



APLICAÇÃO PRÁTICA DA FERRAMENTA SMED EM SALA DE AULA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBIENGE.2025.6290

Autores: NELSON WILSON PASCHOALINOTO, CAIO JORGE GAMARRA, JOYCE ZAMPIROLI SCRIVANO, MARCELO MARQUES GOMES, JORGE KAWAMURA, DAVID GARCIA PENOF

Resumo: A busca constante pelo aumento de produtividade e minimização das perdas são muito praticados pelas empresas. As ferramentas de gerenciamento de sistemas produtivos vão ao encontro a essa abordagem e impactam positivamente no tempo e custo. Neste trabalho, utilizou-se a ferramenta SMED com a tratativa de minimizar os tempos de troca de ferramenta em um processo de pintura didático. A diminuição dos tempos de setup com a aplicação desta metodologia impacta significativamente no processo produtivo e proporciona uma aplicação simples e com grandes ganhos. O intuito de aplicação desta abordagem neste trabalho possui o intuito de mostrar aos estudantes do terceiro ano de Engenharia de Produção uma forma de vivenciar e aplicar conceitos na prática, otimizando processos dentro de sala de aula. Um processo de pintura foi analisado pelos estudantes e uma situação-problema da montagem e desmontagem de um molde de pintura foi escolhida para estudo. A partir das observações e considerações, novas

Palavras-chave: SMED, TRF, Setup, Sistema Toyota de Produção, setup

APLICAÇÃO PRÁTICA DA FERRAMENTA SMED EM SALA DE AULA

Nelson Wilson Paschoalinoto¹ – nelson.paschoalinoto@maua.br

Caio Jorge Gamarra¹ – caio.gamarra@maua.br

Joyce Zampirolli Scrivano¹ – joyce.zampirolli@maua.br

Marcelo Marques Gomes¹ – marcelo.gomes@maua.br

Jorge Kawamura¹ – jorge.kawamura@maua.br

David Garcia Penof¹ – dapenof@maua.br

[1] Instituto Mauá de Tecnologia - IMT
 Praça Mauá, nº 1 – Bairro Mauá, 09580-900, São Caetano do Sul – SP

Resumo: A busca constante pelo aumento de produtividade e minimização das perdas são muito praticados pelas empresas. As ferramentas de gerenciamento de sistemas produtivos vão ao encontro a essa abordagem e impactam positivamente no tempo e custo. Neste trabalho, utilizou-se a ferramenta SMED com a tratativa de minimizar os tempos de troca de ferramenta em um processo de pintura didático. A diminuição dos tempos de setup com a aplicação desta metodologia impacta significativamente no processo produtivo e proporciona uma aplicação simples e com grandes ganhos. O intuito de aplicação desta abordagem neste trabalho possui o intuito de mostrar aos estudantes do terceiro ano de Engenharia de Produção uma forma de vivenciar e aplicar conceitos na prática, otimizando processos dentro de sala de aula. Um processo de pintura foi analisado pelos estudantes e uma situação-problema da montagem e desmontagem de um molde de pintura foi escolhida para estudo. A partir das observações e considerações, novas propostas de molde foram pensadas, projetadas e construídas. Houve um engajamento maior dos alunos, fazendo com que as aulas fossem mais prazerosas e proveitosas. Com a participação ativa, os conceitos do SMED puderam ser melhor investigados e entendidos.

Palavras-Chave: SMED, TRF, Setup.

1 INTRODUÇÃO

Indústrias por todo o mundo utilizam os conceitos do Sistema Toyota de Produção (STP) devido às possibilidades de aumento de eficiência, diminuição de tempos de processamento, resposta rápida às demandas, cultura de melhoria contínua, entre outros benefícios da implementação desta filosofia. Hino (2009) ainda descreve que o STP amplamente reduz custos por meio de eliminação de desperdícios.

Liker e Meier (2014) classificam os desperdícios em 8 diferentes tipos, sendo eles a superprodução, espera, transporte ou transferência, superprocessamento ou processamento incorreto, excesso de estoque, deslocamento desnecessário, defeitos e a não utilização da criatividade dos funcionários. Engenheiros e administradores da produção têm trabalhado em

15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025
CAMPINAS - SP

busca de reduzir estes desperdícios nas empresas em busca de obter resultados mais eficientes das operações.

