

Peningkatan Produktivitas Pada Sub Produksi *Bottom Cabinet Washing Machine 2 Tabung*

Jonathan Adriel Junaedi, Tan¹, Iwan Halim Sahputra²

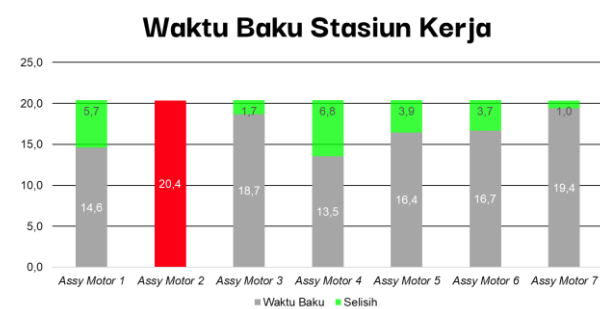
Abstract: PT. Hartono Istana Teknologi is a company that produces electronic goods and home appliances, one of which is a washing machine. Manufacturing of washing machines is done by way of assembly. The analysis aims to identify waste that exist in the production process, which will be carried out by eliminating waste and balancing the production line so that the distribution of workload can be evenly distributed and increase the line efficiency as well as operator productivity. The method used is 7 wastes method and also line balancing using the Killbridge Wester method. In knowing the balance of the line, it can be done by calculating the line efficiency, balance delay, smoothness index and total of idle time. The proposed improvements are obtained by reducing the waste of waiting and waste of motion that caused by the uneven distribution of workloads and the layout of material placement that are far from the operator's reach. From the results of this proposed improvement, the line efficiency increase from 84% to 90%, increase productivity by 2%, reduce balance delay from 16% to 10% and idle time from 22.9 seconds to 14.6 seconds.

Keywords: line balancing, cycle time, standard time, line efficiency, killbridge wester, 7 wastes

Pendahuluan

PT. Hartono Istana Teknologi merupakan perusahaan yang bergerak dibidang produksi barang elektronik dan *home appliance* yang sudah berdiri sejak tahun 1975 dengan produk pertama televisi, yang hingga saat ini telah berkembang dengan memproduksi barang lainnya seperti mesin cuci, kulkas, AC, dan lainnya. Pada proses produksi mesin cuci yang terdapat pada PT. Hartono Istana Teknologi, sudah menggunakan konveyor dan bantuan dari mesin dalam sebagian besar proses produksinya. Berdasarkan hasil wawancara bersama dengan *supervisor* dan pengamatan di *line* produksi, didapatkan informasi bahwa masih terdapat banyak *waste* dalam proses produksi. *Waste* terbesar adalah *waste of waiting* dan *motion* yang disebabkan karena pembagian beban kerja yang kurang merata serta desain *layout* peletakan material yang jauh dari jangkauan operator. Adanya *waste* tersebut kemudian mengakibatkan terjadinya *waiting time* yang tinggi sehingga keseimbangan lintasan menjadi buruk. *Waste* tersebut terjadi karena pembagian beban kerja dari tiap operator yang belum seimbang dan juga adanya gerakan yang tidak perlu. Dapat dilihat pada gambar 1, dimana masih terdapat ketidakseimbangan waktu dari proses perakitan *bottom cabinet washing machine*.

Hal ini tentunya menyebabkan pekerja menjadi kurang produktif dalam bekerja (*idle*), ditambah lagi dengan adanya *layout* peletakan material yang jauh dari jangkauan operator. *Line efficiency* yang tertera pada gambar 1 juga harus ditingkatkan dengan pembagian beban kerja yang merata.



Gambar 1. Perbandingan Waktu Baku Tiap Stasiun

Penelitian ini difokuskan untuk meningkatkan produktivitas dari lintasan produksi dengan cara menyeimbangkan pembagian beban kerja dan pendesainan ulang *layout* peletakan material, agar *line efficiency* dapat meningkat sesuai dengan target perusahaan yaitu sebesar 5%. Melalui penelitian ini, diharapkan perusahaan dapat memiliki *line balancing* yang lebih baik sehingga proses perakitan dan kinerja setiap operator dapat dimaksimalkan. Dengan adanya keseimbangan elemen pekerjaan di stasiun kerja, maka akan tercipta peningkatan efisiensi dan produktivitas dalam bekerja.

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: C13190036@john.petra.ac.id, Iwanh@petra.ac.id

Metode Penelitian

Langkah – langkah metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan dalam berbagai tahapan sebagai berikut :

Wawancara Terkait Permasalahan Yang Terdapat Pada Proses Produksi

Wawancara ini dilakukan dengan tujuan agar mengetahui permasalahan dan keluhan apa saja yang kerap kali ditemukan di lantai produksi.

Pengamatan Operator Dan Proses Assy Produk

Pengamatan ini dilakukan untuk mengetahui apakah permasalahan yang disebutkan ketika wawancara benar adanya, sekaligus untuk mencari tahu apakah ada permasalahan lain yang terdapat dalam proses produksi.

Identifikasi Masalah

Tahapan ini dilakukan dengan mengidentifikasi penyebab dari keluhan dan permasalahan yang sudah didapatkan dari hasil wawancara sebelumnya dan sebagian dari metode *seven waste* dengan menggunakan analisa *waste of motion* dan *waste of waiting* untuk mengetahui permasalahan yang ada.

