

## Perbaikan Work Cell XCSPA dengan Metode Lean Six Sigma

Chris Hansen<sup>1</sup>, I Gede Agus Widyadana<sup>2</sup>

**Abstract:** This study discuss about XCSPA product's work cell with lean problem WIP after curing process with the maximum location capacity 2640 pieces. Quality issue with main problem contact resistance has resistance value above 25 mΩ, will impact to product function. This study objective is doing improvement to work cell with Lean Six Sigma Method, for improve lean problem and quality issue. In this research, DMAIC is used to solve the problem, however we did not discuss the Improve step. Value Stream Mapping tool used for knowing value added and non-value added process with improvement opportunity. Quality tool using Process Failure Mode & Effect Analysis (PFMEA) for finding cause of problem and potential problem can be happened in XCSPA Work Cell. Reduction of WIP by rearrange WIP quantity between process that will reducing about 85.49% WIP quantity from VSM current state WIP quantity. Quality issue eliminated by change and modify production process. Eliminate quality issue will impact to CNQ reduction for the reject product. Target achievement stated has accomplish that was reduction of PLT from contribution of WIP reducing, otherwise MDR, PRR still can't be monitored. There's 26 improvement suggestion, with 11 suggestion done, 7 suggestion in progress, 5 suggestion not yet implemented, 3 suggestion aborted.

**Key word:** Lean Six Sigma, Value Stream Mapping, PFMEA, WIP, Quality, DMAIC

### Pendahuluan

PT. Schneider Electric Manufacturing Batam adalah salah satu cabang perusahaan dari Schneider Electric dengan basis perakitan elektronik dengan 3 jenis manufaktur yaitu sensor, elektronik, elektromekanik. Salah satu produk yang diproduksi pada PT. Schneider Electric Manufacturing Batam adalah Safety Switch XCSPA, yaitu *limit switch safety* yang berbahan plastik. Sistem produksi yang diterapkan dalam *work cell* produk XCSPA adalah *pull system* atau berdasarkan *order*. Proses pembuatan produk menggunakan sistem *work cell*, dimana setiap *work cell* dapat memproduksi beberapa jenis produk dalam kelas produk yang sama. Proses produksi yang berjalan berdasarkan pada konsep *Lean Six Sigma* yang diaplikasikan dalam *work cell* Law [5]. Konsep *Lean Manufacturing* yang diterapkan diantaranya fleksibilitas *operator*, sistem produksi *make to order*, "U" line, proses *assembly* secara *one piece flow*, produksi sesuai laju konsumsi konsumen dan adanya *Poka Yoke*. Pada *mainline* memperoleh suplai dari *bench preparation* untuk menghasilkan *S/A body* dan *S/A head* Untuk menunjang proses produksi

dengan adanya proses *gluing* yang membutuhkan proses *curing* selama 24 jam, terdapat *trolley* sebagai lokasi WIP dengan kapasitas maksimal sebanyak 2640 unit untuk *S/A body*. Pada *bench preparation S/A head assembly* terdapat *kanban box* sebagai lokasi WIP dengan kapasitas maksimal sebesar 576 unit. Konsep *Six Sigma* yang diterapkan terdapat proses produksi yang mengusahakan produk yang diproduksi yang sampai kepada Berdasarkan implementasi yang ada pada *work cell*, produk yang dihasilkan memiliki nilai PPM pada MDR yang cukup tinggi yaitu 276.924 unit. Selain MDR terdapat PRR sebanyak 3 kasus dan *product recall* sebanyak 3170 unit mulai dari tahun Agustus 2011 hingga April 2013 serta *daily reject* yang meningkatkan CNQ sebesar 5360 USD. Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah perbaikan kondisi dari proses produksi pada *work cell* produk XCSPA agar dapat mencapai konsep dari *Lean Six Sigma*.

### Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah *Lean Six Sigma* dengan DMAIC sebagai landasan dalam penelitian. Penggunaan *tools* dari konsep *Lean Manufacturing* yaitu *Value Stream Mapping*, konsep *Six Sigma* menggunakan *Control Chart* dan PFMEA.

<sup>1,2</sup> Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: chrishansen2712@yahoo.com, [gede@peter.petra.ac.id](mailto:gede@peter.petra.ac.id)

**DMAIC**

DMAIC adalah *tools* kualitas yang memiliki tahap *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* Montgomery [1]. Tahap dalam DMAIC yang dilakukan hanya sebatas hingga tahap *Improve* dikarenakan keterbatasan waktu penelitian. Pada tahap *Improve* telah diperoleh usulan perbaikan yang belum dan tidak dilakukan serta perbaikan-perbaikan yang telah dilakukan.

**Value Stream Mapping**

Pengukuran pada tahap *Measure* menggunakan *Value Stream Mapping* untuk diidentifikasi *waste* dan permasalahan yang terjadi.

**PFMEA**

PFMEA adalah *Process Failure Mode and Effect Analysis* yang digunakan untuk melakukan analisa pada keseluruhan proses mulai dari *preparation* hingga *mainline* untuk mengetahui potensi permasalahan yang dapat terjadi dan yang sudah terjadi untuk diberikan rekomendasi solusi McDermott [3].

