

Perancangan Ulang Lintasan Produksi Cell Assembly Connector 3P di PT. Schneider Electric Manufacturing Batam menggunakan Metode *Line Architecture Design Methodology*

Julius Oscar¹, Herry Christian Palit²

Abstract: PT. Schneider Electric Manufacturing Batam will efficiently redesign the cell assembly connector 3P production line for Everlink 3P, Everlink 4P and the new GZ3 product. The redesign was carried out using the Line Architecture Design Methodology. With the Customer Demand for the three products of 346.63 Pcs/Hr, an architectural design was produced with a total of 3 cells, 2 operators per cell and 3 operations per cell and additional benches to overcome production capacity problems. The new design can produce 384 Pcs/Hrs so that it can meet Customer Demand until 2025. In actual application, the company makes architectural designs with 1 cell, 6 operators per cell and 8 operations per cell. The actual design is not suitable in terms of workload and elasticity, but it can still run to meet the number of consumer demands. Meanwhile, in terms of ergonomics, it is still classified as medium level, which means it is still allowed to operate.

Keywords: line architecture design methodology; customer demand; capacity; LADM

Pendahuluan

PT. Schneider Electric Manufacturing Batam (SEMB) merupakan perusahaan global yang memiliki spesialisasi dalam manajemen energi dan berfokus menghasilkan energi yang aman, handal dan efisien (Schneider Electric [1]). Terdapat banyak lini produksi atau *cell* pada setiap lokasi dan lantai produksi, salah satunya adalah *Cell Assembly Connector 3P* yang menghasilkan sub assembly dari produk TeSys Deca Contactors khususnya size 3 yang berlokasi di Lot 4 *Electromechanic Plant (PEM)*. Sub assembly dari produk TeSys Deca Contactors Size 3 dibagi menjadi 3 jenis yaitu Everlink 3P, Everlink 4P, dan produk baru yaitu GZ3. Schneider baru-baru ini menerima permintaan dari negara di Amerika Selatan untuk produk TeSys Deca Contactors yang termasuk dalam kategori *Industrial Automation and Control*. Namun produk tersebut butuh disesuaikan agar dapat berfungsi maksimal di negara-negara tersebut sehingga dibuat produk baru yaitu GZ3. Penelitian bertujuan untuk melakukan perancangan ulang lini produksi yang diperlukan di *Cell Assembly Connector 3P* untuk memasukkan stasiun kerja baru yang dibutuhkan. Perancangan ulang lini produksi menggunakan metode *Line Architecture Design Methodology* (LADM).

Metode Penelitian

Perancangan lini produksi pada penelitian ini menggunakan metode *Line Architecture Design Methodology* (LADM). Keunggulan dari metode LADM adalah metode ini menganalisis setiap aspek dari sebuah lini produksi seperti *Takt time, layout, Production Capacity, efficiency* dan lain lain (Schneider Production System [2]). Penerapan metode ini diharapkan dapat membantu merancang lini produksi seefektif dan seefisien mungkin dalam *Cell Assembly Connector 3P* di PT. Schneider Electric Manufacturing Batam (SEMB). Model perancangan area kerja yang peralatan, mesin dan workstation diatur dalam urutan yang efisien sehingga alur dari orang, material sampai inventori dapat lancar dari awal hingga akhir disebut *Cellular Manufacturing* (CM) (Shift Indonesia [3]). Tujuan utama dari Lean Manufacturing adalah mengeliminasi Waste dalam suatu proses produksi. Pada dasarnya terdapat 8 kategori Waste yang umum terjadi dan harus dihilangkan. 8 Waste tersebut bisa disingkat menggunakan akronim “DOWNTIME” (Fhadillah *et al.* [4]). Berikut rangkaian kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini.

Mempelajari Line Cell Assembly Connector 3P

Mempelajari lini lintasan produksi *Cell Assembly Connector 3P* dilakukan untuk mengidentifikasi

¹² Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: Julioscar2@gmail.com, herry@petra.ac.id

masalah yang terjadi. Melakukan identifikasi masalah bertujuan untuk mencari masalah yang ada di PT. Schneider Electric Manufacturing Batam (SEMB). Identifikasi masalah dilakukan setelah mendapatkan informasi melalui observasi lapangan dan wawancara langsung. Masalah yang ada di lokasi diidentifikasi dan kemudian dijadikan topik penelitian yang dilakukan.

Mengumpulkan Data dan Informasi

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah data primer dan sekunder di perusahaan. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung melalui pengamatan langsung maupun wawancara dengan pihak terkait. Data sekunder adalah data yang tidak diambil secara langsung. Data sekunder dapat diperoleh dengan meminta bantuan pihak perusahaan untuk melakukan pencatatan.

Analisis dan Pengolahan Data

Setelah mengumpulkan data, maka akan dilakukan pengolahan data untuk mencapai tujuan dari penelitian. Pengolahan data yang dilakukan dengan menggunakan bantuan *Microsoft Excel* untuk perhitungan dan *Auto cad* untuk menggambar layout. Tahap selanjutnya adalah analisis untuk data yang telah didapat dan melakukan implementasi berupa perubahan layout. Hasil dari 8 tahap LADM yang telah dibuat akan dianalisis dan dipelajari untuk mengetahui kondisi nyata yang terjadi di lini produksi sehingga dapat menjadi panduan untuk menentukan usulan perbaikan.

