

# PERANCANGAN ULANG TATA LETAK LINI PERAKIAN HEAD LAMP TIPE 2SJ UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS PRODUKSI DI INDUSTRI OTOMOTIF

Danu Sato Ario Putra, Eko Armanto, Ariawan Wahyu Pratomo, Suyadi

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang

Email: [ariawanwph@yahoo.co.id](mailto:ariawanwph@yahoo.co.id)

## Abstrak

*Industri otomotif umumnya memproduksi perangkat penerangan pada sepeda motor dan mobil. Lamp Assembly/Lamp Assy Department merupakan salah satu departemen di perusahaan ini. Masalah yang timbul dalam studi kasus pada departemen yang dimiliki PT Indonesia Stanley Electric adalah lini perakitan head lamp 2SJ tidak mampu mencapai target produksi sebanyak 570 pcs/hari. Produk yang dihasilkan lini ini rata-rata 520 pcs/hari. Perlunya perancangan ulang tata letak lini perakitan head lamp 2SJ adalah untuk memberikan alternatif tata letak baru yang mampu mencapai target produksi dan melakukan pengujian menggunakan simulasi Process Simulator 2016. Metode perancangannya yaitu dengan menyetimbangkan lini perakitan head lamp 2SJ dan membagi ulang beban kerja ke setiap stasiun sehingga kapasitas dapat meningkat. Membagi ulang beban kerja mengakibatkan laju aliran bahan berubah dan tata letaknya ikut berubah. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa ada dua buah alternatif yang didapat dan memiliki kapasitas produksi lebih tinggi dari kondisi awal lini perakitan head lamp 2SJ. Simulasi yang dilakukan membuktikan analisis penelitian ini yaitu kapasitas dapat meningkat setelah menyetimbangkan lini perakitan kondisi awal. Kapasitas meningkat sebanyak 43 pcs hingga 76 pcs/hari.*

**Kata Kunci :** “perancangan tata letak produk”, “kesetimbangan lini”, “kapasitas”, “simulasi”.

## 1. Pendahuluan

PT. Indonesia Stanley Electric adalah cabang perusahaan dari Stanley Electric Co., Ltd. yang berpusat di Negara Jepang. Perusahaan ini memproduksi perangkat penerangan untuk sepeda motor dan mobil. Salah satu departemen di perusahaan ini adalah Lamp Assy/Lamp Assembly Department yang memiliki tugas merakit seluruh komponen yang dihasilkan oleh divisi produksi. Lamp Assembly Department menggunakan sistem just in time dan make to order dalam produksinya. Penyimpanan barang di gudang hanya selama dua hari saja.

Tingginya permintaan dari pemesan membuat PT. Indonesia Stanley Electric, terutama Lamp Assembly Department untuk memiliki strategi yang baik agar dapat meningkatkan produktivitas dan memenuhi permintaan pelanggan dengan hasil berkualitas, tepat waktu dalam pengiriman, dan laba yang maksimal. Salah satu strateginya yaitu dengan membagi tugas merakit dalam tiga seksi perakitan, yaitu perakitan khusus menangani lampu motor, perakitan khusus menangani lampu mobil,

dan perakitan khusus menangani Printed Wiring Board (PWB) dan komponen elektrik lainnya untuk bagian lampu yang menggunakan Light Emitting Diode (LED). Setiap seksi perakitan memiliki beberapa lini perakitan, setiap lini memiliki beberapa stasiun kerja tergantung dari tipe produk yang dihasilkan. Setiap stasiun kerja biasanya diisi oleh satu orang operator sebagai pekerja. Salah satu lini perakitan yang memiliki masalah adalah lini perakitan head lamp 2SJ. Lini perakitan ini memiliki permintaan yang tergolong tinggi yaitu 570 pcs/hari dan hanya menghasilkan rata-rata 520 pcs/hari. Penyebab permasalahan yang ada dikarenakan beban kerja yang ada di setiap stasiun tidak setimbang. Hal ini mengakibatkan peluang penumpukan antar setiap stasiun meningkat dan menyebabkan aliran bahan yang ada tidak stabil dan konstan.