**Control Chart**

*Control Chart* yang digunakan dalam penelitian adalah untuk membuktikan perbaikan yang dilakukan terkait *contact resistance* dapat memberikan dampak.

**Measure**

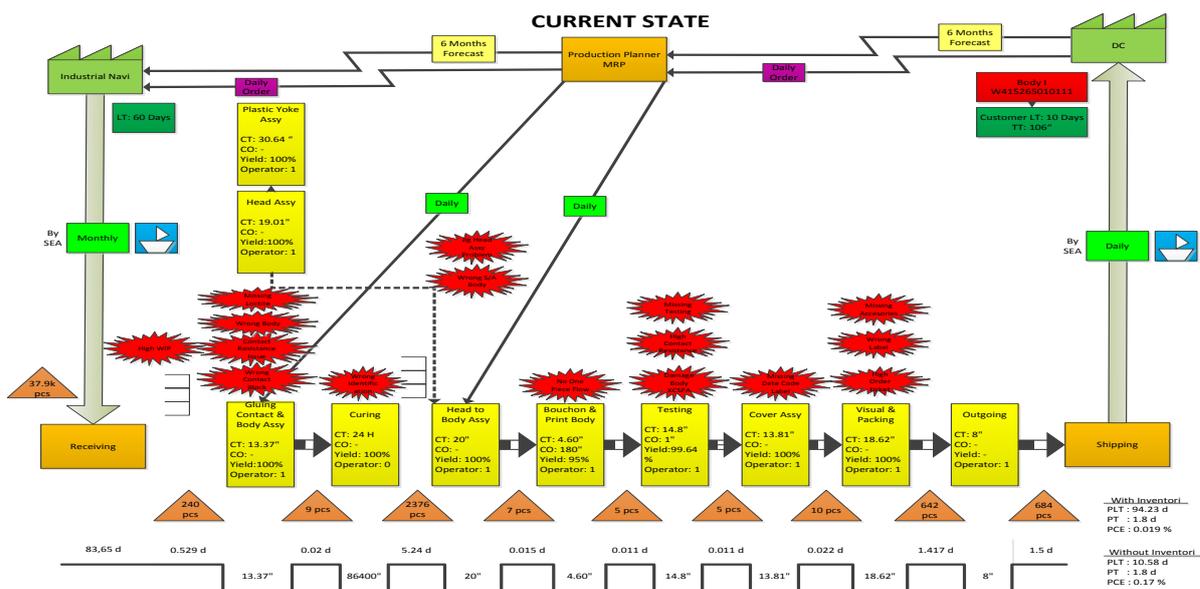
Pengukuran yang dilakukan berdasarkan *Value Stream Mapping* memberikan hasil yaitu nilai WIP dan PLT serta potensial perbaikan yang mempengaruhi PLT.

**Hasil dan Pembahasan**

Perbaikan yang dilakukan agar *work cell* XCSPA mencapai konsep dari *Lean Six Sigma*. Tahap-tahap yang digunakan berdasarkan tahap DMAIC dengan focus utama pada perbaikan kualitas dan penurunan *waste* berupa inventori. Penelitian yang dilakukan hanya pada tahap *Improve* yaitu terkait usulan yang telah dilakukan dan yang belum dilakukan. Terdapat hasil simulasi yang menunjukkan hasil pengujian pada *contact resistance* dengan kondisi menyerupai kondisi setelah perbaikan yaitu dengan proses *riveting*. Analisa biaya terkait hasil perbaikan apabila seluruh usulan perbaikan telah dilakukan.

**Define**

Kondisi *work cell* pada saat ini adalah dengan proses produksi pada *mainline* yang didukung oleh 2 *bench preparation* untuk *part head* dan *body*. Permasalahan yang tidak sesuai dengan konsep *Lean Manufacturing* adalah tingginya PLT yaitu 10 hari dengan kondisi tanpa memperhitungkan inventori dalam *warehouse*. Permasalahan secara kualitas yang terjadi yaitu terdapat 3 kasus MDR dan PRR disertai dengan adanya *product recall* terkait permasalahan kualitas yang utama yaitu isu pada *contact resistance*. Nilai PPM pada kondisi sebelum dilakukannya perbaikan adalah sebesar 76.924 unit.



Gambar 1. Value Stream Mapping Current State

Pada Gambar 1. jumlah WIP yang besar yaitu pada proses *curing* yang disebabkan oleh tingginya jumlah WIP yang ditetapkan untuk menyediakan *S/A body* yang akan disuplai pada *mainline* yaitu sebesar 2376 *pieces* dan pada *S/A head* sebesar 576 *pieces*. Besarnya PLT sebesar 94,23 hari dengan kondisi memperhitungkan inventori dan sebesar 10,58 hari dengan kondisi tidak memperhitungkan inventori. Potensial perbaikan yang mempengaruhi PLT yaitu permasalahan pada *jig*, tidak berjalannya sistem *one piece flow* dan tingginya WIP dalam aliran *material*. Terdapat *waste* dalam aliran *material* yang harus