Para alcançar estes objetivos, diversas ferramentas foram criadas e são utilizadas nas empresas, cada uma com o seu propósito específico. Por exemplo, a abordagem “just in Time” aumenta a produtividade e diminui custos com a filosofia de fazer o que for preciso, quando for preciso e na quantidade necessária (Hino, 2009). Outro exemplo é a Troca Rápida de Ferramentas (TRF ou SMED, do inglês, Single Minute Exchange of Die), cuja aplicação pretende diminuir o tempo de setup das máquinas e aumentar a utilização delas (Leão; Dos Santos, 2009). Fogliatto e Fagundes (2003) ainda acrescentam que o SMED objetiva reduzir tempos de *setup*, o que diminui os tempos não produtivos e favorecem a redução do *Lead Time*.

Esta abordagem foi desenvolvida por Shigeo Shingo e em seu livro ele a descreve como uma abordagem científica para a redução do *setup* (Shingo, 1985). O autor ainda acrescenta que esta metodologia pode ser aplicada em qualquer fábrica ou equipamento.

Por outro lado, Sugai, McIntosh e Novaski (2007) refutam esta ideia dizendo que por razões técnicas econômicas ou organizacionais a implantação do SMED pode não ser possível de implementar.

Fogliatto e Fagundes (2003) explicam em seu trabalho que o SMED é realizado via análise e implementação, buscando a distinção entre as atividades de *setup* interno e externo para, posteriormente, racionalizar os elementos componentes das ações de *setup*. Os autores ainda indicam a necessidade de realização de 8 etapas para o SMED, sendo elas: separar operações internas e externas; converter as atividades de *setup* interno em externo; buscar padronizar a função dos elementos de *setup*; utilizar fixadores funcionais nos equipamentos ou eliminar fixadores; utilizar dispositivos especializados para eliminar ajustes durante o *setup* interno; adotar operações a serem realizadas de forma paralela; buscar otimizar operações eliminando a necessidade de ajustes; e, por último, mecanizar as operações (Fogliatto e Fagundes, 2003)

2 METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado com alunos do terceiro ano do Curso de Engenharia de Produção, na disciplina “Ferramentas de Gerenciamento de Sistemas Produtivos”. Essa disciplina apresenta conceitos do Sistema Toyota de Produção e visa o estudo de aumento de produtividade, minimização de perdas e otimização de processos produtivos.

Essa abordagem tratou de analisar um processo de pintura com moldes, a fim de identificar possíveis dificuldades e problemas na execução da atividade, que resultou no desenvolvimento de um novo molde de pintura buscando minimizar os tempos de *setup* do processo. A figura 1 mostra uma visão geral dos equipamentos envolvidos na atividade. Contou-se com uma cabine de pintura artesanal, criada a partir de uma caixa plástica, montada com um exaustor.

Como suprimento de ar foi utilizado um aerógrafo, além de tintas acrílicas e um molde de pintura. O molde de pintura foi posteriormente analisado pelos alunos como produto passível de melhorias, com a aplicação do SMED.

15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025
CAMPINAS - SP

Figura 1 – Visão geral da atividade de pintura e setup.



Fonte: Dados dos autores.

Para a abordagem metodológica apresentada neste trabalho, foram utilizadas 4 aulas de 100 minutos. Foi definido o uso de uma aula para expor a teoria e exemplos de utilização do SMED, outra aula para os alunos conhecerem a situação problema e averiguar os possíveis problemas. A terceira aula foi para o desenvolvimento do novo molde de pintura e a última foi a análise dos projetos desenvolvidos. Um esquema com estas etapas pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 – Etapas utilizadas para a aplicação do presente estudo.