Implementasi

Tahap ini mengimplementasikan konsep dan desain dari LADM pada *Cell Assembly Connector 3P* dan membantu membuat sistem dapat berjalan stabil. Terdapat perubahan pada *Cell Assembly Connector 3P* dengan pertimbangan hasil LADM dan juga diskusi dengan pihak-pihak terkait. Implementasi dilakukan setelah mendapat persetujuan dari semua orang yang bersangkutan.

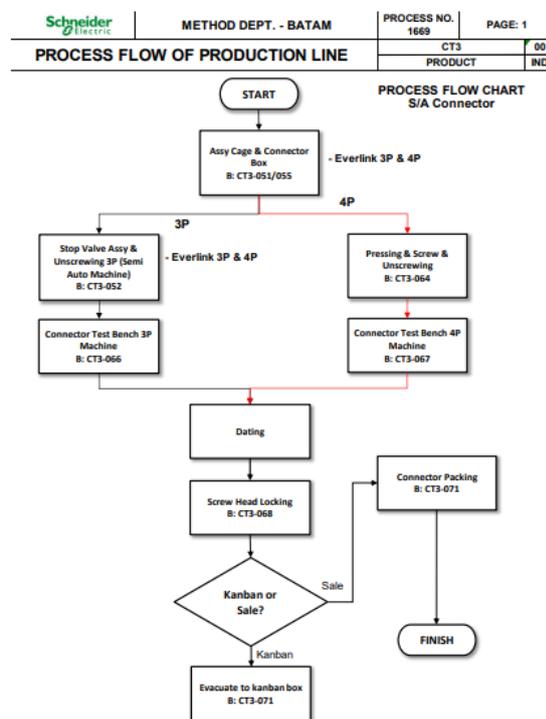
Penarikan Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat diketahui apakah perancangan lini produksi sudah menjadi sama atau lebih baik dari lini sebelumnya meskipun mengalami perubahan workstasion. Kesimpulan dibuat untuk menjawab perumusan masalah pada penelitian yang dilakukan.

Hasil dan Pembahasan

Kondisi Awal Lini Produksi

Lini produksi *Cell Assembly Connector 3P* memiliki alur proses produksi yang tidak terlalu rumit dan kompleks. Terdiri dari 6 proses yang berbeda tergantung dari jenis produk yang di produksi yaitu Everlink 3P atau Everlink 4P. Proses juga tergantung pada permintaan seperti langsung dijual atau dimasukkan kedalam kanban untuk proses lanjutan pada cell lain. Alur proses produksi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Current Process Flow Cell Assembly Connector 3P

Current Process Flow terdiri dari 6 proses yaitu:

Assembly Cage and Connector Box

Proses perakitan antara *sub assembly connector*, *cage* dengan *connector box*. *Sub assembly connector* dipasang dengan *cover clamp* kemudian dimasukkan ke *connector box*.

Stop Valve Assembly, Screwing and Unscrewing

Proses perakitan antara *Sub assembly* dari proses sebelumnya dengan *stop valve*. Setelah dirakit akan dimasukkan ke *jig* yang nantinya akan di *press*, *screwing* dan *unscrewing*.

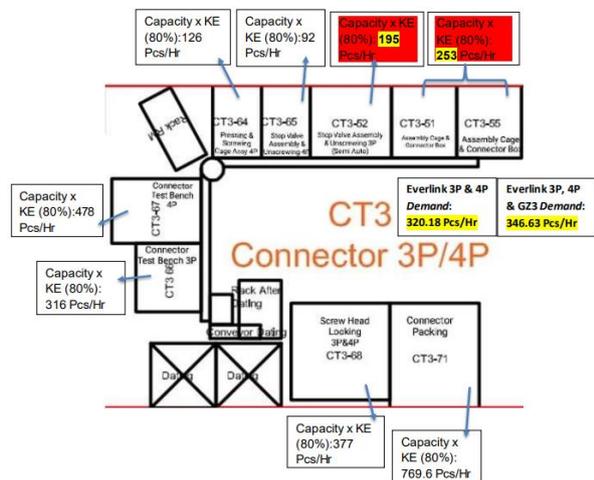
Connector Test Bench & Dating

Proses yang dilakukan untuk menguji fungsi dari produk. Produk yang tidak lolos dalam pengujian ini akan dimasukkan ke *reject* dan akan di *rework*. Produk yang telah melewati *Connector Test Bench* akan diletakkan di *conveyor*. Kemudian akan dilabel otomatis ketika melewati mesin *dating*

Screw Head Locking and Visual

Proses *pressing* untuk mengunci produk agar lebih tahan lama dan *durable* saat pengiriman maupun ketika sampai ditangan *customer*.

