

Perancangan Sistem Suplai Tanpa Penambahan Tempat di PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia (PT TMMIN)

Christianto Felix Juwono Suganda¹, I Gede Agus Widyadana², Herry Christian Palit³

Abstract: PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia (PT TMMIN) in 2014 is preparing the implementation of new engine type TR-Kai. Additional types of engine TR-Kai need additional type of new components too. Additional types of TR-Kai component means need additional space for placement, but the problem is unavailable space. The supply system design method includes layout change, equipment (material handling) and also system (works cycle) which is delivered well. The countermeasure idea is to change the material handling usage and also implementation direct supply system. Direct supply system in regular working time has reduced lead time almost 2 days of safety stock. Direct supply reduces 33.3% of inefficient handling, reduce hoist usage (safety matter) between 80,2% up to 93.4% each day, and also reduce 81.5% of forklift usage (safety matter). The evaluation result of this system is able to reduce 33.3% of manpower supply and monthly cost saving up to 46.2% with a Break Event Point (BEP) during 4 years 7.5 months.

Keywords: System Design, Direct Supply, Layout, Material Handling, Work Cycle, Safety, Improvement, Man Power Saving.

Pendahuluan

PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia (PT TMMIN) sebagai perusahaan otomotif manufaktur pada tahun 2014 sedang mempersiapkan implementasi *new engine* TR-Kai. *Engine* TR-Kai akan mulai diproduksi pada tahun 2015. Produksi *engine* TR sekarang dan TR-Kai akan berjalan bersama dengan sistem *heijunka* (pemerataan) sesuai permintaan konsumen. Perbedaan antara tipe *engine* TR dan TR-Kai dapat dilihat dari penambahan jumlah varian *component* pada Tabel 1.

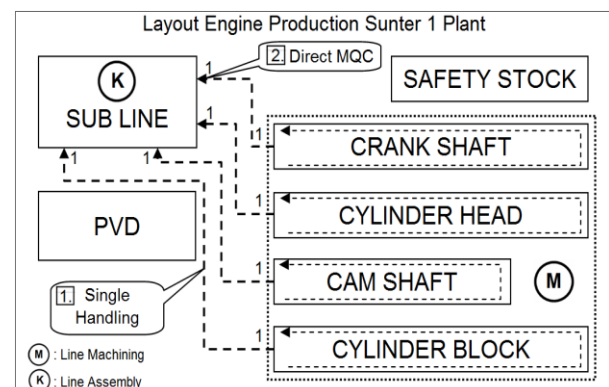
Tabel 1. Perbandingan jumlah tipe *component* sekarang dan kedepan

Type	Current (TR)		Next (TR & TR-Kai)	
	Rough	Finish	Rough	Finish
C/H	2	5	4	9
C/B	2	2	2	2
C/A	2	2	3	3
C/R	2	2	2	2

Penambahan tipe *component* pada Tabel 1 terjadi pada *cylinder head* (C/H) dan *cam shaft* (C/A). Penambahan tipe berarti memerlukan penambahan tempat untuk penempatan tipe *component* baru.

Toyota Production System (TPS) memegang konsep sistem suplai yaitu *one touch handling* (*Ikko Nagashi*), disamping itu kualitas menjadi nomor satu untuk konsumen dengan konsep *build in quality*. Konsep *one touch handling* (*Ikko Nagashi*) ini menerapkan konsep *just in time* dengan sistem tarik satu per satu. *Machining Quality Confirmation* (MQC) dalam TPS harus berjalan secara langsung dengan konsep tidak menerima, membuat dan meneruskan barang cacat.

Gambar 1 merupakan *layout engine production* Sunter 1 *plant* dimana konsep *one touch handling* (kotak nomer 1) dan MQC berjalan secara langsung (kotak nomer 2). Tujuan perancangan sistem suplai terkait penambahan tipe *new engine* TR-Kai agar suplai produksi efisien dan lancar dengan mengutamakan keselamatan. Batasan pembahasan secara terperinci hanya pada sistem suplai *cylinder head*.



