

Pengukuran Keseimbangan Lintasan Produksi Kabel *Low Voltage* NYM di PT. XYZ

Silvina Bahari¹, Isnaini Nurisusilawati²

^{1,2} S1 Teknik Industri /Fakultas Rekayasa Industri dan Desain, Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Jln. DI.
Panjaitan No 128, Purwokerto Selatan, Kabupaten Banyumas, 53147, Indonesia
Email: silvinabahari41@gmail.com¹, isnaini@ittelkom-pwt.ac.id²

Received: June 16, 2022 / Revised: June 20, 2022 / Accepted: September 19, 2022

Abstrak

PT. XYZ merupakan perusahaan bidang perkabelan dengan keunggulan dalam teknologi kabel audio-video melalui riset, produksi dan pengembangan produk. PT. XYZ memproduksi kabel frekuensi, kabel *power* dan kabel bertegangan rendah serta produk keluaran terbarunya adalah kabel USB dan kabel CCTV. PT. XYZ merupakan perusahaan yang menggunakan strategi *make to order*. Untuk menghasilkan produk yang berkualitas dengan pengiriman yang cepat maka diperlukan divisi produksi, dimana divisi tersebut bertugas membuat rancangan proses produksi, serta menjaga kualitas produk sesuai dengan standar mutu yang sudah ditetapkan. Sebagai perusahaan dengan target kapasitas produksi yang tinggi, diperlukan strategi dan perencanaan yang baik untuk meningkatkan efisiensi dengan mengurangi *waste*. Menyeimbangkan utilitas tiap lintasan dapat dilakukan untuk mengurangi pemborosan waktu yang terjadi. Berdasarkan pengamatan proses produksi kabel *low voltage* NYM masih terdapat waktu menganggur (*idle time*) pada beberapa stasiun kerja yang disebabkan faktor mesin produksi. Seringkali ditemui adanya stasiun kerja yang menganggur sedangkan stasiun lainnya dalam keadaan bekerja secara penuh. Hasil data yang diperoleh kemudian diolah dengan membandingkan kedua jenis produk NYM berdasarkan pengukuran performansi produk. Tingkat efisiensi produk NYM $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ dengan panjang 46.000 meter lebih efisien daripada produk NYM $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ dengan panjang 12.000 meter karena *balance delay* yang terdapat pada produk NYM $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ lebih lama. Sehingga perusahaan perlu melakukan evaluasi atau penilaian ulang terhadap keseimbangan lintasan perakitan NYM.

Kata kunci: *Line Balancing, Efisiensi, Balance Delay, Idle Time*

Abstract

PT. XYZ is a cable company by excellence in audio-video cable technology through research, production, and product development. PT. XYZ produces frequency cables, power cables and low-voltage cables and its newest products are USB cables and CCTV cables. PT. XYZ is a company that uses a *make to order* strategy. To produce quality products with fast delivery, a production division is needed, where the division is in charge of designing the production process, and maintaining product quality in accordance with established quality standards. As a company with a high production capacity target, a good strategy and planning is needed to increase efficiency by reducing waste. Balancing the utility of each path can be done to reduce the waste of time that occurs. Based on observations of the NYM low voltage cable production process, there is still idle time at several work stations due to the production machine factor. It is often found that there are work stations that are idle while other stations are fully working. The results of the data obtained and processed by comparing the two types of NYM products based on product performance measurements. The efficiency level of the $2 \times 1.5 \text{ mm}^2$ NYM product with a length of 46,000 meters is more efficient than the NYM $3 \times 1.5 \text{ mm}^2$ product with a length of 12,000 meters because the balance delay in the NYM $3 \times 1.5 \text{ mm}^2$ product is longer. So the company needs to evaluate or reassess the balance of the NYM assembly line.