Perancangan tata letak lini perakitan yang baik bisa didapat jika kesetimbangan lini diterapkan, selain itu dengan memperkecil jarak antar stasiun dan menempatkan elemen kerja secara merata dapat meningkatkan

efisiensi dan kapasitas produksi di lini perakitan (Islam, dkk, 2014). Menurut Raja (2015), lini produksi yang setimbang merupakan lini yang memiliki beban kerja yang adil dan memiliki waktu kerja setiap stasiun yang memiliki perbedaan waktu tidak drastis bahkan tidak memiliki perbedaan waktu stasiun.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka dilakukan perancangan ulang tata letak lini perakitan sebagai upaya penyelesaian masalah agar didapat pembagian beban kerja dengan waktu kerja yang tepat, sehingga lini perakitan yang setimbang diharapkan dapat tercapai. Lini perakitan yang setimbang diharapkan dapat meningkatkan kapasitas produksi dari lini perakitan head lamp 2SJ. Sehingga diperoleh judul Perancangan Ulang Tata Letak Lini Perakitan Head Lamp Tipe 2SJ untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi di PT. Indonesia Stanley Electric.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan kapasitas lini perakitan head lamp 2SJ, selain itu tujuan penelitian ini adalah:

- Membuat alternatif rancangan ulang tata letak lini perakitan head lamp 2SJ dan merekomendasikan yang terbaik dengan memperhatikan batasan masalah penelitian.
- Melakukan perbandingan hasil penataan ulang tata letak lini perakitan head lamp tipe 2SJ dengan lini perakitan head lamp 2SJ pada kondisi awal menggunakan pengujian melalui aplikasi simulasi Process Simulator 2016.

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan dalam menyelesaikan permasalahan dalam perancangan ulang tata letak lini perakitan *head lamp 2SJ* di *Lamp Assembly Department* PT. Indonesia Stanley Electric, akan digambarkan dalam diagram alir di bawah ini.



**Gambar1. Diagram Alir Penelitian**

### 2.1. Analisis Masalah

Analisis masalah dilakukan dengan pengamatan selama melakukan Kuliah Magang Industri. Pengamatan langsung dilakukan di lini perakitan *head lamp 2SJ, Lamp Assembly Department* untuk mengetahui alur produksi yang terjadi, bentuk tata letak dan aliran bahan yang ada, dan permasalahan apa yang timbul. Diskusi dengan pengawas lini juga dilakukan untuk mengetahui permasalahan lain seperti apa yang akan terjadi jika PT. Indonesia Stanley Electric tidak memenuhi permintaan.

## 2.2. Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahapan untuk mengumpulkan berbagai referensi dan teori yang mendukung penyelesaian permasalahan yang terjadi dan tahapan yang harus dilakukan. Referensi yang digunakan dalam penelitian kali ini meliputi cara melakukan penyeimbangan suatu lini perakitan agar dapat melakukan pembagian ulang beban kerja, sehingga akan didapat tata letak baru yang diharapkan dapat meningkatkan produktivitas.

## 2.3. Hipotesis

Dugaan sementara dalam penelitian ini adalah dengan mengetahui perbedaan beban kerja yang dilakukan oleh setiap stasiun kerja melalui analisis kesetimbangan lini perakitan, dapat digunakan sebagai acuan untuk perancangan ulang tata letak lini perakitan *head lamp* 2SJ. Pembebanan ulang beban kerja dengan menghilangkan atau memindah beberapa proses pada stasiun kerja diduga dapat mengubah tata letak dan meningkatkan kapasitas produksi lini perakitan *head lamp* 2SJ.

## 2.4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah cara yang dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan suatu penelitian. Pengumpulan data dapat dilakukan melalui studi pustaka dan studi lapangan. Data yang diperoleh saat melakukan studi lapangan dalam penelitian ini yaitu:

- Bentuk tata letak lini perakitan *head lamp* tipe 2SJ, jumlah stasiun kerja dan operator.
- Jam kerja dalam satu hari.
- Waktu setiap proses yang dilakukan setiap stasiun kerja dalam lini perakitan *head lamp* tipe 2SJ.