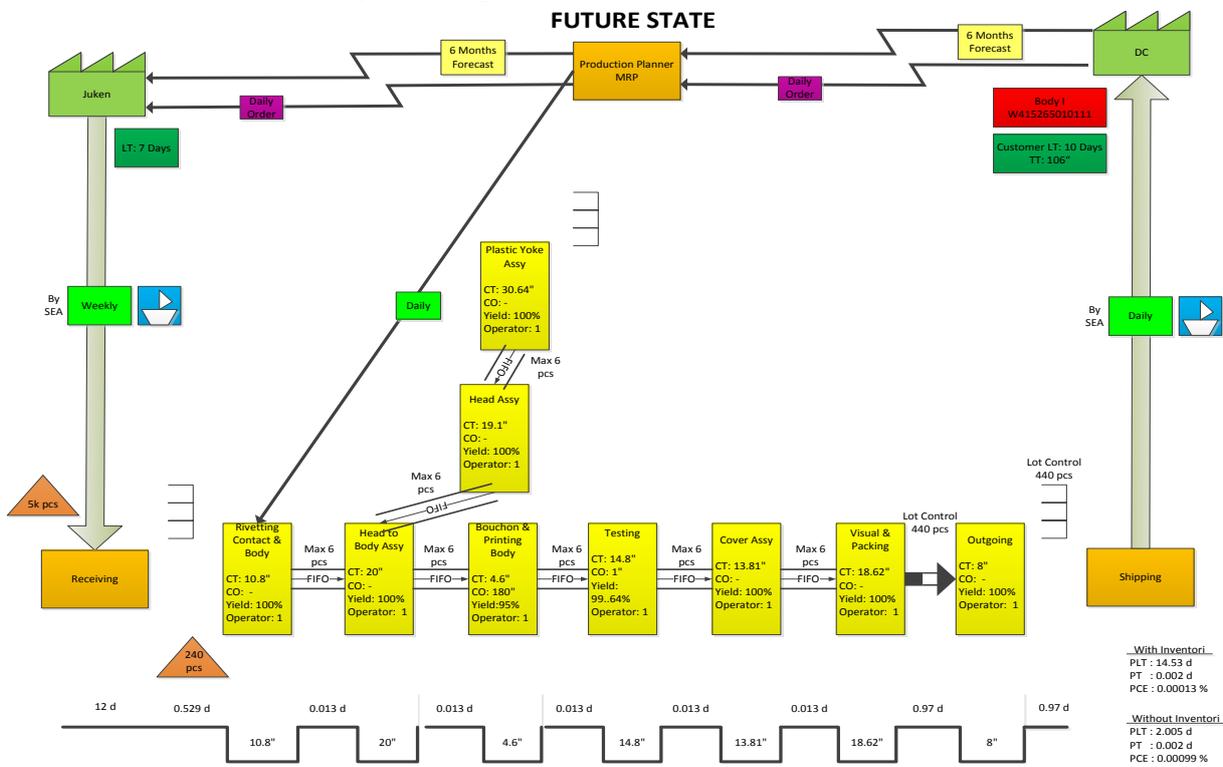
dikurangi agar mencapai konsep *Lean Manufacturing* menurut Wilson [3].

**Analyze**

Analisa yang dilakukan pada keseluruhan proses *assembly* mulai dari *preparation* hingga *mainline* pada setiap *bench* dengan PFMEA. Analisa yang dilakukan memberikan hasil berupa usulan perbaikan dan prioritas perbaikan yang dilakukan. Usulan yang diberikan menghasilkan dampak seperti pada Tabel 1.

**Improve**

Hasil perbaikan dapat digambarkan dalam *Value Stream Mapping Future State* pada Gambar 2 dan Perbaikan kondisi *work cell* setelah perbaikan pada Tabel 1.



Gambar 2. Value Stream Mapping Future State

Tabel 1. Perbedaan Kondisi Work Cell XCSPA pada VSM Current State dan VSM Future State

No	VSM Current State	VSM Future State	Dampak Perbaikan	Keterangan
1	Industrial Navi (Supplier)	Juken (Supplier)	-	<i>in progress</i>
2	Supplier Lead Time 60 hari	Supplier Lead Time 7 hari	Pengurangan <i>lead time</i> sebesar 83%	<i>in progress</i>
3	Shipping by monthly	Shipping by weekly	-	<i>in progress</i>
4	39,7 k inventori warehouse	5 k inventori warehouse	Pengurangan jumlah inventori sebesar 87,4%	<i>in progress</i>

Tabel 1. Perbedaan Kondisi Work Cell XCSPA pada VSM Current State dan VSM Future State (sambungan)