Keywords: *Line Balancing, Efficiency, Balance Delay, Idle Time.*

1. Pendahuluan

PT. XYZ merupakan perusahaan bidang perkabelan yang menampilkan keunggulan dalam teknologi kabel audio-video melalui riset, produksi, dan pengembangan produk. Produk yang dihasilkan PT. XYZ antara lain kabel frekuensi, kabel *power*, kabel bertegangan rendah, kabel USB, dan kabel CCTV. Dalam memproduksi produknya, PT. XYZ menggunakan strategi *make to order*. Sebagai perusahaan dengan target kapasitas produksi yang tinggi, diperlukan strategi dan

perencanaan yang baik untuk meningkatkan efisiensi produksi dengan mengurangi *waste* atau pemborosan.

Salah satu pemborosan yang harus dihindari perusahaan adalah pemborosan waktu menunggu. Dari hasil pengamatan di lapangan, ditemukan bahwa dalam proses pembuatan Kabel NYM *size* $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ dan $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ dengan ukuran panjang 46.000 meter dan 12.000 meter masih terdapat waktu menganggur (*idle time*) pada beberapa stasiun kerja yang disebabkan karena faktor mesin produksi. Sering ditemui adanya stasiun kerja yang

mengganggu sedangkan stasiun lainnya dalam keadaan bekerja secara penuh. Kondisi ini terjadi karena dalam proses produksi pembuatan kabel menggunakan lintasan perakitan rute seri. Jadi dalam pembuatan Kabel NYM harus membuat inti terlebih dahulu lalu dilanjutkan ke proses *cabling* dan terakhir *sheating* serta *rolling*. Waktu yang diperlukan dalam pembuatan inti, *sheating*, dan *rolling* lebih lama daripada proses *cabling* sehingga mesin *cabling* harus menunggu lebih lama karena harus menunggu proses pembuatan inti selesai.

Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan elemen pekerjaan ditentukan oleh kecepatan lintasan perakitan. Semua stasiun kerja sedapat mungkin memiliki kecepatan produksi yang sama sehingga bisa tercipta keseimbangan lintasan. Keseimbangan lintasan menjadi sangat penting dalam suatu proses produksi karena dengan keseimbangan lintasan yang baik maka dapat meminimalkan pemborosan waktu menunggu. Pemborosan yang terminimalisir dapat meningkatkan efisiensi proses produksi sehingga *output* produksi dapat lebih meningkat.

Dengan mempertimbangkan pentingnya keseimbangan lintasan dalam sebuah proses produksi dan masih adanya waktu mengganggu di beberapa stasiun kerja, maka penelitian ini akan mengukur keseimbangan lintasan produksi Kabel NYM 2 x 1,5 mm² dan 3 x 1,5 mm² di PT. XYZ. Hasil pengukuran penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan pihak perusahaan untuk mengevaluasi kondisi lintasan produksi Kabel NYM 2 x 1,5 mm² dan 3 x 1,5 mm² sehingga performansi lintasan dapat lebih ditingkatkan.

2. Metode Penelitian

Pengukuran keseimbangan lintasan produksi Kabel NYM 2 x 1,5 mm² dan 3 x 1,5 mm² dilakukan dalam beberapa langkah yaitu observasi lapangan, identifikasi masalah, studi pustaka, pembuatan *precedence diagram*, perhitungan waktu setiap elemen kerja, perhitungan waktu siklus, perhitungan jumlah stasiun kerja minimum, perhitungan bobot posisi dan posisi peringkat setiap elemen kerja, penempatan elemen-elemen kerja pada setiap stasiun kerja, perhitungan performansi lintasan, dan terakhir adalah membuat kesimpulan.

Data dikumpulkan lewat survei secara langsung di lantai produksi pembuatan kabel NYM. Data yang dikumpulkan adalah data alur produksi kabel NYM 2 x 1,5 mm² dan 3 x 1,5 mm², data waktu operasi setiap elemen kerja, dan data permintaan produk selama satu tahun. Data tersebut kemudian diolah menggunakan metode *Ranked Positional Weights* (RPW).

Metode RPW merupakan metode gabungan antara *Large Candidate Ruler* dengan metode *Region Approach*. Langkah-langkah yang dijalankan dalam metode RPW ini antara lain pembuatan *Precedence Diagram*, perhitungan waktu operasi setiap elemen kerja, perhitungan waktu siklus, perhitungan jumlah stasiun kerja minimum, perhitungan bobot posisi dan

pemeringkatan setiap elemen kerja, penempatan elemen-elemen kerja pada setiap stasiun kerja, dan yang terakhir menghitung performansi lintasan yang terbentuk (Heizer et al., 2006).