Pengambilan Data Waktu Awal

Pengambilan data ini dilakukan dengan cara pengamatan dan menggunakan metode jam henti yang dibantu dengan alat bantu ukur *stopwatch*.

Perhitungan dan Pengujian Data Awal

Data yang sudah diambil kemudian dilakukan pengujian dengan menggunakan *minitab*, yaitu uji kenormalan, uji keseragaman, dan uji kecukupan data. Kemudian setelah itu dilanjutkan dengan perhitungan waktu normal dan waktu baku.

Pembuatan *Flow Process Chart* Awal

Pembuatan *flow process chart* ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bukan hanya operasi apa saja yang terdapat dalam proses produksi, namun juga kegiatan lainnya seperti *transport*, *delay* dan yang lain yang terdapat dalam proses produksi.

Pendesainan dan Pembuatan Rak Serta Trolley

Dari beberapa permasalahan yang didapat dalam tahap identifikasi, ada masalah yang dimana harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum nantinya dilakukan *line balancing*. Penyelesaian masalah dan perbaikan dilakukan dengan cara dibuatkan sebuah support dan alat bantu yang dapat menunjang produktivitas dari operator.

Pembagian Elemen Kerja Ke Dalam Stasiun Kerja

Melakukan pembagian elemen kerja agar setiap stasiun kerja dan setiap operator memiliki beban kerja yang merata.

Penerapan *Layout* Baru Pada Produksi

Hasil rancangan dari rak dan trolley serta elemen kerja yang baru diberikan terlebih dahulu kepada *supervisor* yang kemudian diterapkan pada proses produksi ketika telah disetujui.

Evaluasi *Layout* Usulan Perbaikan

Hasil *layout* yang telah diterapkan, kemudian akan dilihat dan diamati apakah ada kendala yang fatal yang bisa menyebabkan proses produksi menjadi terganggu dan juga memperbaiki bila ada hal-hal tersebut terjadi.

Penyesuaian Proses Kerja Baru

Setelah dilakukannya evaluasi pada *layout* usulan perbaikan, *layout* yang sudah final kemudian akan di terapkan untuk seterusnya pada proses produksi, serta bertujuan sebagai langkah awal untuk penyesuaian berjalannya proses kerja yang baru bagi operator.

Pengambilan Data Waktu Usulan Perbaikan

Pengambilan data waktu dari *layout* usulan perbaikan ini dilakukan dengan cara pengamatan dan dengan menggunakan metode jam henti.

Perhitungan dan Pengujian Data Usulan Perbaikan

Data yang sudah diambil kemudian dilakukan pengujian dengan menggunakan *minitab*, yaitu uji kenormalan, uji keseragaman, dan uji kecukupan data.

Pembuatan *Flow Process Chart* Usulan Perbaikan

Pembuatan *flow process chart* bertujuan untuk mengetahui kegiatan lain selain operasi kerja seperti *transport*, *delay* dan yang lain yang terdapat dalam proses produksi.

Pembandingan *Layout* Lama Dengan *Layout* Baru

Setelah diterapkan, maka *layout* yang telah disusun harus dibandingkan apakah terjadi perubahan yang signifikan dari *layout* yang sebelumnya atau tidak.

Kesimpulan dan Saran

Pembuatan kesimpulan ini bertujuan untuk meringkas hasil analisa yang didapat agar dapat lebih mudah dipahami.

Hasil dan Pembahasan

Waste Motion

Hampir seluruh proses di stasiun kerja digolongkan kedalam *waste motion* karena pergerakan yang tidak perlu oleh operator yang disebabkan oleh peletakan material yang sulit dijangkau dan jauh dari operator. Hal tersebut menyebabkan operator harus berbalik badan dan bahkan perlu berjalan menuju tempat letak material berada. Selain itu, dampak dari adanya *waste motion* ini adalah munculnya keluhan dari operator yang mengeluhkan bahwa anggota tubuh mereka seperti tangan dan kaki seringkali mengalami nyeri yang diakibatkan oleh tata letak material yang jauh dari operator. Gerakan yang tidak diperlukan tersebut seharusnya dapat dikurangi bahkan dihilangkan sehingga tidak menjadi *waste motion*. Analisa *waste motion* dapat diketahui melalui pembuatan *flow process chart*, agar dapat terlihat jelas operasi kerja mana yang termasuk *non-value added time* dan berapa jarak yang harus ditempuh untuk mengambil material.

Waste Waiting

Waste waiting yang teridentifikasi dalam proses perakitan *bottom cabinet* menyabkan operator sering kali *idle* karena menunggu pekerjaan berikutnya. Hal ini terjadi dikarenakan pembagian beban kerja yang kurang merata, sehingga sebagian dari operator ada yang bekerja terus menerus tanpa jeda dan sebagian terlalu banyak *idle time*. Sering juga dijumpai, dimana operator yang bekerja terus menerus tersebut mengalami kendala dimana operator tersebut kesulitan dan bahkan tidak dapat menyelesaikan pekerjaannya sehingga operator berikutnya yang harus memperbaiki dan melakukan pekerjaan operator sebelumnya. Hal ini tentunya akan membuat produktivitas dari operator menjadi rendah dikarenakan beban kerja yang tidak merata dan tidak sesuai dengan kapasitas masing-masing.

