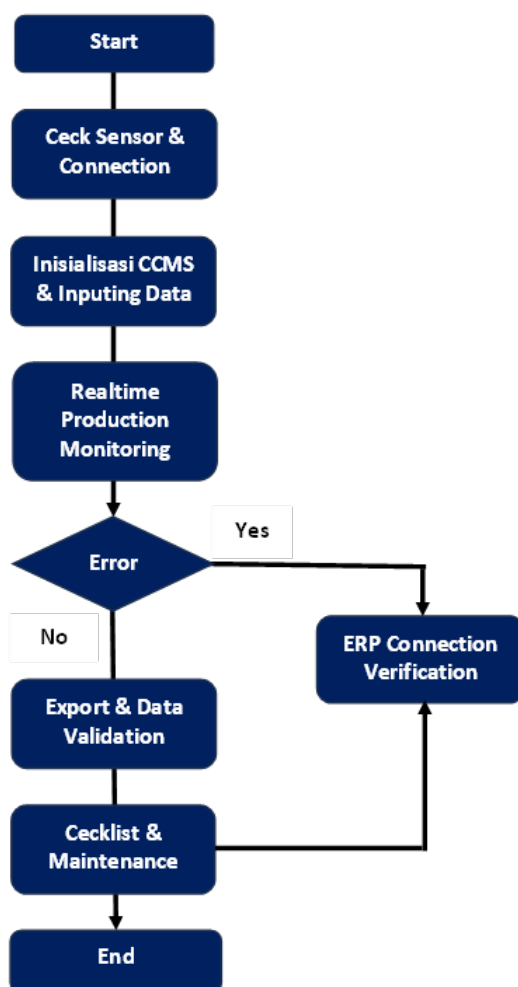
Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap penerapan teknologi informasi Computer Control Machining System (CCMS) di lingkungan PT Wijaya Karya Beton Tbk Pabrik Sumatera Utara, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Alur kerja proses teknologi CCMS yang optimal telah berhasil dianalisis dan dirancang. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan teknologi CCMS harus didukung dengan pembaruan SOP yang menyesuaikan sistem digital, termasuk visualisasi alur kerja yang jelas, integrasi sistem dengan ERP, dan pemeliharaan rutin berbasis checklist. Alur kerja yang optimal mencakup langkah-langkah inisialisasi sistem, pemeriksaan sensor, input data produksi, pemantauan real-time, penanganan error berbasis RCA, validasi data, dan pemeliharaan. Alur ini dirancang untuk meminimalisir error, mempermudah proses produksi, dan mendukung efisiensi operasional.

2. Hambatan-hambatan utama dalam kinerja teknologi CCMS berhasil diidentifikasi. Melalui pendekatan Root Cause Analysis (RCA) yang mencakup Fishbone Diagram dan 5 Why's, ditemukan hambatan utama berupa SOP yang belum diperbarui dan tidak mendukung sistem digital, rendahnya pemahaman operator karena kurangnya pelatihan, sering terjadinya error sensor akibat kurangnya pemeliharaan, integrasi data CCMS dengan ERP yang belum berjalan optimal, dan lingkungan kerja yang kurang mendukung. Identifikasi ini memudahkan penyusunan strategi perbaikan yang komprehensif.

3. Sistem CCMS telah dievaluasi dan diperbaiki berbasis RCA, terbukti meningkatkan efektivitas operasional. Solusi yang dihasilkan mencakup pembaruan SOP digital, pelatihan rutin operator, integrasi sistem CCMS-ERP, penerapan checklist

pemeliharaan, dan perbaikan lingkungan kerja. Hasil uji coba pilot project selama satu bulan menunjukkan peningkatan akurasi data ERP dari 70% menjadi 96%, penurunan error sensor dari 8–10 kali menjadi kurang dari 3 kali per bulan, peningkatan kepatuhan SOP dari 60% menjadi 92%, partisipasi pelatihan mencapai 100%, dan Loss material (waste) turun dari 3-7% menjadi <2%. Hal ini membuktikan bahwa perbaikan berbasis RCA mampu meningkatkan kesesuaian dan efektivitas penerapan CCMS dalam operasional pabrik.