- Waktu siklus lini perakitan *head lamp* tipe 2SJ dalam membuat satu buah produk.
- Target produksi lini perakitan *head lamp* tipe 2SJ.

## 2.5. Analisis

Tahap analisis ini merupakan tahap yang menentukan dalam sebuah penelitian. Analisis dilakukan untuk membuktikan kebenaran hipotesis penulis. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan melakukan langkah-langkah dalam merancang ulang tata letak lini perakitan, sehingga diharapkan akan mendapatkan hasil berupa peningkatan kapasitas.

## 2.6. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk membuktikan kesesuaian hasil analisis dan perancangan ulang tata letak lini perakitan *head lamp* tipe 2SJ dengan hipotesis. Pengujian pada penelitian ini menggunakan aplikasi simulasi tata letak *Process Simulator* dengan membandingkan kapasitas tata letak sebelumnya dengan rancangan tata letak baru lini perakitan *head lamp* tipe 2SJ.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Terlihat dalam Tabel 1 bahwa waktu terlama dari stasiun di lini perakitan tersebut adalah stasiun kerja ke 4 yaitu 139,59 detik/pes untuk menyelesaikan setiap proses/beban kerjanya. Terlihat juga dalam Tabel 4.1 bahwa bila dibuat grafik dan dibandingkan dengan grafik dalam Gambar 2.2 pada pembahasan sebelumnya lini perakitan pada kondisi awal tidak setimbang. Ketidaksetimbangan lini perakitan pada kondisi awal disebabkan beban kerja yang dilakukan oleh operator ke 4 paling besar dibandingkan dengan operator lainnya. Hal ini mengakibatkan terjadinya laju aliran

bahan dalam lini perakitan tersebut tidak halus dan kontinu. Selain itu mengakibatkan penumpukan material di beberapa stasiun dan tingginya waktu menganggur di beberapa stasiun.

Secara teori, waktu siklus merupakan waktu yang dibutuhkan suatu lini untuk menghasilkan satu buah produk. Waktu siklus dapat diperoleh dari waktu stasiun terlama dalam suatu lini produksi/lini perakitan, dalam masalah kali ini waktu siklus lini perakitan *head lamp* 2SJ diperoleh dari waktu stasiun ke 4 yaitu 139,59 detik/pcs.

**Tabel 1. Proses dan Waktu Setiap Stasiun pada Kondisi Awal**

STASIUN	URUTAN PROSES	NAMA PROSES	WAKTU (DETIK)		
			KERJA TANGAN	BERJALAN	MESIN
1	1	SUBASSY BRACKET 1	8,20		
	2	SUBASSY BRACKET 2	8,88		
	3	INNER LENS CP SETTING	12,53		
	4	SETTING PWB	13,64		
	5	SCREW TIGHTENING	18,78		
	6	VISUAL CHECK	5,24		
2	7	EXTENTION SUBASSY SETTING	41,54	2,00	
	8	INNER LENS FP SUBASSY	24,96	1,00	
	9	SCREW TIGHTENING	20,88		
3	10	HOUSING SUBASSY + PWB SETTING	31,68	1,00	
	11	PUSHNUT SETTING	18,20	0,50	3,00
	12	HEAT STAMP	7,56	0,50	20,00
	13	HL REFLEKTOR SUBASSY	38,88	3,00	
	14	ADJUSTER SETTING	7,20	0,50	
	15	AIMING SETTING	11,88	1,00	45,00
4	16	HL LENS SUBASSY	23,17	1,50	
	17	SCREW TIGHTENING	13,68	2,00	
	18	AIR BLOW MANUAL	16,23		
	19	HOTMELT & PRESS LENS	29,53	1,50	54,00
	20	SCREW TIGHTENING	16,56	1,00	
	21	BULB SETTING	21,00	1,00	
	22	COVER PWB SETTING	10,92	1,50	
5	23	RUBBER COVER SETTING	20,00	0,50	
	24	COOLING	5,40	2,50	8,00
	25	LEAK TEST	9,72	1,00	53,00
	26	LIGHTING TEST	25,20	1,00	50,00
	27	MARKING	10,08		
	28	DOUBLE CHECK	18,67	1,00	
	29	PACKING LORY	10,32	1,80	