Precedence Diagram adalah diagram yang digunakan untuk menggambarkan urutan elemen kerja yang saling berkaitan dalam perakitan sebuah produk. *Precedence diagram* dibuat dengan memperhatikan ketentuan hubungan suatu aktivitas untuk mendahului aktivitas yang lain (*precedence constraint*). Pembuatan *Precedence diagram* biasanya berupa simbol lingkaran dengan huruf di dalamnya yang membedakan antara satu aktivitas dengan aktivitas yang lain, adanya tanda panah yang menunjukkan ketergantungan dari urutan proses operasi, dan angka di atas simbol lingkaran yang menunjukkan waktu standar yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap operasi (Dilworth, 1993).

Perhitungan waktu operasi setiap elemen ditentukan dengan mengukur secara langsung menggunakan *stopwatch*. Waktu setiap elemen kerja tersebut kemudian digunakan untuk menghitung waktu siklus proses produksi Kabel NYM 2 x 1,5 mm² dan 3 x 1,5 mm². Waktu siklus dihitung menggunakan Persamaan 1 (Grzechca, 2011).

$$\text{Waktu siklus} = \frac{\text{Waktu produksi/hari}}{\text{rata-rata produksi/jam}} \quad (1)$$

Hasil yang didapat dari Persamaan 1 kemudian digunakan untuk menghitung jumlah stasiun kerja minimum yang dibutuhkan oleh proses operasi Kabel NYM. Jumlah stasiun kerja minimum yang dibutuhkan dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.

$$\text{Jumlah stasiun kerja} = \frac{\text{total waktu operasi}}{\text{waktu siklus}} \quad (2)$$

Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan bobot posisi setiap elemen kerja dan melakukan perangkingan berdasarkan bobot posisi tersebut. Setiap elemen kerja kemudian ditempatkan ke dalam stasiun kerja sesuai dengan urutan yang sudah dirangking dengan memperhatikan batasan ketergantungan setiap aktivitas yang ada di *precedence diagram* dan batas maksimal waktu siklus dalam setiap stasiun kerja.

Setelah terbentuk lintasan produksi, maka langkah selanjutnya adalah mengukur performansi lintasan. Nilai performansi lintasan yang digunakan adalah *Line Efficiency* (LE) dan *Balance Delay* (BD) Perhitungan nilai setiap performansi dapat dilihat pada Persamaan 3 dan Persamaan 4.

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^K ST_i}{(K)(CT)} \times 100\% \quad (3)$$

$$BD = \frac{(K \times CT) - \sum_{i=1}^K ST_i}{(K \times CT)} \times 100\% \quad (4)$$

Dengan

K = jumlah stasiun kerja

CT = *Cycle Time*

ST = waktu operasi stasiun kerja

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Precedence Diagram

Proses perakitan Kabel NYM memiliki 25 operasi kerja dengan beberapa *constraint* atau beberapa proses yang tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Kelompok *constraint* yang terdapat pada perakitan Kabel NYM yaitu:

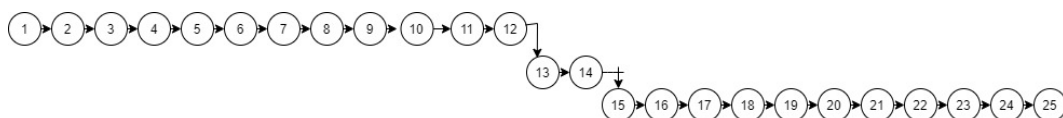
- a. Operasi kerja 1-12

- b. Operasi kerja 13-14
- c. Operasi kerja 15-25

Pada setiap proses perakitan Kabel NYM terdapat *predessor* atau proses pendahulu dari proses selanjutnya. Tabel 3.1 menunjukkan rekapitulasi dari operasi kerja perakitan Kabel NYM beserta masing-masing *predessor* nya dan Gambar 3.1 menunjukkan *precedence diagram* dari operasi kerja yang ada pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Operasi Kerja Proses Perakitan Kabel NYM