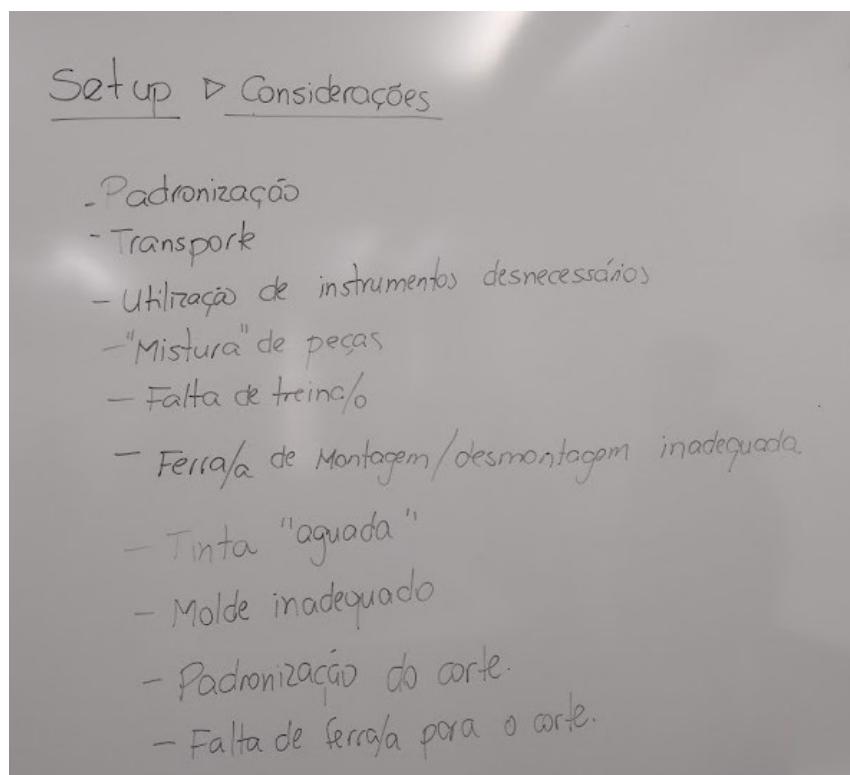
Fonte: Dados dos autores.

Na aula inicial foi apresentada a teoria da “troca rápida de ferramentas” (SMED) por meio de vídeos e exemplos e de sua utilização em ambientes de trabalho, visando a minimização de tempos de setup. Na segunda aula, uma situação-problema foi apresentada

15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025
CAMPINAS - SP

aos estudantes. Nessa abordagem, os alunos vivenciaram uma aplicação de troca de ferramentas em uma cabine de pintura didática. Os estudantes puderam vivenciar os problemas do processo da troca de cor da tinta da pistola de pintura e troca do molde para a pintura. Ainda nessa etapa um roteiro foi preparado pelos estudantes à medida que observavam o professor trabalhando no processo produtivo. Os estudantes puderam observar os problemas do processo da troca de ferramentas e fizeram considerações. Todas as operações foram listadas e os tempos do processo foram anotados. A Figura 3 mostram as principais considerações do processo por eles encontrados.

Figura 3 – Considerações dos estudantes sobre os problemas encontrados na troca de ferramentas.



Fonte: Dados dos autores.

Na terceira aula, os estudantes elegeram um dos problemas encontrados para a aplicação do SMED. O molde de pintura foi o escolhido como um desafio de melhoria, pois foi considerado inadequado para a operação. Nesta ocasião grupos de alunos com 4 integrantes foram instigados a desenvolver um novo projeto de molde para a utilização no processo produtivo. Na aula 4, os grupos apresentaram seus projetos e discussões foram geradas, visando a escolha do melhor projeto para ser inserido no processo atual.