Terlihat dalam Tabel 2 bahwa waktu terlama dari stasiun di lini perakitan tersebut adalah stasiun kerja ke 2 yaitu membutuhkan waktu 128,73 detik untuk menyelesaikan setiap proses/beban kerjanya. Apabila dibuat grafik, grafik waktu stasiun alternatif 1 juga lebih setimbang bila dibandingkan dengan grafik waktu stasiun lini perakitan *head lamp* 2SJ kondisi awal.

**Tabel 2. Proses dan Waktu Stasiun Alternatif 1**

STASIUN	URUTAN PROSES	NAMA PROSES	WAKTU (DETIK)		
			KERJA TANGAN	BERJALAN	MESIN
1	1	SUBASSY BRACKET 1	8,20		
	2	SUBASSY BRACKET 2	8,88		
	3	INNER LENS CP SETTING	12,53		
	4	SETTING PWB	13,64		
	5	SCREW TIGHTENING	18,78		
	6	VISUAL CHECK	5,24		
2	7	EXTENTION SUBASSY SETTING	41,54	2,00	
	8	INNER LENS FP SUBASSY	24,96	1,00	
	9	SCREW TIGHTENING	20,88		
3	10	HL LENS SUBASSY	23,17	1,50	
	11	SCREW TIGHTENING	13,68		
	12	HOUSING SUBASSY + PWB SETTING	31,68	1,00	
	13	PUSHNUT SETTING	18,20	0,50	3,00
	14	HEAT STAMP	7,56	0,50	20,00
	15	HL REFLEKTOR SUBASSY	38,88	3,00	
4	16	ADJUSTER SETTING	7,20	0,50	
	17	AIMING SETTING	11,88	1,00	45,00
	18	AIR BLOW MANUAL	16,23	1,50	
	19	HOTMELT & PRESS LENS	29,53	1,50	54,00
	20	SCREW TIGHTENING	16,56	0,50	
	21	BULB SETTING	21,00		
	22	COVER PWB SETTING	10,92		
5	23	RUBBER COVER SETTING	20,00		
	24	PUT MC COOLING	2,70	1,00	
	25	TAKE MC COOLING	2,70	1,00	
	26	LEAK TEST	9,72	1,00	53,00
	27	LIGHTING TEST	25,20	1,00	50,00
	28	MARKING	10,08		
	29	DOUBLE CHECK	18,67	1,00	
30	PACKING LORY	10,32	1,80		

Secara teori, waktu siklus merupakan waktu yang dibutuhkan suatu lini untuk menghasilkan satu buah produk. Waktu siklus dapat diperoleh dari waktu stasiun terlama dalam suatu lini produksi/lini perakitan, dalam masalah kali ini waktu siklus lini perakitan *head lamp* 2SJ alternatif 1 diperoleh dari waktu stasiun ke 2 yaitu 128,73 detik/pcs.