No	VSM Current State	VSM Future State	Dampak Perbaikan	Keterangan
5	16 <i>Burst</i>	2 <i>Burst Remaining</i>	Pengurangan <i>Burst</i> sebanyak 87,5%	2 <i>burst not implemented due to high investment cost</i>
6	Contact to Body Assembly by Gluing Process	Contact to Body Assembly by Riveting Process	Hasil <i>resistance test</i> stabil dan pengurangan WIP pada <i>curing</i> sebesar 2640 <i>pieces</i>	<i>done</i>
7	Terdapat <i>curing process</i>	Tidak terdapat <i>curing process</i>	Mengurangi jumlah WIP S/A body sebanyak 2640 <i>pieces</i>	<i>in progress</i>
8	3 <i>bench preparation</i> , 1 <i>mainline</i>	1 <i>mainline</i>	Reduce <i>layout space</i>	<i>in progress</i>
9	Jumlah WIP antar <i>bench</i> bervariasi	Jumlah WIP antar <i>bench</i> 6 <i>pieces</i> dengan sistem FIFO	Pengurangan sebesar 98,25% WIP dengan akumulasi pengurangan WIP proses <i>curing</i>	<i>done</i>
10	2 <i>point schedule</i>	1 <i>point schedule</i>	-	<i>in progress</i>
11	Maksimum <i>lot</i> pada Tiket 880 <i>pieces</i>	Maksimum <i>lot</i> pada tiket 440 <i>pieces</i>	Jumlah produk pada tiket maksimal 440 <i>pieces</i> , pengurangan WIP pada <i>outgoing</i> sebesar 31,78%	<i>done</i>
12	PLT dengan inventori 94,23 hari	PLT dengan inventori 14,53 hari	Penurunan PLT sebesar 84,58 %	<i>done</i>
13	PT dengan inventori 1,8 hari	PT dengan inventori 0,002 hari	Penurunan PT sebesar 99,88%	<i>done</i>
14	PCE dengan inventori 0,019 %	PCE dengan inventori 0,00013%	Penurunan PCE sebesar 99,31%	<i>done</i>
15	PLT tanpa inventori 10,58 hari	PLT tanpa inventori 2,005 hari	Penurunan PLT sebesar 81,04 %	<i>done</i>
16	PT tanpa inventori 1,8 hari	PT tanpa inventori 0,002 hari	Penurunan PT sebesar 99,88%	<i>done</i>
17	PCE tanpa inventori 0,17 %	PCE tanpa inventori 0,00099%	Penurunan PCE sebesar 99,41%	<i>done</i>
18	Menggunakan <i>part body</i> tipe 1	Menggunakan <i>part body</i> tipe 1 dengan desain baru	-	<i>in progress</i>
19	<i>No one piece flow process</i>	<i>One piece flow</i>	Proses dapat berjalan dengan sistem <i>one piece flow</i>	<i>done</i>
20	<i>No Poka Yoke for body &amp; contact block part</i>	<i>Poka Yoke for body &amp; contact block part</i>	Mencegah kesalahan penggunaan <i>part body</i> dan <i>contact block</i>	<i>done</i>
21	KE 68%	KE <i>estimated</i> > 68%	-	<i>in progress</i>
22	Tidak terdapat tes aktuasi head pada produk	Terdapat tes aktuasi head pada produk	Mencegah Sticking head	<i>done</i>
23	Tidak terdapat <i>cylinder</i> untuk <i>stopper</i> pada <i>continuity tester</i>	Terdapat <i>cylinder</i> untuk <i>stopper</i> pada <i>continuity tester</i>	Proses <i>testing</i> dijalankan dengan sistem <i>one piece flow</i>	<i>done</i>
24	Probe pada <i>resistance tester</i> dengan posisi fleksibel	Probe pada <i>resistance tester</i> dengan posisi permanen	Hasil <i>resistance test</i> stabil dan akurat	<i>done</i>

**Tabel 1.** Perbedaan Kondisi Work Cell XCSPA pada VSM Current State dan VSM Future State (sambungan)

No	VSM Current State	VSM Future State	Dampak Perbaikan	Keterangan
25	3 MDR, 3 PRR, CNQ 5360,1 USD	Estimate 0 MDR, 0 PRR, CNQ < 5360,1 USD	-	<i>in progress</i>
26	Jumlah <i>material</i> dalam proses dan <i>warehouse</i> 42.454 <i>pieces</i>	Jumlah <i>material</i> dalam proses dan <i>warehouse</i> 6.156 <i>pieces</i>	Penurunan jumlah <i>material</i> sebanyak 85,49%	<i>in progress</i>

Inventori pada gudang untuk *part body* W415265010111 terjadi penurunan untuk mengurangi jumlah inventori dalam gudang sehingga menjadi sebesar 5000 *pieces* dan akan mengurangi PLT secara signifikan. *Forecast* yang diberikan konsumen berkisar 2500 unit produk untuk setiap minggunya. Juken yang merupakan supplier setelah lokalisasi dan pemindahan *tool* dalam wilayah yang dikategorikan lokal, memiliki lead time produksi hingga pengiriman selama 1 minggu dan interval pengiriman dapat dilakukan setiap minggu. Kondisi inventori seharusnya adalah sejumlah 2500 *pieces part*, akan tetapi secara sistem perusahaan dengan kondisi *supplier* lokal maka dalam sekali pemesanan dengan jumlah *part* 5000 *pieces* atau sama dengan 2x jumlah yang dibutuhkan. Pertimbangan dari melipatgandakan jumlah inventori adalah untuk berjaga-jaga selama 1 minggu apabila terdapat permasalahan pada *supplier* dan rasio perkalian berdasarkan lokasi dari *supplier*. Pada VSM *future state* tertera hanya 5000 unit karena terakumulasi dengan sisa inventori sebelumnya, WIP, inventori pada *kanban* dan produk jadi yang ada dalam proses.