Gambar 1. *Layout engine production* Sunter 1 *plant*

^{1,2,3} Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: cfsuganda@gmail.com, gedeaw@gmail.com, herry@peter.petra.ac.id

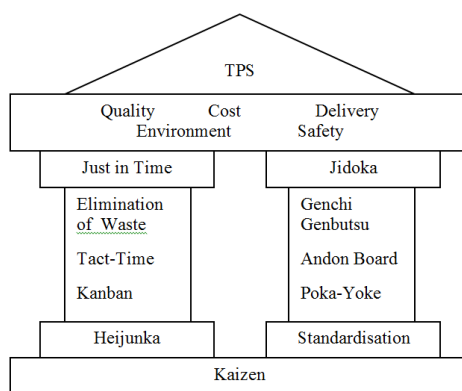
Metode Penelitian

Perbaikan sistem suplai dibuat berdasarkan pembelajaran pada kondisi aktual sekarang di lantai produksi. Metode untuk menyelesaikan permasalahan yang diulas pada makalah ini yaitu *Toyota Business Practices* (TBP). Toyota Institute [1] mengungkapkan terdapat delapan tahapan yang berurutan dalam TBP, yaitu klarifikasi masalah, penjabaran masalah, penetapan target, analisa akar penyebab, perencanaan perbaikan, pelaksanaan perbaikan, evaluasi hasil dan proses, serta standarisasi proses yang berhasil. Standarisasi belum dapat dilakukan dalam makalah ini karena pelaksanaan masih bersifat *trial*. Observasi dilakukan mulai tahap klarifikasi masalah dengan menggunakan tiga metode yaitu turun langsung ke lantai produksi (*genba*), *interview* (*line head*, *group head*, *staff* terkait), serta mempelajari dokumen/data perusahaan.

Studi mengenai konsep produksi yang digunakan oleh Toyota sangat diperlukan sebagai dasar dalam membuat suatu perbaikan. Konsep dasar yang dipelajari yaitu *Toyota Production System* (TPS) dan MUDA. Pembahasan lebih dalam mengenai konsep dasar yang digunakan akan dijelaskan pada sub-bab berikutnya.

Toyota Production System (TPS)

Toyota Material Handling Europe [2] menyatakan bahwa TPS telah dipakai oleh banyak perusahaan di Jepang mulai tahun 1973. Pemikiran awal mengenai TPS sudah dilakukan oleh Sakichi Toyoda pada tahun 1918 dan perancangan TPS dilakukan oleh Taiichi Ohno pada tahun 1953. Inspirasi muncul dari *supermarket* di Amerika yang tidak pernah kehabisan stok karena pengisian stok dilakukan dengan sangat cepat, sehingga konsumen bisa memilih produk yang diinginkan dengan jumlah yang dibutuhkan. Sistem ini sekarang dikenal juga *supply and demand manufacturing* (*lean production*) yang berarti proses produksi dimulai pada saat konsumen sudah memesan. Kerangka pilar TPS dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kerangka pilar *Toyota Production System*

Kedatangan *part* produksi tepat sesuai dengan jumlah kebutuhan *line* produksi disebut juga *just in time* (JIT). Pilar pada Gambar 2 digambarkan bahwa JIT merupakan penyangga dari TPS. *Line* produksi yang menerapkan JIT menggunakan *kanban* untuk melakukan pengisian *part* saat stok menipis. Waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi suatu komponen dicatat sebagai *Tact-Time* yang dimonitor setiap siklus kerja. Detail perubahan produk yang diproduksi pada *line* produksi tidak akan mengalami gangguan dan berjalan serentak yang disebut juga *heijunka*.

TPS juga membahas bagaimana membuat efisiensi terkait *waste processes* dan *waste time* yang disebut juga MUDA. Tujuan utama dari TPS yaitu mengurangi dan mengeliminasi MUDA, sehingga menghasilkan maksimum efisiensi, tidak menimbulkan beban kerja berlebih pada pekerja atau mesin. Hasil dari eliminasi MUDA pekerja dapat lebih fokus menghasilkan produk dengan memperhatikan kualitas.

Pilar kedua yang menyangga TPS pada Gambar 2 yaitu *jidoka* dimana setiap ketidaknormalan dapat terdeteksi dengan cara menghentikan proses produksi sehingga solusi juga dapat ditemukan secepatnya. Setiap informasi dapat diketahui melalui *display* pada papan *andon* yang berfungsi memberikan instruksi pada pihak yang bersangkutan untuk langsung tanggap menangani. Setiap pekerja Toyota selalu didorong untuk memeriksa kondisi semestinya dan menerapkan *genchi genbutsu* yang berarti menuju sumber masalah, mencari akar penyebab dan menyelesaikannya untuk menjamin kualitas produksi. *Standardisation* pada proses manufaktur juga diterapkan pada TPS, pengembangan dan mengandalkan pada tugas kerja, *stream line* proses produksi dan menjaga kekonsistenan kualitas yang terbaik.