Kapasitas suatu lini produksi tergantung pada *cycle time* dan jumlah waktu produksi yang tersedia. Cara menghitung kapasitas produksi adalah dengan membandingkan waktu produksi dengan *cycle time*. Data *cycle time* merupakan data *design time* pada *Methods Time Measurements (MTM)*. Kapasitas lini produksi *Cell Assembly Connector 3P* masing masing *bench/workstation* dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah



Gambar 2. Current Layout and Capacity

Current layout dan kapasitas dari *Cell Assembly Connector 3P* saat ini adalah seperti Gambar 2 dengan kapasitas masing-masing yang tertera jika memproduksi *everlink 3P* dan *everlink 4P* dikarenakan rata-rata permintaan untuk produk *everlink 3P* dan *everlink 4P* dengan *buffer 20%* adalah 320,18 produk per jam. *Buffer* merupakan persentase yang diberikan perusahaan untuk berjaga-jaga jika ada kenaikan permintaan pasar yang tidak sesuai dengan *marketing forecast*. Perusahaan yang menentukan besarnya *buffer*. Pada kasus ini perusahaan memberikan persentase *buffer* sebesar 20% dari *marketing forecast*. Jika ditambah dengan produk *GZ3* maka permintaan akan bertambah menjadi 346,63 produk per jam. Dapat disimpulkan

bahwa lini produksi saat ini belum memiliki kapasitas yang cukup untuk memproduksi *Everlink 3P*, *Everlink 4P* dan *GZ3*. Untuk lebih detailnya, berikut adalah *forecast demand* bulanan dan harian.

Zone	Plant	Line	Type	Process Bottleneck					
				N-1	N	N+1	N+2	N+3	
E&P Product 2	PEM	TESYS SIZE 3 - KVM		Stop Valve & Screw Unscrawing	Stop Valve & Screw Unscrawing	Stop Valve & Screw Unscrawing	Stop Valve & Screw Unscrawing	Stop Valve & Screw Unscrawing	
				2021	2022	2023	2024	2025	
				247	250	247	247	247	
				Available works days					
				Daily Standard work hours - SPS breakdown Manual ↔ OTR - Auto ↔ POT	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
				Yearly Standard work hours	5434	5500	5434	5434	5434
				Bottleneck Theoretical rate (parts / hour)	205	205	205	205	205
				Manual ↔ KER - Auto ↔ MEE	805	805	805	805	805
				Available Daily Capacity	4,294	4,294	4,294	4,294	4,294
				Simulation - Years Increase (vs Year - 1)					
				Forecasted annual demand for current & next year	956,194	1,005,367	1,134,062	1,143,810	1,153,659
				Daily Demand - Highest monthly average daily demand forecasted for current and next year	4,760	5,100	5,616	5,616	5,616
				SPS Capacity Rate - maintain capacity at 20% over the peak monthly average daily	205	205	205	205	205
				Required Daily Capacity	5,712	6,120	6,739	6,739	6,739
				LOAD RATE Peak month with current organization	133%	143%	157%	157%	157%
				LOAD RATE Peak month with standard organization	120%	131%	144%	144%	144%
				LOAD RATE Annual Average with standard organization	105%	103%	115%	117%	118%

Gambar 3. Tampilan Kapasitas Cell Assembly Connector 3P sebelum penambahan bench

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa kapasitas produksi yang ada saat ini adalah sebesar 4.294 produk per hari. Sedangkan jumlah kapasitas yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan adalah 6.120 produk per hari dan terus meningkat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kapasitas produksi saat ini belum memenuhi untuk permintaan bulanan yang ada. Pada tahun 2022 dan seterusnya akan mengalami *loss sales* dikarenakan ketidakmampuan untuk memenuhi permintaan pelanggan. Maka dari itu, lini produksi perlu menambah kapasitas produksi salah satunya dengan cara menambah workstation/ bench.

Perancangan ulang Cell Assembly Connector 3P dengan pendekatan LADM

LADM memiliki 8 langkah yang harus dilalui untuk mengetahui hasil analisa yang akan digunakan untuk mengambil keputusan dalam merancang sebuah lini produksi dengan mempertimbangkan permintaan pelanggan

Data

Mencari data yang diperlukan untuk melakukan perhitungan merupakan langkah awal untuk melakukan LADM. Data-data yang diperlukan antara lain:

Marketing Forecast

Data *marketing forecast* digunakan untuk melakukan perencanaan desain sebuah lini produksi dan juga untuk perhitungan *takt time*. *Takt time* adalah standar waktu yang harus dipenuhi untuk memenuhi permintaan pelanggan untuk menghasilkan sebuah produk. Data *marketing forecast* yang diolah merupakan data *forecast* tahun 2022-2025. Data *marketing forecast* dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Marketing Forecast

Product Family	2022	2023	2024	2025
GZ3	12.638	93.332	110.327	122.267
Everlink 3P	929.807	974.765	967.978	966.019
Everlink 4P	62.922	71.880	72.498	72.498
Total Qty	1.005.367	1.134.062	1.143.810	1.153.659

Pada tabel data *marketing forecast* menunjukkan 3 jenis produk dari lini produksi *Cell Assembly Connector 3P*. Data yang diambil adalah data untuk produk GZ3, karena produk ini merupakan produk baru dari lini produksi *Cell Assembly Connector 3P*.

Organisasi Perusahaan

Marketing forecast yang telah terdefinisi kemudian disusun dan diolah untuk menentukan jumlah waktu yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Data yang telah disusun dan diolah tersebut akan dikonversi menjadi data organisasi perusahaan.