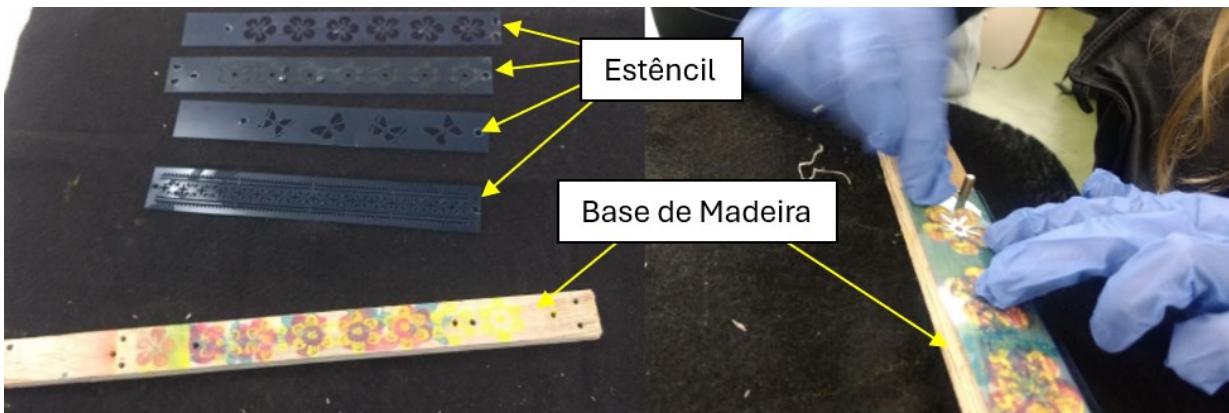
2.1 O molde de pintura

O molde utilizado no processo de pintura foi apresentado aos estudantes de forma prática. Este consiste em uma base de madeira e por um estêncil com formatos de desenhos diversos, presos por parafusos e porcas. De forma proposital, cada estêncil apresenta uma furação diferente para fixação na base de madeira, o que acarreta dificuldades e dúvidas para a sua montagem e desmontagem, possibilitando discussões sobre a padronização dos

15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025
CAMPINAS - SP

processos. A Figura 4 ilustra o molde utilizado e um exemplo de montagem por meio de parafusos.

Figura 4 – Molde de pintura inicialmente utilizado e respectiva montagem.



Fonte: Dados dos autores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com as informações sobre os procedimentos observados anteriormente, os estudantes demandaram maiores esforços em aplicar a metodologia de troca rápida de ferramentas no molde de pintura. Com a observação, os estágios da implementação do SMED foram seguidos.

3.1 Estágios do SMED

Todas as atividades para a montagem do molde foram observadas. A Tabela 1 mostra um exemplo da observação do processo por um grupo de estudantes (Estágio zero). Nessa etapa é enfatizada a necessidade de detalhamento de cada etapa do processo. A Tabela 2 indica a observação dos tempos de cada etapa do processo produtivo (Estágio 1). A tomada de tempo é de suma importância para a metodologia de Troca Rápida de Ferramentas e gera discussões sobre a possibilidade de respectiva redução para otimização e melhor aplicabilidade dos recursos disponíveis.

Tabela 1 – Processos observados no processo produtivo de pintura.

SMED	Estágio 0
Etapa do Processo 1	Encaixe do molde no extensor com o auxílio de parafusos
Etapa do Processo 2	Preparação da tinta (cor + água até chegar na textura de leite)
Etapa do Processo 3	Limpeza dos equipamentos que entraram em contato com a tinta
Etapa do Processo 4	Encaixe do papel entre o molde e o extensor
Etapa do Processo 5	Pintura
Etapa do Processo 6	Limpeza do molde de madeira

Fonte: Dados dos autores.

15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025
CAMPINAS - SP

Tabela 2 – Tempos observados no processo produtivo de pintura.

SMED	Estágio 1
Etapa do Processo 1	Colocar o molde: 1 minuto e 3 segundos
Etapa do Processo 2	Trocar o molde: 2 minutos
Etapa do Processo 3	Preparar a tinta: 2 minutos e 44 segundos
Etapa do Processo 4	Limpar os equipamentos: 59 segundos
Etapa do Processo 5	Pintar: 1 minuto e 25 segundos
Etapa do Processo 6	Limpeza do molde de madeira: 2 minutos e 11 segundos

Fonte: Dados dos autores.

O Estágio 2 contempla a classificação das atividades em internas e externas. As atividades externas são aquelas que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento. Neste caso, a atividade externa é aquela que é executada com o processo de pintura em andamento. Já a atividade interna é aquela em que é preciso parar a operação de pintura para realizar a respectiva etapa do processo. A Tabela 3 indica um exemplo de classificação das atividades por um grupo de estudantes.

Tabela 3 – Classificação das atividades observadas no processo produtivo de pintura.