Analisa Line Balancing Kondisi Awal

Perhitungan *line efficiency* pada kondisi aktual membutuhkan jumlah stasiun kerja dan juga data *cycle time*. Didapatkan hasil bahwa *line efficiency* dari proses perakitan *bottom cabinet washing machine* adalah sebesar 84%. Berikut merupakan hasil perhitungan dari *line efficiency* untuk kondisi aktual dari proses perakitan *bottom cabinet washing machine* :

$$LE = \frac{\text{Total waktu stasiun kerja}}{\text{Jumlah Stasiun kerja} \times \text{Cycle time}} \times 100\%$$

$$LE = \frac{119,69}{7 \times 20,37} \times 100\%$$

$$LE = 84 \%$$

Perhitungan *balance delay* pada proses perakitan *bottom cabinet washing machine* mendapatkan hasil sebesar 16%. Berikut merupakan hasil perhitungan *balance delay* untuk kondisi aktual dari proses perakitan *bottom cabinet washing machine* :

$$\text{Balance Delay} = \frac{n \times c - \sum ti}{(n \times ti)} \times 100 \%$$

$$\text{Balance Delay} = \frac{7 \times 20,37 - 119,69}{(7 \times 20,37)} \times 100 \% \quad (4.8)$$

$$\text{Balance Delay} = 16 \%$$

Idle time merupakan waktu dimana operator mengalami *idle* atau bisa disebut dengan menganggur. *Idle time* dapat diminimalisir dengan pembagian beban kerja yang merata. Berikut merupakan hasil perhitungan *idle time* :

$$\text{Idle Time} = n \times Ws - \sum_{i=1}^n Wi$$

$$\text{Idle Time} = 7 \times 20,37 - 119,69 \quad (4.9)$$

$$\text{Idle Time} = 22,9 \text{ detik}$$

Smoothness index merupakan suatu *index* yang menunjukkan seberapa seimbang suatu lintasan produksi. Berikut merupakan hasil perhitungan *smoothness index*:

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^K (STi_{Max} - STi)^2}$$

$$SI = \sqrt{(20,37 - 14,63)^2 + (20,37 - 20,37)^2 + (20,37 - 18,68)^2 + (20,37 - 13,54)^2 + (20,37 - 16,43)^2 + (20,37 - 16,67)^2 + (20,37 - 19,39)^2}$$

$$SI = 10,61$$

Perhitungan produktivitas dari *line* produksi dihitung dengan mencari hasil dari *manhour* dan didapatkan hasil sebesar 21% yang didapatkan dengan menggunakan perhitungan berikut ini :

$$\text{ManHour} = \frac{\text{Jumlah Elemen Pekerja}}{\text{Waktu Siklus 1 Unit} - \text{Total Operator}}$$

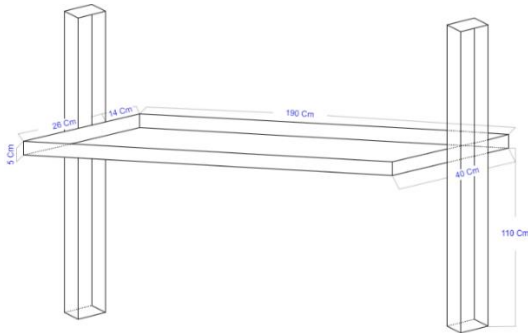
$$\text{ManHour} = \frac{24}{199,69 - 7}$$

$$\text{ManHour} = 21 \%$$

Usulan Perbaikan Awal

Perbaikan awal di lantai produksi dilakukan dengan menata ulang kondisi di lantai produksi. Perbaikan pada lantai produksi dilakukan dengan pendesainan rak serta trolley yang akan digunakan untuk tempat peletakan material, sehingga dapat mempermudah operator dalam menjangkau material. Dengan adanya rak serta *trolley*, operator tidak perlu berpindah tempat dan melakukan gerakan yang tidak diperlukan seperti memutar badan,

membungkuk dan lainnya. Pembuatan rak serta *trolley* ini merupakan solusi dalam upaya untuk menghilangkan *waste motion* yang terdapat pada proses produksi. Pembuatan rak serta *trolley* ini dibuat oleh pihak perusahaan sendiri oleh departemen *engineering* dengan biaya sebesar Rp 3.500.000,00 untuk pembuatan serta perakitanya. Berikut ini merupakan contoh desain beserta perhitungan dimensi dari rak dan *trolley* beserta *layout* peletakkannya :



Gambar 3. Dimensi dan Desain Rak



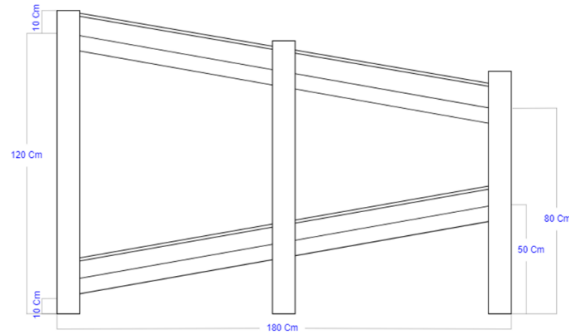
Gambar 4. Peletakan Rak Pada Lantai Produksi