Jumlah inventori yang berkurang diasumsikan solusi lokalisasi untuk pembuatan *part body* terealisasi. Pengiriman *part body* berubah dari pengiriman dalam setiap bulan menjadi setiap minggu. Sistem pemberian tiket secara manual hanya diberikan pada *mainline* karena proses dapat berjalan secara *one piece flow*. Secara umum proses yang akan berjalan secara *one piece flow* dengan *bench* yang berderet adalah *mainline* dengan *bench preparation* untuk head, sedangkan proses *riveting* memberikan suplai yang berjalan bersamaan. Untuk dapat menjalankan proses suplai *body* yang telah mengalami proses *riveting* dengan membuat *conveyor* dengan *motor*. Penerapan penggabungan *bench* menjadi 1 *work cell* dapat meningkatkan efisiensi karena terdapat proses yang menjadi *bottleneck* dapat disuplai dengan baik karena adanya *flexibility operator*. Peningkatan efisiensi dapat terjadi dari yang sebelumnya hanya sebesar 68%. Jumlah WIP antar *bench* yang sebelumnya tidak teratur dibuat menjadi maksimal 6 *pieces* antar *bench* dengan sistem *first in first out*. Perubahan jumlah WIP antar *bench* mempengaruhi angka PLT pada kondisi VSM *future state*. Perubahan jumlah *lot* untuk produk yang akan disalurkan menuju lokasi *outgoing* sebesar 440 *pieces* dan dengan jumlah yang menunggu setelah proses pada *outgoing inspection* sebesar 440 *pieces*.

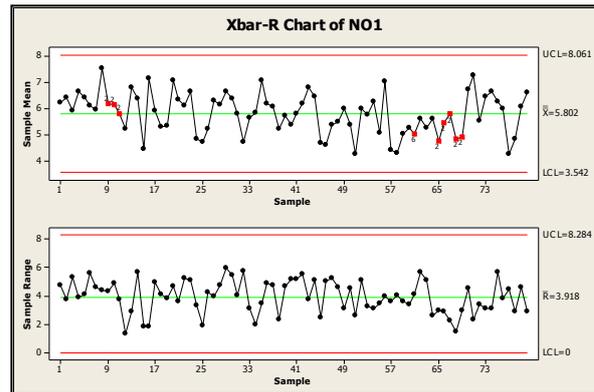
Berdasarkan kondisi setelah implementasi terdapat 2 permasalahan pada VSM *current state* yang tidak diimplementasikan karena membutuhkan investasi dengan dampak yang tidak terlalu besar. Oleh karena itu tidak terdapat *ball bearing* untuk menahan *jig* dan dispenser dari *date code label* yang dapat keluar secara otomatis. Penerapan *one point schedule* telah dilakukan sehingga pada bagian *production planning* hanya perlu melakukan *planning* pada *mainline*. Lokalisasi yang dilakukan diiringi dengan penggantian desain *part body* yang memungkinkan untuk menerapkan proses *riveting*. Terdapat implementasi *Poka Yoke* untuk mencegah kesalahan penggunaan *body* dan *contact block* pada proses *riveting*. Terdapat penambahan proses pada *bench cover assembly* yaitu melakukan *testing* aktuasi pada *head* dengan *key*. Pada *bench testing* terdapat modifikasi pada *tester* yaitu modifikasi pada *continuity tester* yang terdapat *cylinder* yang terintegrasi dengan *resistance tester*. Apabila kondisi hasil testing produk telah stabil setelah seluruh implementasi dilakukan maka proses *resistance testing* dapat dihilangkan.

Penghitungan PLT, PCE dan PT dilakukan dalam 2 kategori yaitu dengan adanya inventori dan tidak adanya inventori pada gudang. Hasil penghitungan PLT memperhitungkan inventori diperoleh 14,53 hari dengan PT 0,002 hari dan PCE 0,00013%. Hasil perhitungan PLT dengan tidak memperhitungkan inventori diperoleh 2,005 hari dengan PT 0,002 hari dan PCE 0,00099. Terjadi penurunan pada PT, PLT dan kenaikan pada PCE yang menjadi indikator adanya dampak yang ditimbulkan dari solusi yang dijalankan dan apabila terealisasi. Penurunan secara signifikan dipengaruhi oleh jumlah WIP yang menurun dengan adanya lokalisasi dan pengaturan jumlah WIP sehingga total material menjadi 6.156 *pieces*. Harapan setelah solusi dilaksanakan adalah tidak adanya kasus MDR dan PRR yang terjadi untuk kasus yang sama yang telah dianalisa. Berdasarkan penghitungan PLT dengan tanpa memperhitungkan inventori, diperoleh informasi untuk menyelesaikan permintaan dari konsumen dapat dilakukan dalam 2 hari. Apabila melihat dari KPI yang ada pada *project charter* 2 hari yang diperoleh dari kondisi awal maka dapat memenuhi target yang ada. MDR dan PRR secara otomatis berkurang atau tidak sama sekali. Penerapan solusi yang berdampak pada biaya yang dikeluarkan untuk menangani produk yang *reject* termasuk *Cost Non Quality* (CNQ) akan berkurang.