No	Operasi Kerja	Predecessor
1	Membentangkan bahan baku tembaga dari <i>take up</i> ke mesin <i>pull tension</i>	-
2	Membawa biji PVC ke mesin <i>extrude</i>	1
3	Mengoperasikan mesin <i>extrude (panel control)</i> lalu masuk ke pemrosesan	2
4	Mendinginkan kabel pada <i>water coolant</i>	3
5	Mengukur diameter kabel yang sedang diproses	4
6	Menandai / melabeli kabel yang sedang diproses	5
7	Dinginkan kabel dengan <i>blower</i>	6
8	Menuju ke mesin <i>pull movement</i>	7
9	Menuju mesin <i>pull up tension</i>	8
10	Mengidentifikasi / menghitung jumlah meteran kabel yang sudah jadi	9
11	Mengindikator konsleting kabel	10
12	Proses akhir (<i>pay off</i>)	11
13	Membentangkan kabel insul ke mesin <i>cabbling</i>	12
14	Proses <i>pillin</i> pada mesin <i>cabbling</i>	13
15	Kabel yang sudah dipillin menuju mesin TMC	14
16	Melapisi kabel menggunakan PVC pertama	15
17	Pengukuran pertama diameter <i>filler</i> kabel yang sedang diproses	16
18	Melapisi kabel menggunakan PVC kedua	17
19	Pengukuran kedua diameter <i>sheating</i> kabel yang sedang diproses	18
20	Mendinginkan kabel pada <i>water coolant</i>	19
21	Menandai / melabeli kabel yang sedang diproses	20
22	Mendinginkan kabel pada <i>water coolant</i>	21
23	Kabel yang sudah jadi masuk ke mesin <i>catterpillar</i>	22
24	Proses akhir (<i>pay off</i>)	23
25	Kabel menuju mesin <i>rolling</i> untuk di <i>roll</i> sesuai permintaan	24



Gambar 3.1 Precedence Diagram Kabel NYM

3.2. Perhitungan Waktu Operasi Setiap Elemen Kerja

Elemen kerja merupakan pecahan dari kegiatan operator dalam melakukan suatu pekerjaan sedangkan waktu elemen adalah lamanya operator mengerjakan setiap elemen kerja. Tabel 3.2 menunjukkan waktu

operasi untuk setiap elemen kerja di proses produksi kabel NYM $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ dan $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ melalui perhitungan langsung menggunakan *stopwatch*. Dari Tabel 3.2 didapatkan total waktu yang dibutuhkan untuk perakitan kabel NYM $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ dengan panjang 46.000 meter adalah 31 jam 59 menit 49 detik sedangkan

untuk kabel NYM $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ dengan panjang 12.000 meter adalah 12 jam 42 menit.

Tabel 3.2 Waktu Operasi Elemen Kerja Kabel NYM (dalam jam)