Gambar 4. Flowchart SOP CCMS Berbasis RCA

## References

- [1] Appley, D. W., & Oey Liang Lee, E. (2011). Management: Science and art. *Management Science Quarterly*.
- [2] Athoillah. (2010). Manajemen: Proses perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengawasan. *Jurnal Manajemen Indonesia*, 5(2), 48–57.
- [3] Anita, D., & Ramli, H. (2020). Root Cause Analysis pada Sistem Warehouse Digital di Ritel. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 8(1), 12–19.
- [4] Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta.
- [5] Badan Pengawasan Keuangan. (2002). *Pedoman evaluasi keuangan*. Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan.
- [6] Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2006). *Supply Chain Logistics Management* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- [7] British Retail Consortium. (2012). *Root Cause Analysis Guidelines*. BRC Publishing.
- [8] Cegielski, C. G. (2014). The role of information systems in organizational performance. *Information Systems Journal*, 24(1), 17–37.
- [9] Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- [10] Davis, G. B., & Olson, M. H. (1985). *Management Information Systems*. McGraw-Hill.
- [11] Deming, W. E. (1986). *Out of the Crisis*. MIT Press.
- [12] Fischer, H., Martin, F., & Schafer, J. (2023). Change management frameworks in digital transformation: A systematic review. *Journal of Organizational Change Management*, 36(2), 215–230.
- [13] Gunarto, A. (2023). Penerapan RCA dalam Mengurangi Reject Produk Plastik. *Jurnal Teknik Industri dan Inovasi*, 5(1), 22–30.

- [14] Gunawan, R., Yusuf, T., & Hartono, A. (2020). Root Cause Analysis untuk Meningkatkan Efisiensi Operasi Mesin di Industri Semen. *Jurnal Rekayasa Produksi*, 14(2), 88–95.
- [15] Hadi, S. (2011). *Metodologi Penelitian Evaluatif*. Andi Publisher.
- [16] Hanafiah, R., & Surya, F. (2023). Penerapan Root Cause Analysis untuk Peningkatan Kinerja Sistem Otomasi di Industri Pulp & Paper. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, 10(3), 45–53.
- [17] Harish, A., Kumar, S., & Sharma, V. (2023). Big Data-Driven Decision-Making in Manufacturing via IoT. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 124(1), 102–117.
- [18] Harrington, H. J. (1991). *Business Process Improvement*. McGraw-Hill.
- [19] Hidayat, R., & Rini, S. (2021). Pengaruh Pelatihan SDM terhadap Efektivitas RCA dalam Industri Manufaktur. *Jurnal Sumber Daya Manusia*, 6(1), 39–47.
- [20] Hiatt, J. (2006). *ADKAR: A Model for Change in Business, Government and Our Community*. Prosci Learning Center.
- [21] Kerzner, H. (2013). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (11th ed.). Wiley.
- [22] Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). *Marketing Management* (15th ed.). Pearson Education.
- [23] Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2016). *Management Information Systems: Managing the Digital Firm* (14th ed.). Pearson.
- [24] Lestari, A., & Haryanto, B. (2019). Analisis RCA untuk Menurunkan Kecelakaan Kerja pada Proses Fabrikasi Baja. *Jurnal K3 dan Keselamatan Kerja*, 7(2), 78–86.
- [25] Li, F. (2020). Applying Internet of Things to manufacturing. *Journal of Industrial Information Integration*, 19, 100162.
- [26] Li, J., & Zhang, W. (2020). Root Cause Analysis of Production Delay in CNC-based Manufacturing Line. *International Journal of Production Economics*, 223, 107523.
- [27] Liem, T., & Taufik, R. (2022). Evaluasi Implementasi Sistem Digital Produksi di Pabrik Elektronik. *Jurnal Sistem Informasi dan Industri*, 9(2), 27–34.
- [28] McLeod, R., & Schell, G. (2007). *Management Information Systems* (10th ed.). Prentice Hall.
- [29] Moleong, L. J. (2017). *Metodologi Penelitian Kualitatif (Revisi)*. Remaja Rosdakarya.
- [30] Newell, S., Robertson, M., Scarbrough, H., & Swan, J. (2011). *Managing Knowledge Work and Innovation* (2nd ed.). Palgrave Macmillan.
- [31] Putri, N. A., & Santoso, H. (2021). Penerapan Root Cause Analysis dalam Menurunkan Produk Cacat. *Jurnal Teknik dan Industri*, 13(1), 17–26.
- [32] Wahyudi, A. (2022). Evaluasi Efektivitas Penerapan Digitalisasi Sistem Produksi Menggunakan RCA pada Industri Tekstil. *Jurnal Sistem Produksi dan Manufaktur*, 10(2), 33–41.