SMED	Estágio 2
1. Colocar o molde	Atividade Interna
2. Trocar o molde	Atividade Interna
3. Preparar a tinta:	Atividade Interna
4. Limpar os equipamentos	Atividade Interna
5. Pintar	Atividade Interna
6. Limpeza do molde	Atividade Interna

Fonte: Dados dos autores.

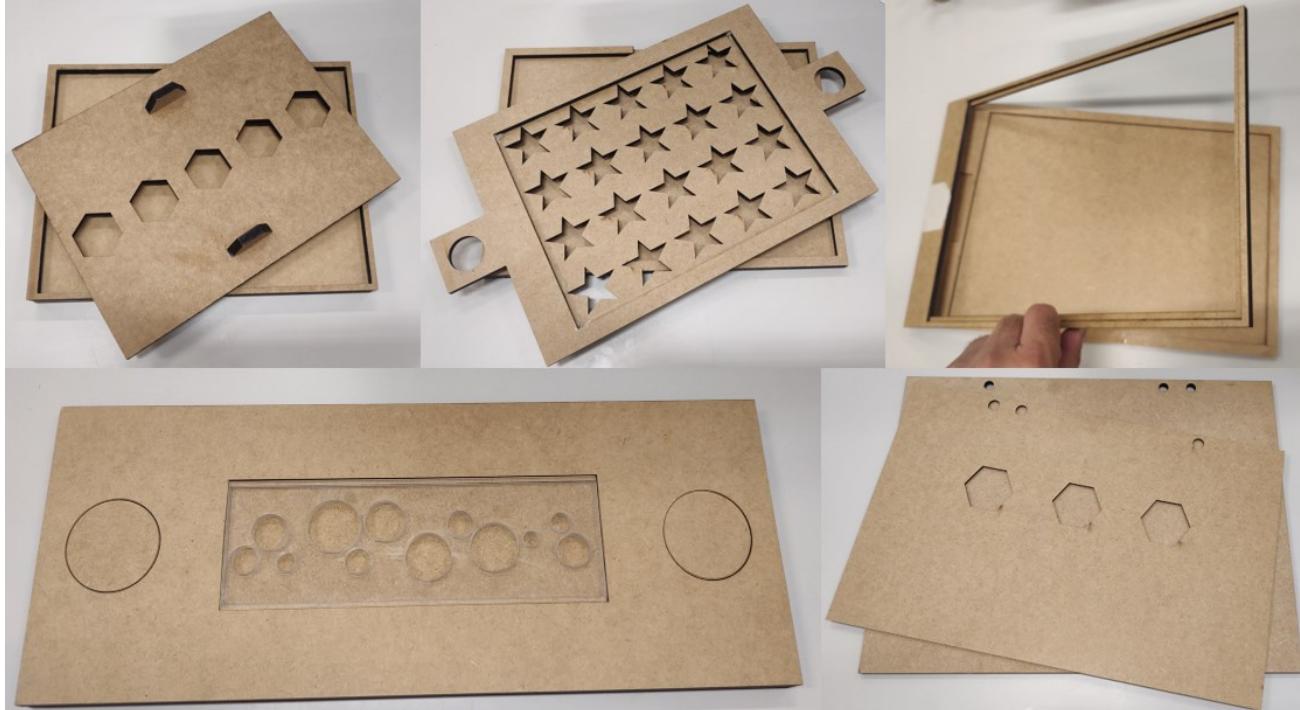
O Estágio 3 é caracterizado pela observação da classificação das atividades do Estágio 2 e verificação de possibilidade de troca de atividade interna para atividade externa. Neste exemplo, nenhuma operação foi passível de mudança, já que todas as operações foram efetuadas por um único operador. Para serem transformadas em atividades externas, seriam necessárias mais pessoas para a realizar tais atividades e não precisar parar o processo. Os Estágios seguintes são a “análise e otimização”, visando a minimização dos tempos de cada atividade, a “padronização dos processos” e a “revisão periódica das etapas e processos”.