Suatu fondasi dari TPS yaitu *kaizen* yang berarti perbaikan secara berkelanjutan. *Kaizen* sebagai asas dianggap sebagai suatu proses sebaik filosofinya. Rapat tetap dilakukan untuk mendorong munculnya ide perbaikan, dengan kata lain dibutuhkan kerjasama tim yang baik berdasarkan pada komitmen. Setiap pekerja juga didorong untuk menerapkan 4S untuk menjaga kebersihan area kerja. TPS memungkinkan Toyota menghasilkan produk manufaktur dengan kualitas yang terbaik, efisiensi biaya produk, pengiriman tepat waktu, tetap menjaga kondisi lingkungan dan standar keselamatan terbaik.

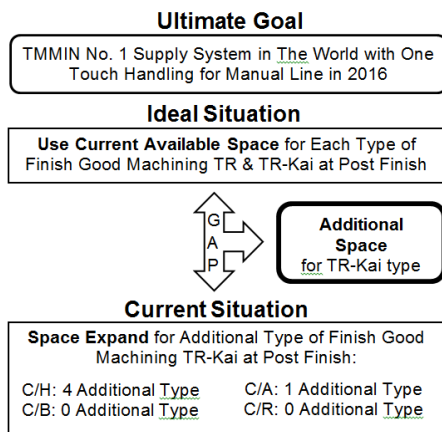
MUDA

Suatu pekerjaan dapat dibagi menjadi tiga, yaitu pekerjaan yang memberikan nilai tambah (*valuable work*), pekerjaan yang tidak memberikan nilai tambah tapi masih diperlukan (*non valuable work*),

serta pekerjaan pemborosan atau *MUDA* (*non valuable work* dan tidak diperlukan). Pekerjaan *MUDA* dalam TPS menurut Toyota Motor Corporation [3] harus dieliminasi. Tujuh jenis *MUDA* dalam TPS diantaranya *MUDA* hasil proses NG (*Not Good*) atau *repair*, *MUDA* produksi berlebih, *MUDA* proses, *MUDA* pengangkutan atau transportasi, *MUDA* stok, *MUDA* gerakan, dan *MUDA* menunggu.

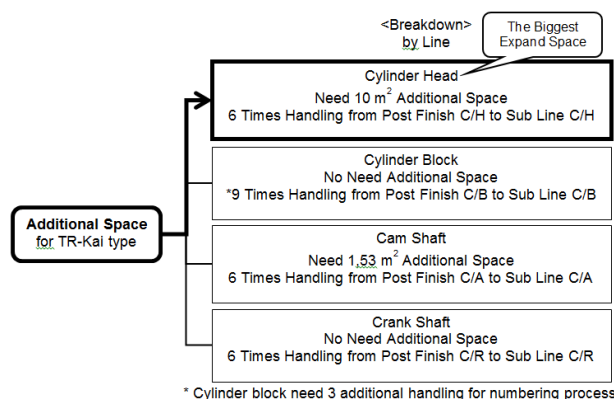
Hasil dan Pembahasan

Analisa dan pembahasan mengikuti delapan tahap dalam *Toyota Business Practices* (TBP), namun standarisasi belum dapat dilakukan karena pelaksanaan masih bersifat *trial*. Tahap pertama dilakukan klarifikasi masalah dari *gap* antara *ideal situation* dan *current situation* seperti pada Gambar 3.



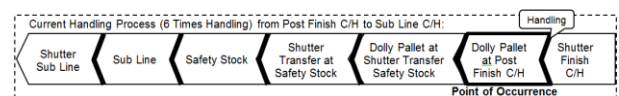
Gambar 3. Klarifikasi masalah

Kondisi ideal yang terbaik yaitu dengan tempat yang tersedia pada pos *finish machining* dapat menampung semua tipe *finished good* baik TR maupun TR-Kai. Kenyataannya pada kondisi sekarang dibutuhkan tambahan tempat di pos *finish machining* untuk tambahan tipe *finished good* TR-Kai. *Gap* yang ditemukan adalah perlunya tambahan tempat untuk tipe *finished good* TR-Kai. Tahap kedua adalah penjabaran masalah untuk menemukan prioritas masalah yang harus segera ditangani seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Penjabaran permasalahan

Penjabaran masalah penambahan tempat pada keempat *machining line* pada Gambar 4, diketahui bahwa *line cylinder head* membutuhkan penambahan tempat terbesar yaitu sebanyak 10 m². Analisa proses *handling* dilakukan dari pos *finish machining* sampai dengan ke *sub line*. Setiap *machining component* memiliki enam kali *handling* kecuali *cylinder block*, karena harus melalui proses penomoran sebelum di kirim ke *sub line*. Penjabaran proses *handling* dari pos *finish cylinder head* sampai dengan ke *sub line* terdapat pada Gambar 5. Proses *handling cylinder head* dari pos *finish cylinder head* sampai dengan ke *sub line* terdapat enam kali *handling* yang ditandai dengan garis tebal (*chevron*).