Penyusunan Rak dan pemberian dimensi, mengikuti aturan dari antropometri dan pendesainan rak menggunakan peraga awal yaitu operator stasiun kerja tersebut dengan mengukur panjang jangkauan rentang tangan ke depan dan juga tinggi dari siku. Dalam perhitungan, digunakan persentil 50% pada data antropometri namun ada beberapa penyesuaian seperti tinggi dari rak tersebut yang harus disesuaikan dengan ketinggian *conveyor* dan juga tingginya *bottom cabinet* dari *washing machine* itu sendiri, sehingga tidak mengganggu proses perakitan dan tidak bertabrakan dengan *body bottom cabinet* itu sendiri. Berikut ini merupakan perhitungan dimensi berdasarkan data antropometri :

Tabel 1. Perhitungan Dimensi Rak

KETERANGAN	DIMENSI		Persentil 50%	PENYESUAIAN
Tinggi Rak dari Lantai	Tinggi Siku	D4	106,01 Cm	110 Cm
Jarak Rak dari Operator	Panjang Rentang Tangan Ke Depan	D24	70,19 Cm	70 Cm

Pada dimensi rak, didapatkan hasil perhitungan yaitu untuk tinggi rak dari permukaan tanah diberikan dimensi 110 Cm, dan untuk jarak rak dari operator didapatkan hasil 70 Cm. Untuk panjang dan lebar rak, dimensi yang ada disesuaikan dengan ukuran *box* yang digunakan yang dimana *box* yang digunakan memiliki dimensi sebesar 60 x 40 Cm.



Gambar 5. Dimensi dan Desain *Trolley*



Gambar 6. Peletakan *Trolley* Pada Lantai Produksi

Penyusunan *trolley* dan pemberian dimensi, pada stasiun kerja juga mengikuti aturan dari antropometri dan pendesainan *trolley* dilakukan dengan menggunakan operator stasiun kerja tersebut sebagai peraga dengan mengukur panjang jangkauan anggota tubuhnya. Tinggi dari rak terhadap lantai dihitung dengan menggunakan persentil 50% pada data antropometri, yang dimana faktor yang diperhatikan adalah panjang jangkauan rentangan tangan kesamping dan juga panjang lengan atas dan bawah untuk menghitung tinggi dari *trolley*. Berikut ini merupakan perhitungan dimensi berdasarkan data antropometri :

Tabel 2. Perhitungan Dimensi *Trolley*

KETERANGAN	DIMENSI		Persentil 50%	PENYESUAIAN
Tinggi Rak dari Lantai	Tinggi Ujung Jari	D7	69,7 Cm	80 Cm

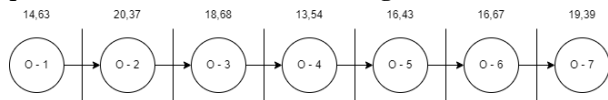
Pengukuran tinggi *trolley* dihitung dengan mencari tinggi ujung jari tangan yang dalam data antropometri persentil 50% berada pada nilai 69,7 Cm. Pada pendesainan *trolley*, penyesuaian yang dilakukan pada tinggi *trolley* disebabkan oleh karena

material berada disamping operator dan juga *box* yang digunakan memiliki tinggi sebesar 37 Cm yang dimana ketika operator mengambil material, lengan bagian atas dari operator harus diangkat setinggi 45° yang menyebabkan tinggi ujung jari menjadi naik lebih tinggi sekitar kurang lebih 10 Cm sehingga tinggi dari *trolley* didesain senilai 80 Cm dari permukaan tanah.

Dengan diterapkannya penggunaan rak serta *trolley* pada lantai produksi, perubahan *layout* tersebut tidak hanya mempermudah operator dalam menjangkau material namun juga mempermudah operator stasiun kerja itu sendiri dalam mengisi ulang material. Dapat dilihat pada gambar 4.7 bahwa *trolley* yang didesain memiliki dua tingkat yaitu atas dan bawah, yang dimana tingkat atas berfungsi untuk meletakkan banyak box material yang akan digunakan sehingga jika salah satu box telah habis maka masih ada stock material yang pada box yang dibelakangnya. Box yang kosong kemudian akan diletakkan pada *trolley* bagian bawah yang nantinya akan diambil oleh operator gudang untuk dilakukan pengisian ulang.