Penggabungan bench menjadi 1 lokasi dapat mengurangi penggunaan lokasi yang ada pada kondisi sebelumnya seperti proses *gluing* yang memakan banyak lokasi untuk proses *curing*. Aktivitas *value added* berupa Process Time (PT) pada kondisi VSM *current state* selama 1,8 hari dan pada kondisi VSM *future state* selama 0,002 hari, sehingga terjadi penurunan sebesar 99,88% aktivitas *value added*. Aktivitas *non-value added* pada kondisi VSM *current state* adalah selama 92,415 hari dan pada kondisi VSM *future state* selama 14,51 hari, sehingga terjadi penurunan sebesar 84,29%. Berdasarkan aktivitas *value added* dan aktivitas *non-value added* terjadi penurunan dari kondisi awalnya.

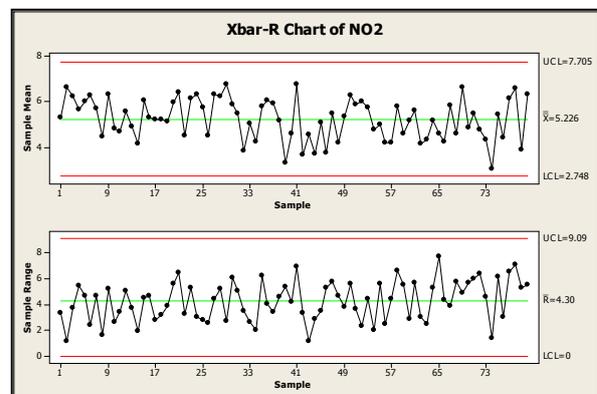
### Simulasi Pengujian Contact Resistance

Berdasarkan kondisi proyek dimana proses *riveting* belum diterapkan maka seharusnya belum dapat dilakukan *Statistical Process Control* (SPC). Akan tetapi dibutuhkan pembuktian kondisi *contact* pada *part body* yang mengalami proses *rivet* yang tidak terpengaruh evaporasi tidak memiliki *contact resistance* yang tinggi. Konsep yang digunakan untuk melihat stabil atau tidaknya nilai *resistance* tetap menggunakan SPC dengan *tools control chart* menurut Montgomery [1]. Untuk membuktikan kondisi dari *contact resistance* dengan kondisi menyerupai setelah proses *rivet* dilakukan simulasi dengan kondisi yang menyerupai *subassembly part* setelah proses *rivet*. Kondisi *part body* dan *contact block* dikondisikan menyerupai kondisi *contact block* setelah mengalami proses *riveting*. Kondisi *part body* dan *contact block* yang digunakan sebagai sampel pengujian adalah *contact block* yang diletakkan pada *part body* yang diberi tisu agar posisi *contact block* stabil. Untuk mengetahui fungsi *change state* maka *head* dipasangkan pada *body* sesuai dengan proses yang sebenarnya. Apabila dengan kondisi yang menyerupai ini menunjukkan hasil yang stabil maka solusi penerapan proses *rivet* dipercaya akan mereduksi bahkan mengeliminasi *contact resistance issue*. SPC yang dilakukan bertujuan untuk memastikan apakah *resistance* dari *contact block* tidak melebihi 25 mΩ dan tidak memiliki variasi yang cukup besar. Pengukuran yang dilakukan pada produk XCSA yang menggunakan salah satu dari 2 jenis *contact block* yaitu NC dan NO. Setiap fungsi dari *contact block* diukur berapa besar *resistance* sehingga untuk 1 *contact block* terdapat 2 pengukuran.



Gambar 3. Control Chart X dan R Data Contact Resistance NO1 Fase 2

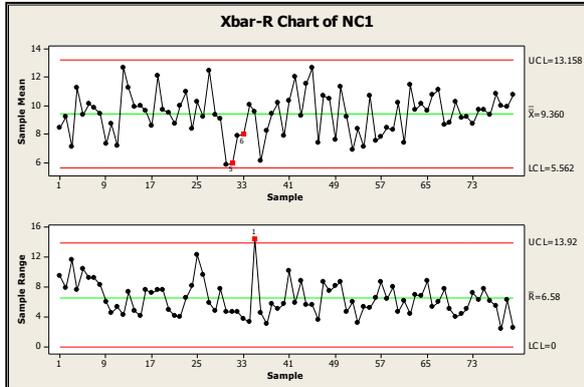
Pada R-Chart menunjukkan data *contact resistance* NO1 masih dalam batas spesifikasi yang ditetapkan, sama halnya dengan data dalam X Chart. Berdasarkan *control chart* yang diperoleh dapat disimpulkan *contact resistance* masih berada pada dalam batas spesifikasi dan masih terdapat variasi. Pada *plot* yang tertanda warna merah pada Gambar 3 dikategorikan melanggar *run rules 2 & 6*. *Run rules 2* yaitu 2 dari 3 data berada diatas batas dari batas peringatan 2 sigma akan tetapi masih dalam *control limit*. *Run rules 6* yaitu terdapat 15 data yang berada pada 1 baris pada 1 zona.