Gambar 5. Penjabaran proses *handling cylinder head*

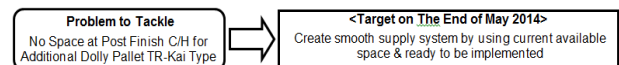
Penentuan *point of occurrence* pada Gambar 5 dilakukan dengan cara *narrow down*. Penjabaran *narrow down* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penjabaran *Narrow Down*

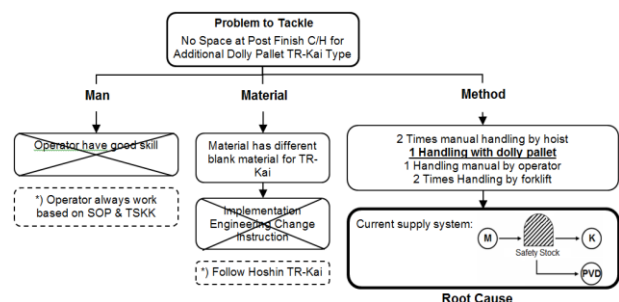
Narrow down	Place						
	Shutter sub line	Sub line	Safety stock	Shutter transfer at safety stock	Dolly pallet at shutter transfer safety stock	Dolly pallet at post finish C/H	Shutter finish C/H
Need additional space	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes	No
No space available	No	No	No	No	No	Yes	No

Penambahan tempat diperlukan di pos *finish cylinder head* untuk *dolly pallet cylinder head* TR-Kai, namun kondisi aktual luas pos *finish cylinder head* tidak mungkin ditambah sebesar 10 m². *Problem to tackle* permasalahan ini adalah tidak ada tempat di pos *finish cylinder head* untuk tambahan *dolly pallet* tipe TR-Kai.

Tahap ketiga adalah penetapan target dari *problem to tackle*, target yang hendak dicapai hingga akhir Mei 2014 terdapat pada Gambar 6. Tahap keempat yaitu analisa akar penyebab seperti pada Gambar 7.



Gambar 6. Setting target

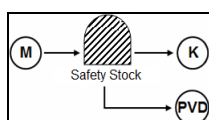


Gambar 7. Analisa akar penyebab

Perjabaran akar penyebab dibagi menjadi tiga, yaitu dari manusia, *material*, dan metode. Manusia dalam hal ini operator, dalam bekerja operator memiliki keterampilan kerja yang baik karena operator selalu bekerja berdasarkan Standard Operation Prosedure (SOP) dan Tabel Standar Kerja Kombinasi (TSKK). Material dalam hal ini *blank material cylinder head* TR-Kai berbeda dengan TR. Penambahan *blank material cylinder head* ini merupakan implementasi dari *Engineering Change Instruction* (ECI). Implementasi ECI sendiri mengikuti *hoshin* TR-Kai. Metode dalam hal ini penjabaran proses *handling*. Penjabaran enam kali *handling* tersebut yaitu dua kali *handling* dengan *hoist*, satu kali *handling* dengan *dolly pallet*, satu kali *manual handling* oleh operator, dua kali *handling* dengan *forklift*. Penggunaan *dolly pallet* disini membutuhkan tambahan tempat sebesar 10 m². Metode *handling* tersebut disebabkan karena suplai *finished good machining* sekarang harus melewati *safety stock* supaya FIFO tetap berjalan. Sistem suplai kondisi sekarang ini menjadi akar penyebab, sehingga dilakukan perbaikan sistem suplai agar tetap dapat menggunakan tempat yang tersedia sekarang. Tahap kelima adalah perencanaan perbaikan sistem suplai berdasarkan kondisi aktual yang berjalan sekarang di lapangan. Tahap perencanaan perbaikan dibagi menjadi tiga yaitu studi sistem suplai kondisi sekarang, ide dan konsep perbaikan, serta perancangan sistem suplai langsung.