Penyusunan Stasiun Kerja

Proses pada *bottom cabinet washing machine* berisikan proses perakitan motor dan komponen-komponen penunjang *washing machine* yang dikerjakan oleh tujuh orang operator. Berikut ini merupakan gambar *precedence diagram* dari proses perakitan *bottom cabinet washing machine* :



Gambar 7. *Precedence Diagram* Proses Perakitan *Bottom cabinet Washing Machine*

Rancangan stasiun kerja yang dibuat harus disesuaikan dengan waktu operasi yang ada dan tidak boleh melebihi dari waktu siklus yang sudah ada. Perancangan perbaikan stasiun kerja memiliki keterbatasan kombinasi proses elemen kerja, mengingat adanya kondisi di lantai produksi yang kurang mendukung, seperti tata letak yang sempit dan urutan proses kerja yang tidak dapat digeser. Usulan perbaikan stasiun dari stasiun kerja proses perakitan *bottom cabinet washing machine* dilakukan dengan tujuan untuk membagi elemen pekerjaan yang ada agar waktu pengerjaan antar operator menjadi seimbang dan tidak melebihi dari *cycle time* yang ada yaitu sebesar 20,37 detik. Berikut merupakan elemen pekerjaan dari setiap stasiun kerja :

Assy Motor 1

Elemen pekerjaan dari stasiun kerja satu, mengalami perubahan dengan adanya penambahan pekerjaan terhadap operator satu. Pekerjaan yang ditambahkan adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Elemen Pekerjaan *Assy Motor 1*. (Sel berwarna hijau merupakan elemen pekerjaan yang ditambahkan)

Stasiun Kerja	Elemen Pekerjaan Aktual	Elemen Pekerjaan Usulan
Assy Motor 1	Mengambil <i>BOTTOM CABINET</i> dari tumpukan palet.	Mengambil <i>BOTTOM CABINET</i> dari tumpukan palet.
	Memasang HOLDER FOR WASH MOTOR W16 pada <i>BOTTOM CABINET PWM 8KG W1F (M01)WHT M131</i> dan TAP SCREW TSAT 4X12Ni pada HOLDER FOR WASH MOTOR W16	Memasang HOLDER FOR WASH MOTOR W16 pada <i>BOTTOM CABINET PWM 8KG W1F (M01)WHT M131</i> dan TAP SCREW TSAT 4X12Ni pada HOLDER FOR WASH MOTOR W16
	Membalik Body	Membalik Body
		Memasang POWER SUPPLY CORE FOR NEW PWM

Assy Motor 2

Elemen pekerjaan dari stasiun kerja dua, mengalami perubahan dengan penambahan pekerjaan terhadap operator dua yang juga didukung dengan peletakan rak dan tata letak material yang baru. Pada operator dua, penambahan jenis elemen kerja yang baru didasari oleh jenis pekerjaan yang dilakukan pada stasiun kerja yang bersifat *assembly* atau hanya sebatas pemasangan dengan menggunakan tangan dan tanpa bantuan alat *screwdriver* dan yang lainnya. Sehingga elemen pekerjaan yang ditambahkan adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Elemen Pekerjaan *Assy Motor 2*. (Sel berwarna hijau merupakan elemen pekerjaan yang ditambahkan)

Stasiun Kerja	Elemen Pekerjaan Aktual	Elemen Pekerjaan Usulan
Assy Motor 2	Memasang CAPACITOR (10+5UF)500VACV0 SNI	Memasang CAPACITOR (10+5UF)500VACV0 SNI
	Ambil WASH MOTOR 150W AL 220V 50HZ YONG_C PWM pada tumpukan palet.	Ambil WASH MOTOR 150W AL 220V 50HZ YONG_C PWM pada tumpukan palet.
	Memasang MOTOR MOUNTING PAD pada WASH MOTOR 150W AL 220V 50HZ YONG_C PWM	Memasang MOTOR MOUNTING PAD pada WASH MOTOR 150W AL 220V 50HZ YONG_C PWM
	Memasang WASH MOTOR 150W AL 220V 50HZ YONG_C PWM pada <i>Bottom cabinet</i>	Memasang WASH MOTOR 150W AL 220V 50HZ YONG_C PWM pada <i>Bottom cabinet</i>
		Mengambil BRAKE ASSY WM

Assy Motor 3

Elemen pekerjaan dari stasiun kerja tiga, tidak mengalami perubahan elemen kerja dikarenakan elemen pekerjaan yang ada pada stasiun kerja tiga ini terbilang sudah cukup dengan kapasitas operator dan tidak terpaut jauh dari *cycle time* yang ada. Selain itu, pertimbangan lain tidak ditambahkannya elemen pekerjaan pada stasiun kerja tiga ini adalah karena tempat produksi yang tergolong sempit sehingga peletakan material dari elemen pekerjaan yang baru sangat tidak memungkinkan. Berikut ini merupakan elemen pekerjaan dari stasiun kerja :

Tabel 5. Elemen Pekerjaan Assy Motor 3

Stasiun Kerja	Elemen Pekerjaan Aktual	Elemen Pekerjaan Usulan
Assy Motor 3	Memasang TAP SCREW Ni TSB PIHW 5X25 pada WASH MOTOR 150W AL 220V 50HZ YONG_C PWM	Memasang TAP SCREW Ni TSE PIHW 5X25 pada WASH MOTOF 150W AL 220V 50HZ YONG_C PWM
	Ambil SPIN MOTOR 80W AL 220V 50HZ YONG_C PWM dari tumpukan palet	Ambil SPIN MOTOR 80W AL 220V 50HZ YONG_C PWM dar tumpukan palet
	Memasang SPIN MOTOR 80W AL 220V 50HZ YONG_C PWM pada SPINNER SUSPENSION ASSY (W/BASE LOCKING)	Memasang SPIN MOTOR 80W AL 220V 50HZ YONG_C PWM pada SPINNER SUSPENSION ASSY (W/BASE LOCKING)

Assy Motor 4

Elemen pekerjaan dari stasiun kerja empat, mengalami perubahan dengan penambahan pekerjaan terhadap operator empat. Berikut ini merupakan elemen pekerjaan dari stasiun kerja empat :

Tabel 6. Elemen Pekerjaan Assy Motor 4. (Sel berwarna hijau merupakan elemen pekerjaan yang ditambahkan).