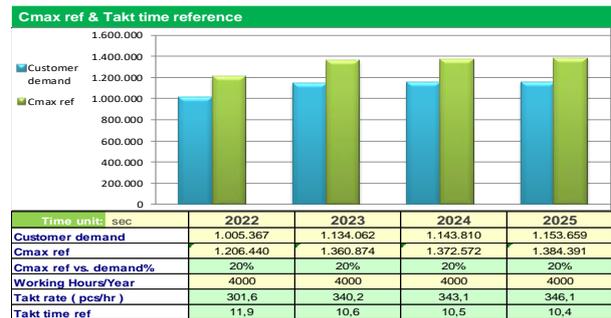
Data organisasi perusahaan merupakan data yang meliputi jumlah jam kerja per *shift*, jumlah *shift* per hari, jumlah jam kerja selama satu hari, jumlah hari kerja selama satu minggu, dan jumlah hari kerja selama satu tahun. Data ini diperlukan untuk membantu perhitungan *takt time*. Data organisasi perusahaan dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Data Organisasi Perusahaan

Production Organization	
Work hours / shift	8
Shift number	2
Total shift hours	16
Days number / week	5
Days number / years	250
Hours / years	4.000

Takt Time

Jarak waktu antara dua produk yang keluar sebagai output untuk memenuhi permintaan pelanggan disebut *takt time*. Permintaan pelanggan didapat dari *marketing forecast* sdangkan waktu produksi didapat dari data organisasi. Berikut adalah data perbandingan *takt time* dimulai dari tahun 2022 sampai 2025. Tabel *Takt Time* dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. Tampilan *Takt Time*

Berikut adalah contoh perhitungan *takt time* dan *takt rate*:

$$Takt Rate = \frac{1.384.391}{\frac{4000}{4000}} = 346.1 Pcs/Hr$$

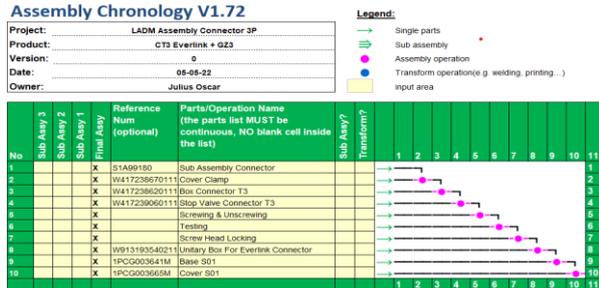
$$Takt Time = \frac{4000}{1.384.391} \times 3600 = 10.4 Sec/Pcs$$

Perhitungan *takt time* dan *takt rate* bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam produksi. Perhitungan *takt time* bertujuan untuk mengukur berapa waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi suatu produk. Seperti pada Tabel 4.5 diatas, dibutuhkan 10,4 detik untuk membuat suatu produk. Sedangkan perhitungan *takt rate* bertujuan untuk mengetahui berapa banyak produk yang dapat dihasilkan dalam 1 jam. Seperti pada contoh diatas, dalam 1 jam dapat dihasilkan sebanyak 346,1 produk.

Cmax ref atau *Capacity maximal* adalah hasil dari *forecast demand* yang ditambah dengan *buffer*. *Buffer* merupakan persentase yang diberikan perusahaan untuk berjaga-jaga jika ada kenaikan permintaan pasar yang tidak sesuai dengan *marketing forecast*. Perusahaan yang menentukan besarnya *buffer*. Pada kasus ini perusahaan memberikan persentase *buffer* sebesar 20% dari *marketing forecast*. Sehingga jika *marketing forecast* mempunyai permintaan sebesar 1.005.367 produk, maka perusahaan harus mempunyai kapasitas maksimal sebesar 1.206.440 produk.

Assembly Chronology

Assembly Chronology menjelaskan mengenai urutan proses produksi suatu produk. Urutan tersebut akan digunakan mengontrol rute *assembly* suatu produk. Diagram *assembly chronology* mengandung nama material, area dan urutan *assembly* yang dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Tampilan Assembly Chronology Diagram

Elementary Operation

Elementary operation adalah setiap proses yang dilewati oleh suatu produk. Elementary operation berisi tentang proses yang harus dilewati, simbol operasi dan waktu per operasi. Data waktu setiap proses produksi didapat dari Methods Time Measurements (MTM). Data MTM merupakan data yang selalu di update untuk mengetahui perubahan yang terjadi. Data tersebut berupa DT untuk setiap proses. Data DT untuk setiap proses dapat dilihat pada Gambar 6. Berikut diagram elementary operation pada lini produksi Cell Assembly Connector 3P.