Sistem Suplai Kondisi Sekarang

PT TMMIN Sunter 1 Plant membagi area produksi *engine* menjadi *machining line*, *assembly line*, *test bench*, *vanning engine* dan *packing component*. *Machining line* terdiri dari empat line yaitu line *Cylinder Block* (C/B), *Cylinder Head* (C/H), *Cam Shaft* (C/A), dan *Crank Shaft* (C/R). *Line assembly* dibagi menjadi dua yaitu *sub line* dan *main line*. Hasil *finished good machining line* akan dilanjutkan diproses pada *assembly line* dan *packing component*. *Engine* hasil *assembly line* kemudian masuk ke *test bench* untuk dilakukan pengtesan, khusus *engine* ekspor akan dibungkus plastik pada *vanning engine*. Kondisi sekarang sistem suplai yang berjalan yaitu *finished good machining* (M) dari pos *finish* akan dibawa menuju *safety stock* dengan pengaturan sistem FIFO. *Pallet* paling lama dari *safety stock* akan keluar untuk memenuhi permintaan dari *sub line* (K) dan *packing component* (PVD). Pola sistem suplai sekarang terdapat pada Gambar 8.



Gambar 8. Sistem suplai sekarang

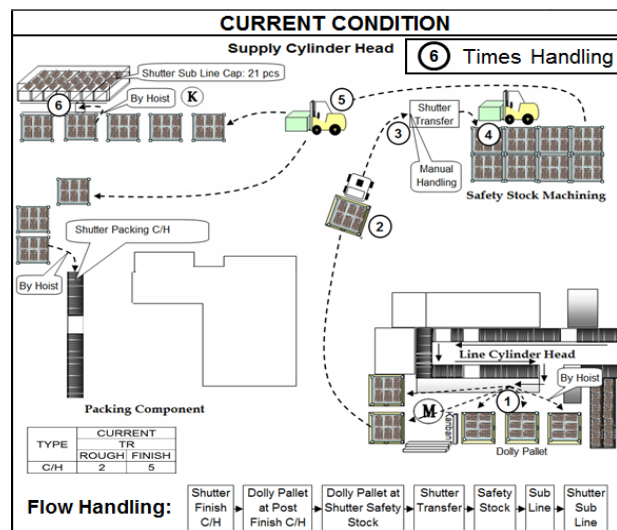
Sistem suplai sekarang berjalan dengan *tack time assembly line* yaitu 90 detik dan *tack time Packing cylinder head* yaitu 105 detik, sedangkan *cycle time line machining* 65 detik. *Machining Quality Confirmation* (MQC) sekarang dilakukan setiap dua jam produksi normal untuk memastikan produksi yang dikirim ke *safety stock* aman. Sistem suplai kondisi sekarang ini mengatasi kekurangan permintaan dengan pengaturan FIFO pada *safety stock* dalam jumlah yang besar. Kapasitas *safety stock* untuk setiap macam *component machining* yaitu selama dua hari produksi.

Kondisi sekarang pada pos *finish cylinder head* terdapat lima *dolly pallet* untuk mengelompokkan lima macam tipe *finished good cylinder head*. *Dolly pallet* memiliki kapasitas untuk menyimpan 18 *finished good cylinder head*, setiap *dolly* yang sudah penuh siap ditarik dengan menggunakan *towing* menuju *safety stock* dan diganti dengan *dolly pallet* yang kosong seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Dolly pallet

Sub line cylinder head menggunakan tujuh lajur *shutter* (*roller*) untuk meletakkan lima tipe C/H. Pembagian tujuh lajur ini berdasarkan jenis *engine* yang nantinya akan dirakit dengan *cylinder head*. Tujuan pengelompokan ini adalah memudahkan operator baik yang mengambil *cylinder head* maupun menyuplai *cylinder head* ke *shutter sub line*. Prinsip dasar yang digunakan dalam mengatur pembagian tujuh lajur *shutter* ini yaitu keseimbangan antara suplai dan permintaan. Sistem suplai *cylinder head* sekarang dijelaskan pada Gambar 10.



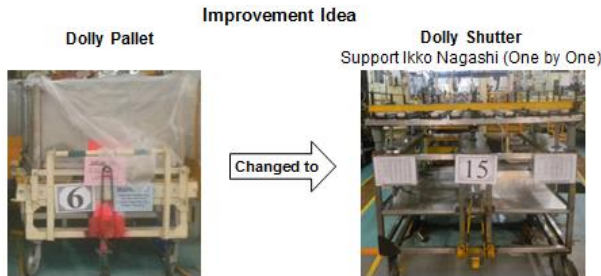
Gambar 10. Sistem suplai sekarang

Sistem suplai *cylinder head* sekarang memiliki enam kali *handling* seperti pada Gambar 10. PT TMMIN berkomitmen menjaga keselamatan kerja menjadi nomor satu. Belajar dari pengalaman sebelumnya bahwa *handling* menggunakan *forklift* dan *hoist* memiliki potensi bahaya. Tugas akhir sistem suplai ini akan meminimalkan penggunaan *forklift* dan *hoist* untuk kondisi suplai normal sehingga keselamatan kerja tetap terjamin.