Stasiun Kerja	Elemen Pekerjaan Aktual	Elemen Pekerjaan Usulan
Assy Motor 4	Screw SPIN MOTOR 80W AL 220V 50HZ YONG_C PWM dengan TAPPING SCREW TSAT 5X25MC	Screw SPIN MOTOR 80W AL 220V 50HZ YONG_C PWM dengar TAPPING SCREW TSAT 5X25MC
	Memasang dan Screw COMPRESSOR CABLE VCTFK 30/0.18X0.75MM dengan CYL SCREW UC MSP M4X8 W/WASHER+SPRING W pada WASH MOTOR 150W AL 220V 50HZ YONG_C PWM	Memasang dan Screw COMPRESSOR CABLE VCTFK 30/0.18X0.75MM dengan CYL SCREW UC MSP M4X8 W/WASHER+SPRING W pada WASH MOTOR 150W AL 220V 50HZ YONG_C PWM
		Screw COMPRESSOR CABLE VCTFK 30/0.18X0.75MM dengan CYL SCREW UC MSP M4X8 W/WASHER+SPRING W pada SPIN MOTOR 80W AL 220V 50HZ YONG_C PWM

Assy Motor 5

Elemen pekerjaan dari stasiun kerja lima, mengalami perubahan dengan penambahan pekerjaan terhadap operator lima yang juga didukung dengan peletakan *trolley* dan tata letak material yang baru sehingga elemen pekerjaan yang ditambahkan adalah sebagai berikut :

Tabel 7. Elemen Pekerjaan Assy Motor 5. (Sel berwarna hijau merupakan elemen pekerjaan yang ditambahkan, Sel berwarna oranye merupakan elemen pekerjaan yang mengalami perubahan, Sel berwarna merah merupakan elemen pekerjaan yang hilang)

Stasiun Kerja	Elemen Pekerjaan Aktual	Elemen Pekerjaan Usulan
Assy Motor 5	Mengambil dan Memasang BRAKE PLATE PWM IMP pada SPIN MOTOR 80W AL 220V 50HZ YONG_C PWM	Mengambil dan Memasang BRAKE PLATE PWM IMP pada SPIN MOTOR 80W AL 220V 50HZ YONG_C PWM
	Screw BRAKE PLATE PWM IMP menggunakan CYL SCREW UC MSP M4X8 W/WASHER+SPRING W	Screw BRAKE PLATE PWM IMP menggunakan CYL SCREW UC MSP M4X8 W/WASHER+SPRING W
	Screw COMPRESSOR CABLE VCTFK 30/0.18X0.75MM dengan CYL SCREW UC MSP M4X8 W/WASHER+SPRING W pada SPIN MOTOR 80W AL 220V 50HZ YONG_C PWM	
		Memasang BRAKE ASSY WM pada SPIN MOTOR 80W AL 220V 50HZ YONG_C PWM
		Memasang CLAMP FOR AC CORE W08 pada BOTTOM CABINET

Assy Motor 6

Elemen pekerjaan dari stasiun kerja enam, mengalami perubahan dengan penambahan pekerjaan terhadap operator enam yang juga didukung dengan peletakan rak dan tata letak material yang baru sehingga elemen pekerjaan yang ditambahkan adalah sebagai berikut :

Tabel 8. Elemen Pekerjaan Assy Motor 6. (Sel berwarna hijau merupakan elemen pekerjaan yang ditambahkan, Sel berwarna oranye merupakan elemen pekerjaan yang mengalami perubahan)

Stasiun Kerja	Elemen Pekerjaan Aktual	Elemen Pekerjaan Usulan
Assy Motor 6	Mengambil BRAKE ASSY WM dan STRING WITH CROOK IMP	Mengambil STRING WITH CROOK IMP
	Memasang STRING WITH CROOK IMP pada BRAKE ASSY WM dan Memasang BRAKE ASSY WM pada SPIN MOTOR 80W AL 220V 50HZ YONG_C PWM	Memasang STRING WITH CROOK IMP pada BRAKE ASSY WM
	Memberi pelumas GREASE DRATHON pada STRING WITH CROOK IMP	Memberi pelumas GREASE DRATHON pada STRING WITH CROOK IMP
		Merapikan kabel CAPACITOR (10+5UF)500VACV0 SNI,WASH MOTOR 150W AL 220V 50HZ YONG_C PWM, SPIN MOTOR 80W AL 220V 50HZ YONG_C PWM menggunakan CABLE TIES L=100 MM

Assy Motor 7

Elemen pekerjaan dari stasiun kerja tujuh, mengalami perubahan dengan penambahan pekerjaan dan pengurangan pekerjaan terhadap operator tujuh. Proses pada stasiun kerja tujuh didukung dengan peletakan *trolley* dan tata letak material yang baru sehingga elemen pekerjaan yang ditambahkan adalah sebagai berikut :