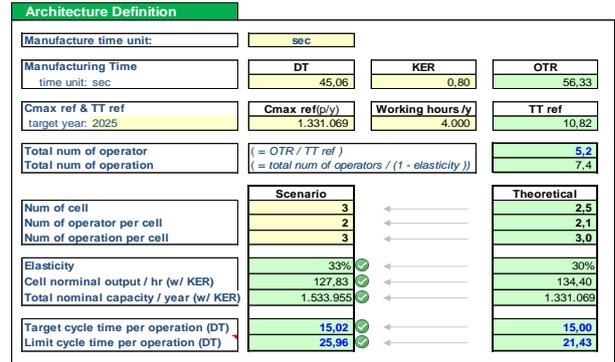
Elementary Operation Time Determination							
No	Elementary Operation	VA/NVA	Manual/Auto	GZ3 11%	Everlink 3P 84%	Everlink 4P 5%	Weighted DT
1	Assembly cage and connector box	VA	Manual	5.7	18.2	18.2	16.81
2	Semi-Auto Screwing	VA	Manual	12.0	11.8	-	11.24
3	Pressing and Screwing Cage Assy 4P	VA	Manual	-	-	18.2	0.91
4	Test Bench 3P & 4P	NNVA	Manual	7.4	7.3	4.8	7.18
5	Screw Head Locking	VA	Manual	6.5	6.1	6.1	6.14
6	Packaging	VA	Manual	1.0	3.0	3.0	2.77
Total							45.06

Gambar 6. Tampilan Elementary Operation

Terdiri dari 6 operasi yang dilalui untuk menghasilkan suatu produk. Terdapat 3 kategori operasi yaitu Value Added (VA), NonValue Added (NVA), dan Necessary NonValue Added (NNVA). Pada lini produksi ini terdapat 5 Value Added yang adalah aktifitas yang memberikan nilai tambah ke produk. Terdapat 1 Necessary NonValue Added (NNVA) aktivitas perlu dilakukan, namun tidak memberi nilai tambah seperti pada lini Cell Assembly Connector 3P adalah aktivitas testing. Aktivitas tidak memberikan nilai tambah, namun aktivitas tetap harus dilakukan untuk menjaga kualitas dari produk.

Process Architecture

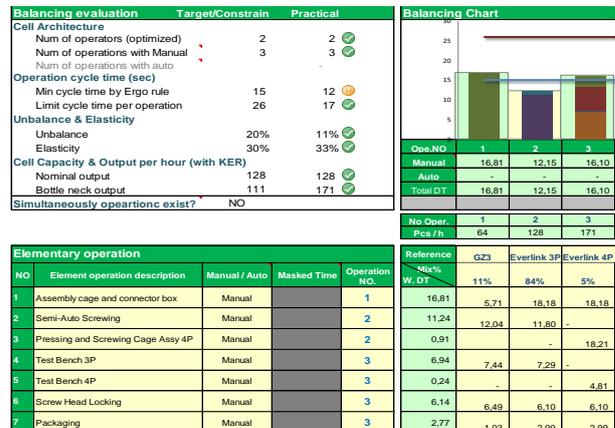
Process Architecture adalah proses evaluasi untuk mengetahui tingkat optimal dari sebuah lini produksi berdasarkan proses perhitungan LADM. Process Architecture di Cell Assembly Connector 3P dibuat berdasarkan aliran proses yang ada dengan mempertimbangkan jarak dan pergerakan komponen. Data Process Architecture dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan Process Architecture

Gambar 7 menunjukkan data perhitungan jumlah cell, jumlah operator pada tiap cell dan jumlah operasi pada tiap cell yang optimal. Sesuai perhitungan arsitektur dengan takt time sebesar 10,82 detik, Jumlah cell yang disarankan adalah sebanyak 3 cell dengan 2 operator dan 3 operasi pada setiap cell. Dengan elastisitas sebesar 33% dan output tiap cell 127,83 produk per jam serta kapasitas tahunan sebesar 1.533.955 produk.

Target cycle time per operasi yang disarankan adalah 15,02 detik, karena jika cycle time dibawah 15,02 akan menimbulkan ergonomic issue. Limit cycle time paling lama pada setiap operasi adalah 25,96 detik, karena jika melebihi 25,96 detik akan menimbulkan bottleneck yang merupakan akibat dari beban kerja yang tidak seimbang. Untuk lebih detail lagi dapat dilihat pada Gambar 8.



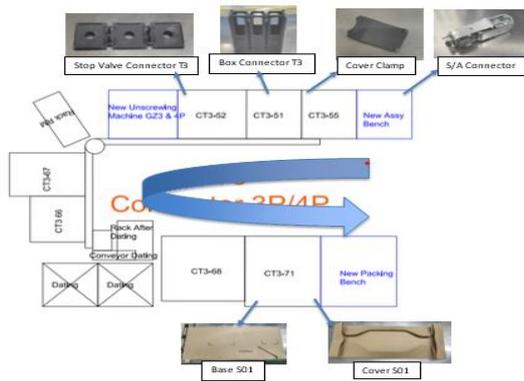
Gambar 8. Tampilan Line Balancing

Gambar 8 diatas menunjukkan simulasi dari saran yang telah diberikan dari perhitungan arsitektur. Pada tabel balancing chart di kanan atas menunjukkan beban kerja yang diterima pada tiap operasi. Terdapat 3 operasi dan design time yang sudah merata untuk setiap operasi yaitu 16,81 detik pada operasi 1, 12,15 detik pada operasi 2, dan 16,10 pada operasi 3. Jika menggunakan 1 operator maka dapat dihasilkan 64 produk per jam setiap cell, maka dapat menghasilkan 192 produk per jam dengan 3 cell yang belum mencukupi untuk demand sebesar

346.63 produk per jam. Jika menggunakan 3 operator maka dapat dihasilkan 171 produk per jam setiap *cell*, maka dapat menghasilkan 513 produk per jam dengan 3 *cell* yang terlalu banyak untuk *demand* sebesar 346.63 produk per jam. Jika menggunakan 2 operator maka dapat dihasilkan 128 produk per jam setiap *cell*, maka dapat menghasilkan 384 produk per jam dengan 3 *cell* yang merupakan opsi yang paling optimal.