**Tabel 3. Proses dan Waktu Stasiun Alternatif 2**

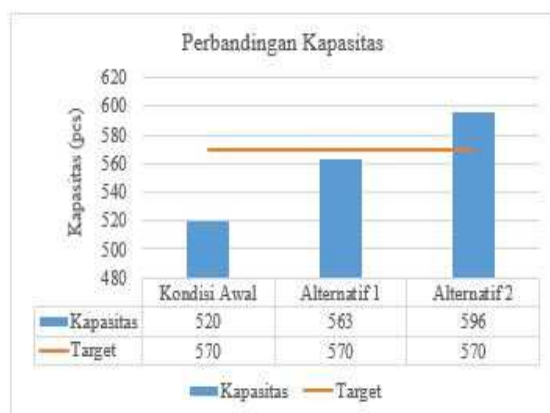
STASIUN	URUTAN PROSES	NAMA PROSES	WAKTU (DETIK)		
			KERJA TANGAN	BERJALAN	MESIN
1	1	SUBASSY BRACKET 1	8,20		
	2	SUBASSY BRACKET 2	8,88		
	3	INNER LENS CP SETTING	12,53		
	4	SETTING PWB	13,64		
	5	SCREW TIGHTENING	18,78		
	6	VISUAL CHECK	5,24		
2	7	INNER LENS FP SUBASSY	24,96	1,00	
	8	SCREW TIGHTENING	20,88		
	9	ADJUSTER SETTING	7,20	0,50	
3	10	EXTENTION SUBASSY SETTING	41,54	2,00	
	11	HL LENS SUBASSY	23,17	1,50	
	12	SCREW TIGHTENING	13,68	2,00	
	13	AIR BLOW MANUAL	16,23	1,50	
	14	HOTMELT & PRESS LENS	15,52		54,00
	15	HOUSING SUBASSY + PWB SETTING	31,68	1,00	
4	16	PUSHNUT SETTING	18,20	0,50	3,00
	17	HEAT STAMP	7,56	0,50	20,00
	18	HL REFLEKTOR SUBASSY	38,88	3,00	
	19	AIMING SETTING	11,88	1,00	45,00
5	20	HOTMELT & PRESS LENS	15,52		54,00
	21	SCREW TIGHTENING	16,56	0,50	
	22	BULB SETTING	21,00		
	23	COVER PWB SETTING	10,92		
5	24	RUBBER COVER SETTING	20,00		
	25	PUT MC COOLING	2,70	1,00	
	26	TAKE MC COOLING	2,70	1,00	
	27	LEAK TEST	9,72	1,00	53,00
	28	LIGHTING TEST	25,20	1,00	50,00
	29	MARKING	10,08		
	30	DOUBLE CHECK	18,67	1,00	
31	PACKING LORY	10,32	1,80		

Terlihat dalam Tabel 3 bahwa waktu terlama dari stasiun di lini perakitan tersebut adalah stasiun kerja ke 1 yaitu membutuhkan waktu 121,81 detik untuk menyelesaikan setiap proses/beban kerjanya. Apabila dibuat grafik, grafik waktu stasiun pada alternatif 2 juga lebih setimbang bila dibandingkan dengan grafik waktu stasiun lini perakitan *head lamp* 2SJ kondisi awal.

Secara teori, waktu siklus merupakan waktu yang dibutuhkan suatu lini untuk menghasilkan satu buah produk. Waktu siklus dapat diperoleh dari waktu stasiun terlama dalam suatu lini produksi/lini perakitan, dalam masalah kali ini waktu siklus lini perakitan *head lamp* 2SJ alternatif diperoleh dari waktu stasiun ke 1 yaitu 121,81 detik/pcs.

Perbedaan waktu siklus lini perakitan kondisi awal dan kondisi setelah dianalisis menjadi kondisi pada alternatif 1 dan alternatif 2 mengakibatkan kapasitas dari lini perakitan tersebut berbeda. Perbedaan kapasitas dikarenakan kapasitas dari lini perakitan diperoleh dengan membagi jumlah waktu kerja dengan waktu siklus yang terjadi.

Gambar 2 di bawah ini merupakan grafik perbandingan kapasitas pada kondisi awal dibandingkan dengan kapasitas alternatif 1 dan alternatif 2 (setelah dianalisis).



**Gambar 2. Grafik Perbandingan Kapasitas Lini Perakitan Head Lamp 2SJ**

Terlihat dalam grafik pada Gambar 2, bahwa kapasitas pada alternatif 1 dan alternatif 2 mengalami peningkatan dibandingkan dengan kapasitas pada kondisi awal. Kapasitas pada kondisi awal adalah 520 pcs dengan target sebanyak 570 pcs. Kondisi awal tidak dapat memenuhi target dikarenakan beban kerja dalam lini perakitan tidak merata/lini tidak setimbang.