Ide dan Konsep Perbaikan

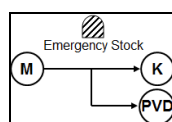
Hasil pembelajaran secara aktual pada kondisi sekarang menjadi dasar perancangan perbaikan. Perbaikan sistem suplai harus memperhatikan beberapa hal diantaranya keselamatan kerja, penambahan tipe *engine* TR-Kai, dan minimal *handling* komponen (optimal *lead time* produksi). Proses pembentukan ide dilakukan dengan *nemawashi* (komunikasi) yang melibatkan seluruh *stakeholder* sampai dengan *level* direktur. Seluruh masukan dari *stakeholder* berpengaruh terhadap pembuatan proposal sistem suplai yang akan direalisasikan.

Ide perbaikan yang disepakati yaitu merubah penggunaan *dolly pallet* menjadi *dolly shutter* seperti pada Gambar 11. Penggunaan *dolly shutter* ini dapat menampung penambahan tipe *finished good machining* TR-Kai.



Gambar 11. Ide Perbaikan

Level up sistem suplai yang disepakati yaitu suplai langsung dari *machining line* (M) ke *sub line* (K) dan *packing component* (PVD) tanpa melewati *emergency stock*. *Level up* suplai langsung ini mengurangi *handling* sehingga mengoptimalkan *lead time* produksi, pola sistem suplai langsung dapat dilihat pada Gambar 12. Sistem suplai langsung pada jam kerja normal berarti tidak memerlukan lagi proses MQC setiap dua jam produksi normal, karena komponen yang dibuat di *machining line* akan langsung dirakit menjadi *engine* di *sub line*. Konsep TPS yang mendasari suplai langsung ini ada dua hal, yaitu *single handling* dan konfirmasi kualitas secara langsung



Gambar 12. Sistem suplai langsung

Perancangan Sistem Suplai Langsung

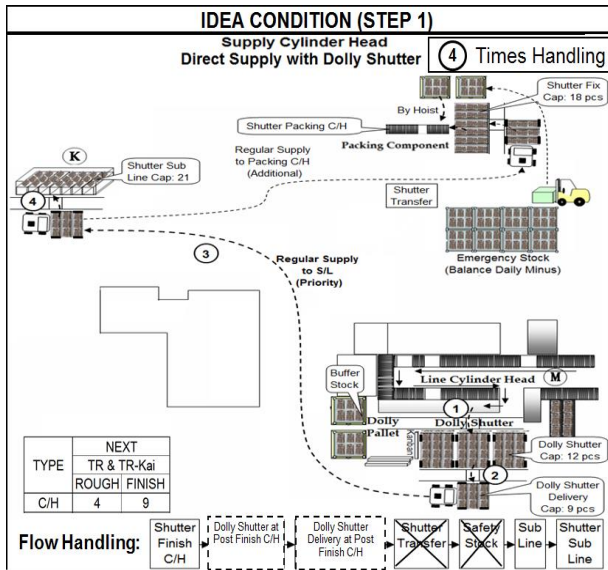
Perancangan sistem suplai *cylinder head* mencakup perubahan *layout*, *equipment* (*material handling*) serta sistem yang harus dikomunikasikan dengan baik sampai dengan operator yang mengerjakan. Hal penting yang perlu diperhatikan dari sistem suplai langsung ini terkait dengan kapasitas *machining line* yang tidak mampu secara langsung memenuhi permintaan *sub line* dan *packing component* secara bersamaan. Kondisi seperti ini berarti *emergency stock* masih tetap dibutuhkan terkait dengan cadangan stok untuk menangani kekurangan kapasitas *machining line*.

Suplai langsung berarti *customer* dalam hal ini *sub line* dan *packing component* harus memberi sinyal kepada *supplier* menggunakan *kanban*. Fungsi *kanban* sebagai penyalur informasi mengenai tipe apa yang sudah digunakan dan harus disediakan kembali untuk siap digunakan. *Kanban* yang digunakan berupa partisi (*dumper*) yang merupakan *equipment* tambahan yang berfungsi sebagai pelindung agar *finished good cylinder head* aman terhadap benturan saat diletakkan pada *shutter*. Ide perbaikan yang disepakati yaitu merubah penggunaan *dolly pallet* menjadi *dolly shutter*. Dasar dari penggunaan *dolly shutter* ini adalah sistem belanja pada pos *finish cylinder head* sesuai dengan permintaan yang dibutuhkan saja. *Dolly shutter* dapat membawa berbagai macam tipe *cylinder head* dalam sekali pengiriman.