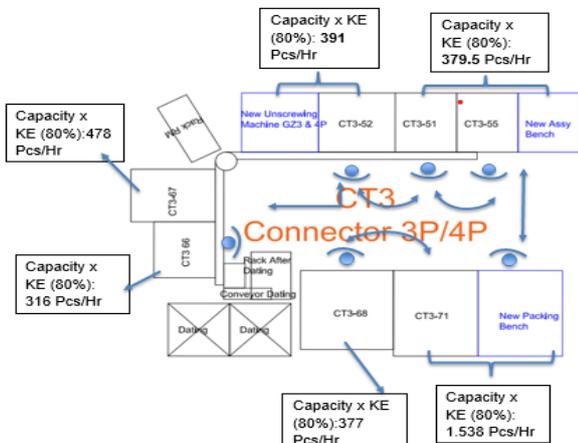
Line Architecture Flow

Fungsi dari *Line Architecture Flow* adalah membantu menjabarkan setiap *flow* yang ada. *Line Architecture Flow* terdiri dari *product flow*, *operator movement*, *material flow*, dan *information flow*. Berikut gambar dari *component flow* dan *product flow*.



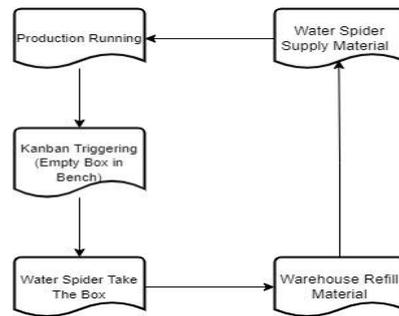
Gambar 9. Diagram *Component Flow* dan *Product Flow*

Pada Gambar 9 dapat dilihat *Component Flow* dan *Product Flow*. Material yang akan digunakan untuk proses produksi pada *cell assembly connector 3P* akan di *supply* oleh *water spider* ke *workstation* atau *bench* seperti di atas. *Water spider* adalah orang yang memasok material-material yang diperlukan untuk setiap *cell* produksi. Urutan dari proses produksi juga seperti gambar di atas. Mulai dari *new assy bench*, CT3-55, CT3-51 dan seterusnya.



Gambar 10. Diagram *Operator Flow*

Pada Gambar 10 dapat dilihat contoh *operator flow* pada *Cell Assembly Connector 3P*. Pada area ini operator diharuskan untuk fleksibel sehingga bisa bekerja pada *workstation* manapun di lini produksi ini. Operator akan berpindah-pindah tergantung beban kerja masing-masing operasi. Kemudian dilanjutkan dengan *information flow* pada *Cell Assembly Connector 3P* seperti pada Gambar 5.

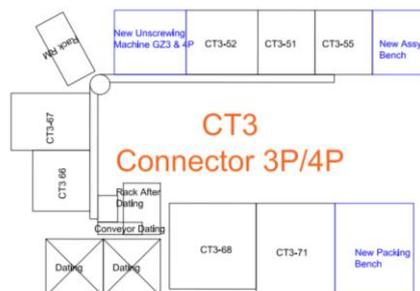


Gambar 11. Diagram *Information Flow*

Pada Gambar 11 contoh *information flow* untuk pengisian kanban atau *material* di lantai produksi. Lini produksi dapat melakukan permintaan ke *warehouse* untuk mengirimkan material melalui *Kanban Triggering*. Setelah mendapat permintaan dari lini produksi *Water Spider* akan bergerak untuk mengambil kotak kanban yang kosong dan melakukan *refill material* di *warehouse*. Kemudian di *supply* kembali ke lini produksi agar tetap dapat melakukan proses produksi.