Kapasitas pada alternatif 1 mengalami peningkatan sebanyak 43 pcs dari kapasitas pada kondisi awal. Namun, kapasitas pada alternatif 1 masih tidak mencapai target produksi yang ada. Perbedaan kapasitas antara kondisi awal dan alternatif 1 dikarenakan kesetimbangan pada setiap stasiun kerja lini perakitan berbeda.

Kapasitas tertinggi dari kedua alternatif yaitu kapasitas pada alternatif 2 sebesar 596 pcs. Hal ini dikarenakan lini perakitan pada alternatif 2 lebih setimbang dibandingkan dengan yang ada pada alternatif 1. Selisih antara kapasitas lini perakitan alternatif 2 dengan target produksi yaitu sebanyak 26 pcs. Kapasitas yang melebihi target juga dinilai tidak menguntungkan bagi perusahaan dikarenakan perusahaan ini (PT. Indonesia Stanley Electric) menggunakan sistem *make to order* dan *just in time* dalam setiap produksinya. Dikatakan tidak menguntungkan karena sistem *make to order* dan *just in time* membuat produk jika ada pesanan dari pihak pemesan dan membuat sesuai dengan jumlah yang diminta oleh pemesan dan langsung dilakukan pengiriman, oleh sebab itu dengan adanya kelebihan jumlah produksi akan mempengaruhi gudang dari perusahaan berupa penumpukan produk. Alternatif untuk menanggulangi terjadinya penumpukan produk di gudang adalah dengan melakukan perawatan berkala pada mesin-mesin produksi yang ada pada lini perakitan *head lamp* 2SJ. Produk yang menumpuk bisa juga dijadikan sebagai

tabungan produk *head lamp* 2SJ jikalau terjadi masalah baru dalam lini perakitan yang menyebabkan target tidak tercapai kembali seperti ketidakhadiran operator atau pembongkaran mesin dikarenakan kerusakan.



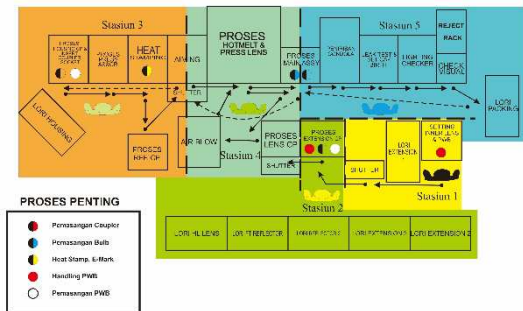
**Gambar 3. Grafik Perbandingan Efisiensi Lini Perakitan *Head Lamp* 2SJ**

Seperti yang terlihat pada grafik di atas, efisiensi pada kondisi awal memiliki nilai paling rendah dibandingkan dengan kedua alternatif. Efisiensi pada kondisi awal adalah sebesar 75,4%. Efisiensi alternatif 1 adalah sebesar 81,09% dan 86% untuk alternatif 2. Peningkatan efisiensi setelah dilakukan pembagian ulang beban kerja pada lini perakitan disebabkan karena lini menjadi lebih setimbang.

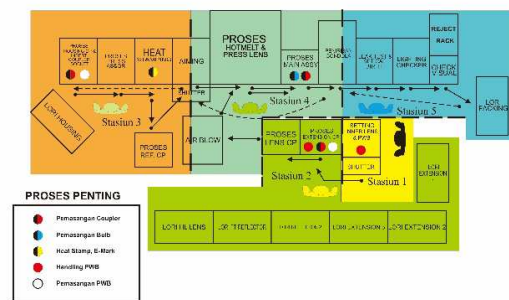
Alternatif 2 tentunya menjadi keadaan terbaik pada lini perakitan *head lamp* 2SJ dikarenakan efisiensi lini perakitan pada alternatif 2 paling tinggi. Semakin tinggi efisiensi yang dimiliki oleh suatu lini, maka biaya yang dikeluarkann akan semakin murah.