Tabel 9. Elemen Pekerjaan Assy Motor 7. (Sel berwarna hijau merupakan elemen pekerjaan yang ditambahkan, Sel berwarna oranye merupakan elemen pekerjaan yang mengalami perubahan, Sel berwarna merah merupakan elemen pekerjaan yang hilang)

Stasiun Kerja	Elemen Pekerjaan Aktual	Elemen Pekerjaan Usulan
Assy Motor 7	Memasang Jig pada brake assy	
	Mengambil ALLUMINIUM IMPELLER ASSY8568, pasang pada WASH MOTOR 150W AL 220V 50HZ YONG_C PWM	Mengambil ALLUMINIUM IMPELLER ASSY8568, pasang pada WASH MOTOR 150W AL 220V 50HZ YONG_C PWM
	Screw bolt MX8 BRAKE ASSY WM.	
	Screw bolt MX8 ALLUMINIUM IMPELLER ASSY8568 pada WASH MOTOR 150W AL 220V 50HZ YONG_C PWM	Screw bolt MX8 ALLUMINIUM IMPELLER ASSY8568 pada WASH MOTOR 150W AL 220V 50HZ YONG_C PWM
	Kencangkan bolt MX10 ALLUMINIUM IMPELLER ASSY8568 menggunakan kunci pas "T"	Kencangkan bolt MX10 ALLUMINIUM IMPELLER ASSY8568 menggunakan kunci pas "T"
	Kencangkan bolt MX10 BRAKE ASSY WM. Menggunakan kunci pass "T"	
		Merapikan kabel CAPACITOR (10+5UF)500VACV0 SNI,WASH MOTOR 150W AL 220V 50HZ YONG_C PWM, SPIN MOTOR 80W AL 220V 50HZ YONG_C PWM menggunakan CABLE TIES L=100 MM

Analisa Line Balancing Kondisi Usulan

Dari hasil perhitungan, didapatkan hasil bahwa *line efficiency* dari proses perakitan *bottom cabinet washing machine* adalah sebesar 90 %. Berikut merupakan hasil perhitungan dari *line efficiency* untuk kondisi stasiun kerja usulan dari proses perakitan *bottom cabinet washing machine* :

$$LE = \frac{\text{Total waktu stasiun kerja}}{\text{Jumlah Stasiun kerja} \times \text{Cycle time}} \times 100 \%$$

$$LE = \frac{125,39}{7 \times 20,00} \times 100 \%$$

$$LE = 90 \%$$

Perhitungan *balance delay* pada proses perakitan *bottom cabinet washing machine* mendapatkan hasil sebesar 10%. Berikut merupakan hasil perhitungan *balance delay* untuk kondisi stasiun kerja usulan dari proses perakitan *bottom cabinet washing machine* :

$$\text{Balance Delay} = \frac{n \times c - \sum ti}{(n \times ti)} \times 100 \%$$

$$\text{Balance Delay} = \frac{7 \times 20,00 - 125,39}{(7 \times 20,00)} \times 100 \%$$

$$\text{Balance Delay} = 10 \%$$

Idle time merupakan waktu dimana operator mengalami *idle* atau bisa disebut dengan menganggur. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa total *idle time* dari proses perakitan *bottom cabinet washing machine* adalah sebesar 14,61 detik. *Idle time* dan *bottle neck* dapat diminimalisir dengan pembagian beban kerja yang merata. Berikut merupakan hasil perhitungan *idle time* untuk kondisi stasiun kerja usulan dari proses perakitan *bottom cabinet washing machine* :

$$\text{Idle Time} = n \times Ws - \sum_{i=1}^n Wi$$

$$\text{Idle Time} = 7 \times 20,00 - 125,39$$

$$\text{Idle Time} = 14,61 \text{ detik}$$

Smoothness index merupakan suatu *index* yang menunjukkan seberapa seimbang suatu lintasan produksi. Dari hasil perhitungan *smoothness index* didapatkan hasil sebesar 6,9. Semakin kecil hasil angka dari *smoothness index*, maka semakin seimbang pula suatu lintasan produksi. Berikut merupakan hasil perhitungan *smoothness index* untuk kondisi stasiun kerja usulan dari proses perakitan *bottom cabinet washing machine* :

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^K (STi_{Max} - STi)^2}$$

$$SI = \sqrt{\begin{matrix} (20,00 - 18,68)^2 + (20,00 - 20,00)^2 \\ + (20,00 - 18,59)^2 + (20,00 - 17,70)^2 \\ + (20,00 - 18,49)^2 + (20,00 - 17,27)^2 \\ + (20,00 - 14,69)^2 \end{matrix}}$$

$$SI = 6,9$$

Perhitungan produktivitas dari *line* produksi mendapatkan hasil sebesar 23% yang didapatkan dengan menggunakan perhitungan berikut ini :

$$\text{ManHour} = \frac{\text{Jumlah Elemen Pekerjaan}}{\text{Waktu Siklus 1 Unit} - \text{Total Operator}}$$

$$\text{ManHour} = \frac{27}{125,39 - 7}$$

$$\text{ManHour} = 23 \%$$

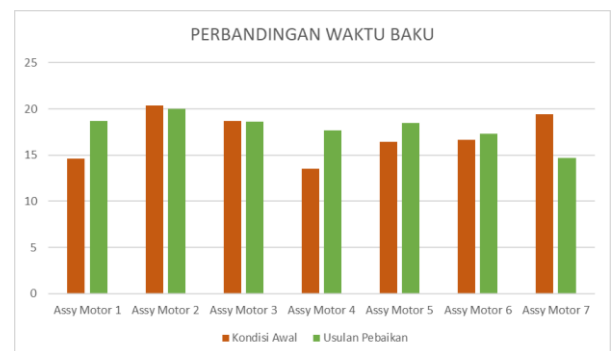
Perbandingan Kondisi Awal dan Usulan Perbaikan