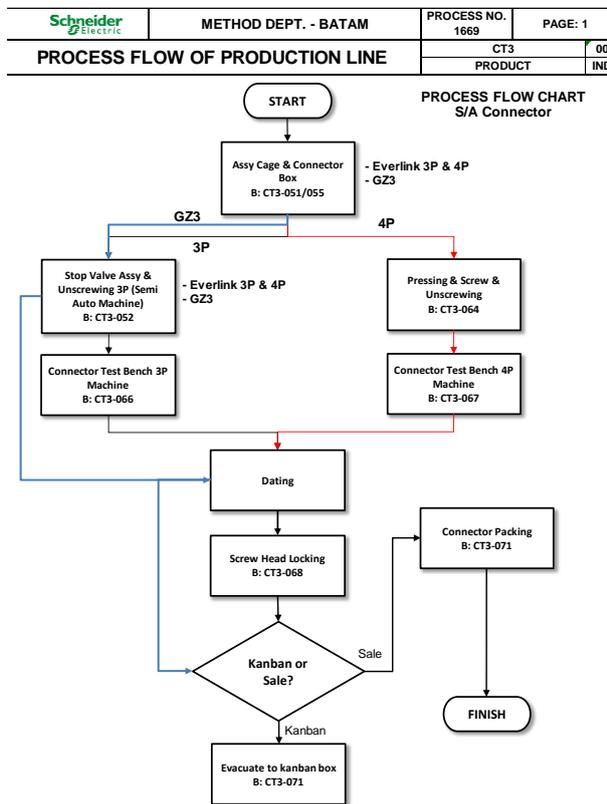
Workstation Layout

Tahap terakhir dari LADM adalah mengubah *Workstation Layout* menjadi lebih efisien sesuai dengan analisa dari tahap-tahap sebelumnya. *Current layout* dari *Cell Assembly Connector 3P* memiliki bentuk *U-shape* dan terdiri dari 10 *workstation/bench* dan juga 2 *rack*. Bentuk *U-shape* dapat membantu menghemat tempat dan juga operator dapat lebih *flexible* ketika berpindah stasiun kerja. Stasiun kerja baru tersebut akan dimasukkan dalam *future layout*. Gambar *future layout* dari *Cell Assembly Connector 3P* terdapat pada Gambar 6.



Gambar 12. *Future Layout*

Future layout diatas dibuat untuk memuat stasiun-stasiun kerja yang dibutuhkan untuk memproduksi sub assembly GZ3. Stasiun kerja yang ditambahkan yaitu new assembly bench, new unscrewing machine GZ3 & 4P, dan new packing bench. Stasiun kerja yang sudah tidak dibutuhkan lagi juga akan di eliminasi agar memberikan ruang untuk stasiun kerja lain seperti pressing and screwing cage assy 4p dan stop valve assembly and unscrewing 4p yang digantikan oleh new unscrewing machine GZ3 & 4P. Berikut Future Process Flow.



Gambar 13. Future Process Flow Cell Assembly Connector 3P

Panah berwarna biru merupakan process flow yang dilewati oleh GZ3. Pada future process flow ini jalur yang dilewati oleh GZ3 adalah Assy Cage & Connector box, Stopvalve assy & unscrewing 3p (semi auto machine), dating, dan packing.

Capacity

Setelah melakukan perbaikan dengan mendesain ulang cell assembly connector 3P, tahap berikutnya adalah menganalisa kembali kapasitas produksi setelah penambahan bench dan desain ulang. Tabel forecast Cell Assembly Connector 3P sesudah penambahan bench dapat dilihat pada Gambar 9.

Zone	Plant	Line	Type	Process Bottleneck				
				N-1	N	N+1	N+2	N+3
EJP Product 2	PEM	TSYS SIZE 3 - KW1		Stop Valve & Screw Unscrewing				
Available work days				2021	2022	2023	2024	2025
Daily Standard work hours				247	250	247	247	247
Yearly Standard work hours				5434	5500	5434	5434	5434
Bottleneck Theoretical rate (parts / hour)				808	808	808	808	808
Manual => KER, Auto =>SEE				808	808	808	808	808
Available Daily Capacity				4,294	8,589	8,589	8,589	8,589
Simulation: Yearly Incrider (vs Year - 1)				956,194	1,005,367	1,134,062	1,143,910	1,153,658
Forecasted annual demand for current & next year				4,760	5,100	5,616	5,616	5,616
Daily Demand: Highest monthly average daily demand forecasted for current and next year				20%	20%	20%	20%	20%
SPS Capacity Rule: maintain capacity at 20% over the peak monthly average daily				5,712	6,120	6,739	6,739	6,739
Required Daily Capacity				5,712	6,120	6,739	6,739	6,739
LOAD RATE Peak month with current organization				133%	71%	78%	78%	78%
LOAD RATE Peak month with standard organization				120%	60%	71%	71%	71%
LOAD RATE Annual Average with standard organization				82%	82%	82%	82%	82%

Gambar 14. Tampilan Kapasitas Cell Assembly Connector 3P sesudah penambahan bench

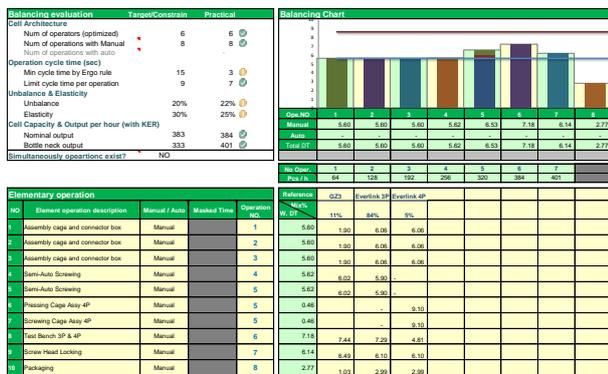
Pada Gambar 14 di atas dapat dilihat bahwa kapasitas harian produksi sudah memenuhi permintaan pelanggan. Dapat dilihat pada kapasitas produksi sudah berwarna hijau yang memiliki arti kapasitas produksi harian sudah dapat memenuhi jumlah permintaan harian. Dengan penambahan bench atau workstation GZ3, dapat mengatasi permasalahan kapasitas produksi yang terjadi saat penambahan produk GZ3. Pada pengaplikasian actual hanya dapat dilakukan dengan 1 cell dikarenakan keterbatasan tempat dan lantai produksi. Desain arsitektur dengan 1 cell dapat dilihat pada Gambar 15.