Gambar 4. Control Chart X dan R Data Contact Resistance NO2 Fase 2

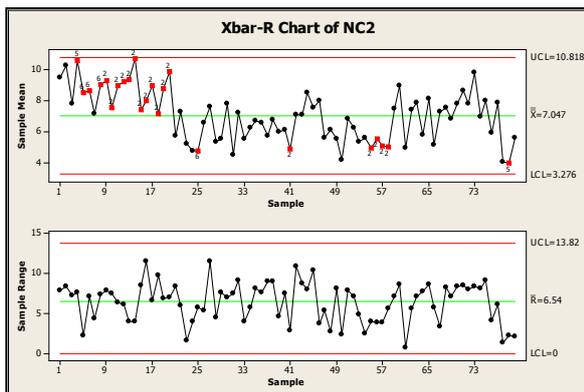
Pada R-Chart menunjukkan data *contact resistance* NO1 masih dalam batas spesifikasi yang ditetapkan, sama halnya dengan data dalam X Chart. Berdasarkan *control chart* yang diperoleh dapat disimpulkan *contact resistance* masih berada pada dalam batas spesifikasi dan masih terdapat variasi. Pada Gambar 4 hasil *plot* pada fase 2 untuk NO1 dan NO2 menunjukkan hasil *resistance test* masih dalam batas yang terkendali, meskipun masih dalam kondisi yang menyerupai hasil proses *rivet* sebenarnya. Berdasarkan hasil yang diperoleh *resistance test* dapat dihilangkan

apabila ketika selesai implementasi proses *rivet* dilakukan hasil *resistance test* masih stabil dalam batas kendali. Untuk kondisi saat ini masih belum dapat dikatakan benar-benar *valid* apabila diputuskan bahwa setelah proses *rivet* maka *contact resistance* akan stabil.



**Gambar 5.** Control Chart X dan R Data *Contact Resistance* NC1 Fase 2

Pada R-Chart menunjukkan data *contact resistance* NC1 terdapat data diluar batas spesifikasi yang ditetapkan, yang menandakan masih belum stabilnya *contact resistance*. Pada  $\bar{X}$  Chart terdapat sampel data yang tergolong variasi *special cause* yang masih dalam batas kontrol akan tetapi dikategorikan dalam kejadian yang tidak normal. Pada *plot* yang tertanda warna merah pada Gambar 5 dikategorikan melanggar *run rules* 1,2 & 6. *Run rules* 1 yaitu terdapat 1 atau 2 data yang melebihi batas spesifikasi. *Run rules* 2 yaitu 2 dari 3 data berada diatas batas dari batas peringatan 2 sigma akan tetapi masih dalam *control limit*. *Run rules* 6 yaitu terdapat 15 data yang berada pada 1 baris pada 1 zona.



**Gambar 6.** Control Chart  $\bar{X}$  dan R Data *Contact Resistance* NC2 Fase 2

Pada R-Chart menunjukkan data *contact resistance* NC2 masih dalam batas kontrol, akan tetapi pada  $\bar{X}$  Chart terdapat variasi dari *special cause* yang terkendali dan tidak terkendali. Berdasarkan *control chart* yang diperoleh dapat tidak

terdapat data *contact resistance* NC2 yang berada diluar batas kendali dan masih terdapat variasi. Pada *plot* yang tertanda warna merah pada Gambar 6 dikategorikan melanggar *run rules* 2, 5 & 6. *Run rules* 2 yaitu 2 dari 3 data berada diatas batas dari batas peringatan 2 sigma akan tetapi masih dalam *control limit*. *Run rules* 5 yaitu terdapat 6 data dalam satu baris yang stabil terus meningkat atau menurun. *Run rules* 6 yaitu terdapat 15 data yang berada pada 1 baris pada 1 zona. Hasil monitor yang diperoleh dari NC1 dan NC2 disimpulkan masih tidak stabilnya nilai *contact resistance* yang dihasilkan setelah proses *assembly*. Apabila mengacu pada hasil ini maka hasil proses *rivet* berpotensi terjadi hal yang sama yaitu ketidakstabilan *contact resistance*. Akan tetapi ketidakstabilan yang terjadi dapat disebabkan oleh faktor variasi hasil *assembly* komponen *contact block* dan hasil *assembly contact block* dan *part body*. Variasi hasil *assembly* komponen *contact block* apabila dilakukan verifikasi masih berada dalam batas kendali. Kemungkinan yang berpotensi adalah hasil *assembly* dengan kondisi yang menyerupai proses *rivet* dapat saja berbeda dengan hasil proses *rivet* sebenarnya. Masih terdapat kemungkinan setelah proses *rivet* diterapkan hasil *contact resistance* dapat stabil tetapi perlu dilakukan kontrol pada kondisi sebenarnya untuk agar hasil yang diperoleh *valid*. Secara keseluruhan tidak terdapat hasil testing yang melebihi spesifikasi yang ditentukan yaitu 25 mΩ. Oleh karena itu implementasi proses *riveting* memiliki kemungkinan mengeliminasi *high contact resistance* dan variasi nilai *contact resistance*.