Berikut ini merupakan tabel yang menunjukkan perbandingan antara *layout* kondisi awal dengan *layout* usulan perbaikan berdasarkan *line efficiency*, *balance delay*, *smoothness index*, total waktu siklus, waktu siklus terlama dan jumlah stasiun :

Tabel 10. Perbandingan Kondisi Awal dan Usulan Perbaikan

Parameter	Layout Awal	Layout Usulan Perbaikan
Line efficiency	84 %	90 %
Balance delay	16 %	10 %
Smoothness index	10,61	6,9
Idle time	22,9	14,61
Waktu Siklus Terlama	20,37	20,00
Produktivitas	21 %	23 %
Rata-rata Produksi / Hari	177	180

Dari hasil pada tabel 10 dapat diketahui bahwa *line efficiency* dari *layout* usulan lebih tinggi dari pada *layout* awal sebesar 6 %, sehingga dapat dikatakan bahwa *layout* usulan lebih efisien. Selain dari *line efficiency*, perbandingan dari *balance delay* serta *smoothness index* juga menunjukkan hasil yang lebih baik setelah diterapkannya *layout* usulan perbaikan. Waktu siklus terlama dari *layout* usulan juga lebih kecil yaitu sebesar 20,00 detik meskipun jumlah total waktu siklus dari proses produksi bertambah lebih besar dikarenakan adanya penambahan elemen pekerjaan yang baru. Berikut ini merupakan grafik perbandingan waktu baku kondisi awal dan kondisi *layout* usulan perbaikan dari setiap stasiun kerja.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Waktu Baku Kondisi Awal dan Usulan Perbaikan

Simpulan

Permasalahan dan keluhan yang dialami oleh operator disebabkan oleh pembagian beban kerja yang tidak seimbang dan juga peletakan material yang jauh dari jangkauan operator, sehingga menyebabkan adanya *idle time* pada sebagian operator dan ada juga operator yang tidak dapat menyelesaikan pekerjaannya karena elemen pekerjaan yang terlalu banyak. Selain itu, operator juga harus bergerak bahkan berpindah tempat untuk mengambil material yang dimana seharusnya gerakan-gerakan yang tidak diperlukan tersebut dapat dikurangi bahkan dihilangkan.

Perbaikan pada *line* produksi *bottom cabinet washing machine* dilakukan adanya pendesainan dan pembuatan rak serta *trolley* yang kemudian diimbangi dengan dilakukannya *line balancing* dan pembagian elemen pekerjaan yang lebih merata. *Line balancing* dilakukan dengan menggunakan metode *killbridge* dengan pendekatan wilayah, dan didapatkan hasil dari *cycle time* terbesar adalah 20,00 detik dari proses perakitan *bottom cabinet washing machine*. Dari *layout* usulan perbaikan, juga didapatkan hasil bahwa *line efficiency* dari proses perakitan *bottom cabinet washing machine* mengalami kenaikan sebesar 6 % dari yang semula sebesar 84 % menjadi 90 %. Begitu juga dengan *balance delay* yang semula sebesar 10,61 detik menurun menjadi 6,9 detik, dan *idle time* dari yang semula sebesar 22,9 detik menjadi 14,61 detik. Hal ini menunjukkan bahwa dari hasil *layout* usulan perbaikan, memiliki keseimbangan lintasan kerja yang lebih seimbang dibandingkan dengan *layout* kondisi awal.

Saran

Saran yang diberikan adalah untuk bisa dilakukan penelitian lebih lanjut pada pembagian stasiun kerja dan pemerataan elemen pekerjaan pada keseluruhan lini produksi *washing machine* mulai dari perakitan *top cabinet* hingga *final assembly*.

Daftar Pustaka

1. Suhartono. 2007. Penerapan Lean Production pada Sistem Produksi Make to Order dengan Pendekatan Lean Motion Time Study-Discrete Event Simulation Guna Meningkatkan Efektifitas dan Efisiensi Aliran Produksi. Institut Teknologi Sepuluh November.
2. Ahmad Syah Rosyad. 2017. "Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Algoritma Simulated Annealing Untuk Menurunkan Makespan Pada Penjadwalan Produksi". Skripsi. Fakultas Teknik Industri S1, Universitas Muhammadiyah Malang.
3. Bridger R.S. 1995. Introduction to Ergonomi. Singapore: Mc. Graw – Hill International
4. Data Antropometri. Antropometri Indonesia. (n.d.).https://www.antropometriindonesia.org/index.php/detail/artikel/4/10/data_antropometri