Architecture Definition			
Manufacture time unit:	sec		
Manufacturing Time time unit: sec	45.06	DT	
		KER	0.80
		OTR	56.33
Cmax ref & TT ref target year: 2025	1.331.069	Cmax ref(p/y)	
		Working hours /y	4.000
		TT ref	10.82
Total num of operator	(= OTR / TT ref)		5.2
Total num of operation	(= total num of operators / (1 - elasticity))		7.4
Scenario			
Num of cell	1		Theoretical 2.5
Num of operator per cell	6		2.1
Num of operation per cell	8		3.0
Elasticity	25%		30%
Cell nominal output / hr (w/ KER)	383.49		134.40
Total nominal capacity / year (w/ KER)	1,533,955		1,331,069
Target cycle time per operation (DT)	5.63		15.00
Limit cycle time per operation (DT)	8.65		21.43

Gambar 15. Tampilan Process Architecture Actual

Pada Gambar 15 menunjukkan Data Process Architecture Actual atau yang sebenarnya sedang berlangsung. Dengan jumlah cell sebanyak 1 cell, jumlah operator sebanyak 6 orang dan jumlah operasi sebanyak 8 operasi. Dapat dilihat bahwa pada bagian elastisitas dan nominal output per jam serta nominal kapasitas per tahun sudah memenuhi aturan arsitektur. Namun pada bagian target cycle time per operasi dan batas cycle time per operasi masih belum memenuhi ketentuan dari perancangan arsitektur. Jika jumlah cycle time di bawah target, maka akan mengakibatkan Musculoskeletal Disorders (MSD).

Setelah dilakukan ergonomic assesment dan melihat dari faktor-faktor lainnya seperti posture, vibration, dan strain. Operasi pada cell ini masih dikategorikan medium atau menengah sehingga proses produksi masih bisa berjalan atau running untuk menghasilkan produk.



Gambar 16. Tampilan *Line Balancing Cell Actual*

Gambar 16 diatas menunjukkan simulasi dari saran yang telah diberikan dari perhitungan arsitektur. Pada tabel *balancing chart* di kanan atas menunjukkan beban kerja yang diterima pada tiap operasi. Terdapat 3 operasi dan *design time* yang sudah merata untuk setiap operasi. Jika menggunakan 1 operator maka dapat dihasilkan 64 produk per jam. Jika menggunakan 2 operator maka dapat menghasilkan sebanyak 128 produk per jam dan seterusnya hingga 6 operator dapat menghasilkan sebanyak 384 produk per jam yang merupakan opsi yang paling optimal. Dikarenakan jika menggunakan 7 operator akan menghasilkan 401 produk per jam yang dapat menimbulkan *waste* yaitu *overproduction*.

Kesimpulan

PT. Schneider Electric Manufacturing Batam akan mendesain ulang lintasan produksi *cell assembly connector 3P* dengan efisien untuk produk Everlink 3P, Everlink 4P dan produk baru GZ3. Desain ulang dilakukan dengan metode *Line Architecture Design Methodology*.

Dengan *Customer Demand* untuk ketiga produk sebesar 346,63 Pcs/Hr, kapasitas produksi saat ini belum memenuhi. Dengan metode *Line Architecture Design Methodology*, dihasilkan desain arsitektur dengan jumlah 3 *cell*, 2 operator setiap *cell* dan 3 operasi setiap *cell* dan penambahan *bench* untuk mengatasi permasalahan kapasitas produksi. Desain baru tersebut dapat menghasilkan 384 Pcs/Hrs sehingga dapat memenuhi *Customer Demand* sampai tahun 2025. Pada pengaplikasian *actuality*, perusahaan membuat desain arsitektur dengan jumlah 1 *cell*, 6 operator setiap *cell* dan 8 operasi setiap *cell*.

Desain aktual belum sesuai ditinjau dari segi beban kerja dan elastisitas, namun masih dapat berjalan untuk memenuhi jumlah permintaan konsumen. Sedangkan ditinjau dari segi ergonomi masih tergolong pada tingkat medium, yang artinya masih diperbolehkan untuk beroperasi.

Daftar Pustaka

1. Schneider Electric. *Profil Perusahaan. Schneider Electric*, n.d., retrieved from <https://www.se.com/id/id/about-us/company-profile/> on 31 January 2022.
2. Schneider Production System. (2021) *Line Architecture Design Methodology*.
3. Shift Indonesia. *Cellular Manufacturing, Salah Satu Cara Efektif Turunkan Biaya Produksi*. SHIFT Indonesia, 2013, retrieved from <http://shiftindonesia.com/cellular-manufacturing-salah-satu-cara-efektif-turunkan-biaya-produksi/> on 27 June 2022.
4. Fhadillah, I., Anggraeni, N. F., & Awaliyah, A. R. Analisis Pemborosan di PT. XYZ Menggunakan "8 Waste", *Jitter*, 6(2), 2020, pp. 157-162.