Total tipe *cylinder head* yang diproduksi di *machining line* juga mengikuti sebanyak sembilan tipe pada saat implementasi *engine* TR-Kai, oleh karena itu perlu pengelompokkan agar kesembilan tipe *cylinder head* tidak tercampur. Ide pengelompokkan yaitu dengan menggunakan *shutter* yang berarti harus tersedia sembilan lajur *shutter cylinder head*. Pengelompokkan tipe pada setiap lajur *shutter* berfungsi memudahkan dalam belanja dan meminimalkan resiko tercampur dengan tipe *cylinder head* lainnya. Sistem belanja dapat berjalan apabila terdapat *shutter transfer* (*daisha*) yang dapat bergerak bebas pada rel serta memiliki pembuka *stopper* otomatis. *Daisha cylinder head* di *sub line* dapat dilihat pada Gambar 13. Penggunaan *dolly shutter* di pos *finish cylinder head* dapat dikeluarkan dan diganti dengan *dolly pallet* pada saat *overtime*. Ide sistem suplai langsung *cylinder head* dijelaskan pada Gambar 14.



Gambar 13. *Daisha cylinder head* di *sub line*

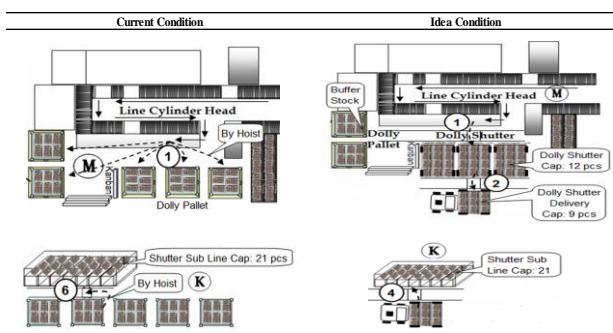


Gambar 14. Ide sistem suplai langsung cylinder head

Sistem suplai langsung *cylinder head* pada Gambar 14 berlaku pada saat jam kerja normal, dimana prioritas suplai *cylinder head* dari pos *finish* langsung menuju *sub line* dengan menggunakan *dolly shutter*. Prioritas suplai ditandai dengan garis tebal putus-putus, sedangkan suplai tambahan ditandai dengan garis tipis putus-putus dari *sub line* menuju *packing component*. *Packing component cylinder head* pada ide perbaikan mendapat suplai juga dari *safety stock* pada kondisi jam kerja normal. Pemandangan *packing component cylinder head* ke daerah *preparation* modul dekat *safety stock* yaitu meminimumkan *handling* area dengan menggunakan *forklift* serta mengurangi jarak *handling* menggunakan *forklift*.

Perbedaan *layout* yang mendasar antara sistem suplai sekarang dan ide perbaikan dapat dilihat pada Tabel 3. Pos *finish cylinder head* pada ide kondisi menggunakan tiga *dolly shutter* yang bisa dikeluarkan dan dapat diganti dengan tiga *dolly pallet* pada saat *overtime*. Pos *finish cylinder head* juga menggunakan *daisha* untuk aktivitas *handling* sehingga membutuhkan *wheel guide* pada posisi masuk dan keluar dari *dolly shutter* pos *finish cylinder head*. *Sub line cylinder head* sudah tidak ada lagi lima *pallet* yang berjajar.

Tabel 3. Perbedaan *layout*



Manfaat yang didapatkan dari sistem suplai langsung yaitu mengurangi dua kali *handling* yang tidak efisien, pengurangan penggunaan *hoist*, meminimalkan kemungkinan tercampur antar tipe *cylinder head*, *just in time*, tanpa *forklift* dan suplai langsung ke *sub line*. *Just in time* berarti kedatangan *finished good cylinder head* tepat sesuai dengan jumlah kebutuhan *assembly* di *sub line*. Perbandingan persentase penggunaan *hoist* dan *forklift* harian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan persentase penggunaan *hoist* dan *forklift* harian

Material handling utilizing	Before	After	Risk potential reduction
Hoist/day	100%	6,6% - 19,8%	80,2% - 93,4%
Forklift/day	100%	± 18,5%	± 81,5%

Penggunaan *hoist* pada saat jam kerja normal sudah tidak diperlukan, sedangkan saat *overtime* penggunaan *hoist* tetap diperlukan. Penurunan potensi resiko penggunaan *hoist* per hari setelah menggunakan sistem suplai langsung berkurang antara 80,2% hingga 93,4%. Persentase penurunan penggunaan *hoist* ini bergantung dari jumlah jam lembur harian. Penggunaan *forklift* untuk suplai menuju *sub line* sudah tidak dibutuhkan. *Forklift* masih dibutuhkan untuk suplai kekurangan produksi *machining line* dari *safety stock* menuju *packing component* dan pengaturan *pallet* pada *safety stock*. Penurunan potensi resiko penggunaan *forklift* per hari setelah menggunakan sistem suplai langsung berkurang sebesar ± 81,5%.