**Analisa Biaya**

Kergian yang dibahas dalam analisa biaya adalah kerugian yang disebabkan karena isu dari *contact resistance*. Kerugian yang telah diterima perusahaan berupa *Cost Non Quality* mulai dari bulan Juli 2011 hingga April 2013 yaitu dengan total 5360,1 USD. Kerugian lainnya yang diterima perusahaan yaitu adanya *product recall* yang menyebabkan kerugian sebesar 17.867 USD. Selain terdapat kerugian yang diterima, setelah dilakukannya perbaikan dan dengan kondisi *layout work cell* diperoleh pengurangan biaya inventori yang terjadi. Pada kondisi awal *layout* sebelum dilakukan perbaikan total biaya inventori yang dikeluarkan yaitu 7922,6 USD. Setelah dilakukan perbaikan dengan kondisi *layout* fase 1, biaya inventori berkurang 589,52 USD karena pengurangan inventori pada proses *curing* dan penggabungan *bench preparation S/A head* pada *mainline*. Pada kondisi *layout* fase 2 yaitu kondisi dimana seluruh usulan perbaikan telah diimplementasikan, biaya inventori yang harus dikeluarkan hanya menjadi 2464,34 USD. Pengurangan

biaya secara signifikan disebabkan adanya pengaturan WIP dan lokalisasi yang menurunkan jumlah inventori pada *warehouse* yang dipengaruhi *lead time* dari *supplier*. Permasalahan kualitas yang terjadi apabila dieliminasi maka akan secara otomatis mengurangi biaya yang harus dikeluarkan untuk menanggung kerugian.

### Simpulan

Perbaikan yang dilakukan pada *work cell* XCSPA dengan metode *Lean Six Sigma* dapat menghilangkan permasalahan yang ada terkait waste dan isu *quality*. Berdasarkan usulan perbaikan yang direncanakan, terdapat 11 usulan yang telah dijalankan, 7 usulan masih dalam proses, 2 usulan dibatalkan, terdapat usulan 6 yang belum diimplementasikan dan 4 usulan yang masih belum dijalankan. Perbaikan untuk mengeliminasi *waste* yang paling signifikan adalah dengan adanya lokalisasi untuk *supplier part body* dan pengaturan jumlah WIP antar proses. Penurunan PLT sebesar 84,58% yang terjadi dari VSM *current state* yaitu 94,23 hari menjadi 14,53 hari kondisi VSM *future state*. Pembuatan desain *part body* 1 secara signifikan dapat mengeliminasi isu *quality* terkait *contact resistance* dengan penggantian proses *gluing* menjadi *riveting*. Simulasi *assembly* dapat membuktikan dengan penggantian proses *gluing* menjadi *riveting* dapat membuat nilai *contact resistance* menjadi stabil dan dibawah spesifikasi yaitu 25 Ohm. Dampak Perbaikan yang dilakukan dapat meminimalkan penggunaan *layout work cell*. Terjadi penurunan aktivitas *value added* sebesar 99,88% aktivitas *value added* dari 1,8 hari menjadi 0,002 hari. pada kondisi VSM *current state* adalah selama 92,415 hari dan pada kondisi VSM *future state* selama 14,51 hari, Aktivitas *non-value added* terjadi penurunan sebesar 84,29% dari 92,415 hari menjadi 15,41 hari. Dampak dari perbaikan dari isu *quality* yang dilakukan yaitu pada biaya CNQ yang dipengaruhi oleh *daily reject*, *scrap*, dan WIP dapat berkurang. Kerugian yang diterima perusahaan akibat *product recall* dengan total 17.867 USD dapat dicegah dengan melakukan perbaikan pada kualitas produk.

Biaya inventori kondisi *layout* fase 2 memberikan pengurangan 68,89% dari 7922 USD menjadi 2464,34 USD. Jumlah inventori pada VSM *current state* baik berupa *part* dan *subassembly* sejumlah 42.454 *pieces* dan pada kondisi *future state* total WIP hanya 6.156 *pieces* dapat berpotensi terjadi pengurangan WIP sebesar 85,49%. Secara finansial perbaikan yang dilakukan tidak mengeluarkan biaya dan mampu mencegah terjadinya biaya yang dikeluarkan untuk kasus-kasus pada kondisi sebelum perbaikan.

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Bapak I Gede Agus Widyadana S.T., M.Eng., Ph.D. selaku pembimbing pengerjaan penelitian yang memberikan masukan dan perbaikan pada laporan penelitian yang dibuat. Terima kasih kepada Bapak Deni Suhairi S.T. selaku pembimbing lapangan pada PT. Schneider Electric Manufacturing Batam. Serta pihak-pihak yang terlibat dalam penyelesaian penelitian ini baik dari staf Program Studi Teknik Industri maupun PT. Schneider Electric Manufacturing Batam.

### Daftar Pustaka

1. Montgomery, Douglas C., Introduction to statistical quality control (5th ed), New York : John Wiley & Sons Inc., 2005.
2. Hill, McGraw, Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed, United States of America: R.R. Donnelley & Sons Company, 2002.
3. McDermott, Robin E., Mikulak, Raymond J., Beauregard, Michael R. (2009). The Basic of FMEA. New York: Taylor & Francis Group.
4. Wilson, Lonnie.(2010). How to Implement Lean Manufacturing. United States of America: The McGraw-Hill Company.
5. Law, Thomas.(2011, August). Lean Six Sigma Manufacturing. Modul dipresentasikan pada training Lean Six Sigma Manufacturing PT. Schneider Electric Manufacturing, Batam.