3.2 Projeto do novo molde

A partir da aplicação das etapas do SMED os grupos puderam vivenciar um processo real de troca de ferramenta e a proposição de um novo molde foi pautada em suas respectivas experiências de uso. Cada grupo propôs melhorias para o molde utilizado e sua posterior construção. Exemplos destes novos moldes sugeridos e criados podem ser visualizados na Figura 5. Cada projeto possui peculiaridades e distinções, mas todos almejam minimizar os tempos de setup e buscam melhorias em relação ao molde até então utilizado. A apresentação dos projetos e protótipos pelos grupos foi realizada na quarta aula por meio de apresentação do protótipo digital e físico. Os projetos foram desenvolvidos em software CAD de livre escolha e o material utilizado para a fabricação foram placas de MDF e Acrílico.

15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025
CAMPINAS - SP

Figura 5 – Alguns exemplos dos novos moldes sugeridos pelos grupos de estudantes.



Fonte: Dados dos autores.

A próxima etapa e continuidade do trabalho será a utilização destes moldes e análises sobre as vantagens e desvantagens de cada um com a metodologia 3P (Processo de Preparação da Produção).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência em sala com a aplicação do SMED foi uma oportunidade valiosa de unir teoria e prática na formação dos estudantes, possibilitando a construção de um ambiente de troca, reflexão e aperfeiçoamento.

Por meio da atividade, os alunos puderam vivenciar na prática como pequenos desvios, gargalos operacionais e detalhes aparentemente simples do processo podem impactar de forma significativa o sistema como um todo, algo muitas vezes difícil de perceber quando se está apenas no campo conceitual ou técnico.

O reprojeto dos moldes e os demais ajustes realizados ao longo das aulas proporcionaram aos estudantes uma experiência rica em criatividade e análise crítica, estimulando o desenvolvimento dessas competências, além de fomentar habilidades interpessoais (*soft skills*), cada vez mais valorizadas como diferenciais no mercado de trabalho.

15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025
CAMPINAS - SP

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Mauá de Tecnologia pelo incentivo e apoio na execução do trabalho.

REFERÊNCIAS

FOGLIATTO, Flávio Sanson; FAGUNDES, Paulo. **Troca Rápida de Ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso.** Gestão & Produção v.10, n.2, p.163-181, ago. 2003.

HINO, Satoshi. **O pensamento Toyota: princípios de gestão para um crescimento duradouro.** Porto Alegre: Bookman, 2009. E-book. ISBN 9788577805860. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788577805860/>>. Acesso em: 2 jun. 2025.

LEÃO, Silvia Regina Diniz Carneiro; SANTOS, Maurílio José dos. **Aplicação da troca rápida de ferramentas (TRF) em intervenções de manutenção preventiva.** Revista Produção Online, v. 9, n. 1, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/gp/a/B4ndRqgR8768sgb94ZpGptB/>>. Acesso em: 2 jun. 2025.

LIKER, Jeffrey K.; MEIER, David P. **O modelo Toyota: manual de aplicação.** Porto Alegre: Bookman, 2014. E-book. ISBN 9788577800308. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788577800308/>>. Acesso em: 2 jun. 2025.

SHINGO, Shigeo. **A revolution in manufacturing: the SMED system.** Cambridge, MA: Productivity Press, 1985.

SUGAI, Miguel; MCINTOSH, Richard Ian; NOVASKI, Olívio. Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. **Gestão & Produção**, v. 14, p. 323-335, 2007.

PRACTICAL APPLICATION OF THE SMED TOOL IN THE CLASSROOM COBENGE 2025

Abstract: The constant search for increased productivity and waste minimization is commonly practiced in companies. Production systems management tools align with these goals and positively affect manufacturing time and cost. This paper presents Single Minute Exchange of Die (SMED) as a tool to minimize tool changeover times in an educational small-scale painting process. Reducing setup times through this methodology significantly improves the production process and results in substantial gains with straightforward implementation. This work aims to provide third-year Manufacturing Engineering students with practical experience applying theoretical concepts, optimizing processes within the classroom. A painting process was analyzed by the students as a problem scenario involving the assembly and disassembly of a painting mold. Based on their observations and insights, several new mold designs were conceived, developed, and built. This process revealed strong student commitment, making classes more enjoyable and effective. Through active participation, students achieved a deeper understanding of SMED concepts.

Keywords: SMED, Setup, Toyota Production System.