### 3.1. Tata Letak

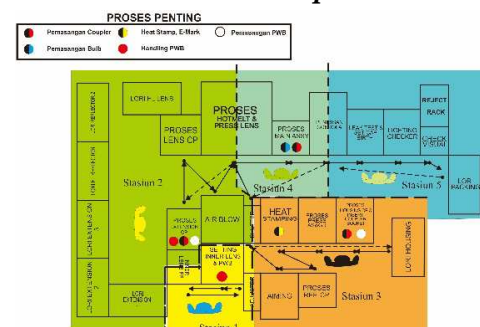
Perubahan tata letak dibuat berdasarkan kesetimbangan lini dengan memperhatikan diagram rakitan, *precedence diagram*, dan faktor lainnya. Gambar 4, 5, dan 6 berikut ini merupakan gambar tata letak pada kondisi awal, alternatif 1, dan alternatif 2 yang telah dianalisis sebelumnya.



**Gambar 4. Tata Letak Lini Perakitan *Head Lamp* 2SJ Kondisi Awal**



**Gambar 5. Tata Letak Lini Perakitan *Head Lamp* 2SJ Alternatif 1**



**Gambar 6. Tata Letak Lini Perakitan *Head Lamp* 2SJ Alternatif 2**

Luas tanah tata letak lini perakitan pada kondisi awal dan pada alternatif 1 adalah 44 meter<sup>2</sup> dan 42 meter<sup>2</sup> untuk alternatif rancangan tata letak lini perakitan. Selisih luas 2 meter<sup>2</sup> dari kedua tata letak tersebut tidak berpengaruh dengan kapasitas lini perakitan. Aliran bahan yang dilakukan oleh operator setiap stasiun dibuat dan disesuaikan dengan beban kerja/proses yang terjadi dan juga berdasarkan diagram rakitan dan *precedence diagram* dari lini perakitan *head lamp* 2SJ.



adalah selama satu *shift* pada *shift* 1 yaitu 460 menit. Kapasitas yang dapat dicapai dari alternatif 1 adalah sebanyak 212 pcs dan 224 pcs untuk alternatif 2. Hal ini membuktikan hasil analisis yang menunjukkan bahwa kapasitas produksi pada alternatif 2 merupakan yang tertinggi dan mampu mencapai target produksi dalam satu hari.

## 5. Daftar Pustaka

- Adnan, A. N., Arbaai, N. A. & Ismail, A., 2016. Improvement of Overall Efficiency of Production Line by Using Line Balancing. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, XI(12), pp. 7752-7758.
- Amardeep, Rangaswamy, T.& J, G., 2013. Line Balancing Of Single Model Assembly LINE. *International Journal of Innovative Research in Science*, II(5), pp. 1678-1680.
- Apple, J. M., 1990. *Tata Letak Pabrik dan Pemandangan Bahan*. 3rd penyunt. Bandung: ITB.
- Hadiguna, R. A. & Setiawan, H., 2008. *Tata Letak Pabrik*. 1st penyunt. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Heizer, J. & Render, B., 2008. *Operations Management*. 9th penyunt. New Jersey: Pearson Education, Inc..
- Islam, M. M., Mohiuddin, H., Mehidi, S. H. & Sakib, N., 2014. An Optimal Layout Design in an Apparel Industry by Appropriate Line Balancing: A Case Study. *Global Journal of Research in Engineering: G Industrial Engineering*, XIV(5), pp. 35-44.
- Kumar, N. & Mahto, D., 2013. Assembly Line Balancing: A Review of Developments and Trends in Approach to Industrial Application. *Global Journal Of Researches In Engineering*, XIII(2), pp. 29-50.
- Raja, R., 2015. *Assembly Line Design and Balancing*. 1st ed. Gothenburg: Chalmers University Of Technology