Tahap keenam adalah pelaksanaan perbaikan dalam bentuk *trial* menggunakan *dolly shutter* yang didorong *manual* oleh operator dan dilakukan selama 4 *cycle*. Temuan masalah selama *trial* kemudian dievaluasi mengenai dampak dan cara penanganulangnya. Hasil evaluasi temuan masalah ini belum tuntas dilakukan pemeriksaan dan belum mendapat persetujuan lebih lanjut dari pihak atasan sehingga tidak dapat berlanjut ketahap berikutnya. Tahap ketujuh yaitu dilakukan evaluasi hasil dan proses. Target yang telah disebutkan pada Gambar 6 telah tercapai yaitu dengan membuat sistem suplai yang mampu menyuplai sembilan tipe *cylinder head* dengan menggunakan tempat yang tersedia dan siap diimplementasikan. Tujuan dari perancangan sistem suplai ini tercapai dengan membuat sistem suplai langsung dari *machining line* yang dapat menyuplai semua tipe *component* TR-Kai yang dibutuhkan *sub line* untuk membuat tipe *engine* baru TR-Kai. Sistem suplai langsung ini juga menghilangkan *lead time* dua hari pada *safety stock*, sehingga *lead time* produksi lebih optimal.

Keselamatan kerja juga lebih terjamin karena penggunaan *hoist* berkurang antara 80,2% hingga 93,4% dan penggunaan *forklift* berkurang sebesar \pm 81,5%. Biaya investasi yang dikeluarkan untuk sistem suplai langsung yaitu sebesar Rp 960.000.000,-. Biaya investasi ini perlu diimbangi dengan keuntungan yang didapat dalam hal ini penghematan biaya dari jumlah tenaga kerja dan konsumsi energi. Tenaga kerja yang dapat dihemat sebanyak dua orang. Besar penghematan dari penerapan sistem suplai langsung yaitu Rp 30.117.743,-/bulan dengan *Break Event Point* (BEP) selama 4 tahun 7,5 bulan. Perhitungan BEP memperhatikan tingkat inflasi per tahun sebesar 8,38% dan nilai ekonomis selama 10 tahun.

Simpulan

Sistem suplai langsung dari *machining line* menuju *sub line* yang dibuat mencakup perubahan *layout*, *equipment* (*material handling*) serta sistem (siklus kerja). Sistem suplai langsung untuk keempat *line machining* sudah selesai dibuat atas kerjasama dari berbagai pihak dan hanya *cylinder head* yang sudah masuk tahap *trial*. Sistem suplai langsung ini mampu menyuplai semua tipe *component* TR-Kai dari *machining line* yang dibutuhkan *sub line* untuk

membuat tipe *engine* baru TR-Kai. Perancangan sistem suplai langsung ini mengoptimalkan *lead time* produksi dengan tidak perlu lagi mengendap selama dua hari di dalam *safety stock*. Keuntungan sistem suplai langsung ini yaitu mengurangi jumlah ketidakefisienan *handling* dari pos *finish machining* menuju *shutter sub line* sebesar 33,3%. Keselamatan kerja juga lebih terjamin karena penggunaan *hoist* berkurang antara 80,2% hingga 93,4% dan penggunaan *forklift* berkurang sebesar \pm 81,5%. Hasil evaluasi sistem ini mampu mengurangi tenaga kerja untuk suplai sebesar 33,3% dan menghemat pengeluaran bulanan hingga 46,2% dengan BEP selama 4 tahun 7,5 bulan.

Daftar Pustaka

1. Toyota Institute, Toyota Motor Corporation. (2005). *Toyota Business Practices: Problem Solving (Basic) Ver. 1.3*. Jakarta: Author.
2. Toyota Material Handling Europe. (2012). *Toyota Production System*. Retrieved Desember 17, 2013, from <http://www.toyota-forklifts.eu/en/company/Toyota-ProductionSystem/Pages/default.aspx>
3. Toyota Motor Corporation. (2006). *Toyota Production System: Kaizen Standarisasi Kerja*. Jakarta: Author.