No	Operasi Kerja	$2 \times 1,5 \text{ mm}^2$	$3 \times 1,5 \text{ mm}^2$
1	Membentangkan bahan baku tembaga dari <i>take up</i> ke mesin <i>pull tension</i>	1,073	0,42
2	Membawa biji PVC ke mesin <i>extrude</i>	1,073	0,42
3	Mengoperasikan mesin <i>extrude (panel control)</i> lalu masuk ke pemrosesan	1,073	0,42
4	Mendinginkan kabel pada <i>water coolant</i>	1,073	0,42
5	Mengukur diameter kabel yang sedang diproses	1,073	0,42
6	Menandai / melabeli kabel yang sedang diproses	1,073	0,42
7	Dinginkan kabel dengan <i>blower</i>	1,073	0,42
8	Menuju ke mesin <i>pull movement</i>	1,073	0,42
9	Menuju mesin <i>pull up tension</i>	1,073	0,42
10	Mengidentifikasi / menghitung jumlah meteran kabel yang sudah jadi	1,073	0,42
11	Mengindikator konsleting kabel	1,073	0,42
12	Proses akhir (<i>pay off</i>)	1,073	0,42
13	Membentangkan kabel insul ke mesin <i>cablling</i>	3,131	1,26
14	Proses <i>pillin</i> pada mesin <i>cablling</i>	3,131	1,26
15	Kabel yang sudah dipillin menuju mesin TMC	1,169	0,41
16	Melapisi kabel menggunakan PVC pertama	1,169	0,41
17	Pengukuran pertama diameter <i>filler</i> kabel yang sedang diproses	1,169	0,41
18	Melapisi kabel menggunakan PVC kedua	1,169	0,41
19	Pengukuran kedua diameter <i>sheating</i> kabel yang sedang diproses	1,169	0,41
20	Mendinginkan kabel pada <i>water coolant</i>	1,169	0,41
21	Menandai / melabeli kabel yang sedang diproses	1,169	0,41
22	Mendinginkan kabel pada <i>water coolant</i>	1,169	0,41
23	Kabel yang sudah jadi masuk ke mesin <i>catterpillar</i>	1,169	0,41
24	Proses akhir (<i>pay off</i>)	1,169	0,41
25	Kabel menuju mesin <i>rolling</i> untuk di <i>roll</i> sesuai permintaan	1,169	0,41

3.3. Perhitungan Waktu Siklus (Cycle Time)

Waktu siklus adalah batas waktu kerja maksimum dari setiap stasiun kerja (Dharmayanti & Marliansyah, 2019). Waktu siklus dihitung dengan membagi total waktu tersedia dengan jumlah produk yang dihasilkan selama satu tahun. Jumlah jam kerja selama satu tahun adalah 288 hari dengan setiap harinya ada 8 jam kerja. Dalam satu tahun, kabel NYM $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ yang dihasilkan sebanyak 178 *roll* sedangkan kabel NYM $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ sebanyak 457 *roll*. Menggunakan data tersebut, maka waktu siklus dari kabel NYM $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ dan $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus kabel NYM } 2 \times 1,5 \text{ mm}^2 &= \frac{\text{Total waktu tersedia}}{\text{Jumlah produk yang dihasilkan}} = \frac{288 \times 8}{178} \\ &= 12,944 \text{ jam/roll} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus kabel NYM } 2 \times 1,5 \text{ mm}^2 &= \frac{\text{Total waktu tersedia}}{\text{Jumlah produk yang dihasilkan}} = \frac{288 \times 8}{457} \\ &= 5,042 \text{ jam/roll} \end{aligned}$$

3.4. Perhitungan Jumlah Stasiun Kerja Minimum

Setelah mendapatkan waktu siklus, maka jumlah stasiun kerja minimum yang dibutuhkan oleh proses produksi kabel NYM dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah stasiun kerja kabel NYM } 2 \times 1,5 \text{ mm}^2 &= \frac{\text{total waktu operasi}}{\text{waktu siklus}} = \frac{31,997}{12,944} = 2,47 \approx 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah stasiun kerja kabel NYM } 3 \times 1,5 \text{ mm}^2 &= \frac{\text{total waktu operasi}}{\text{waktu siklus}} = \frac{12,07}{5,042} = 2,39 \approx 3 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa stasiun kerja minimum yang dibutuhkan oleh kabel NYM $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ dan $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ adalah 3 stasiun kerja.

3.5. Perhitungan Bobot Posisi dan Posisi Peringkat Setiap Elemen Kerja

Langkah selanjutnya adalah mencari bobot posisi untuk setiap elemen kerja dengan memperhatikan *precedence diagram*. Bobot posisi setiap elemen kerja dihitung dengan cara menjumlahkan waktu setiap elemen kerja dengan elemen-elemen kerja berikutnya. Setelah dilakukan pembobotan, maka langkah selanjutnya adalah menentukan peringkat setiap elemen kerja berdasarkan bobot posisi setiap elemen kerja. Hasil perhitungan bobot posisi dan peringkatnya dapat dilihat pada Tabel 3.3 untuk Kabel NYM $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ dan Tabel 3.4 untuk Kabel NYM $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$.

Tabel 3.3 Pembobotan Elemen Kerja Kabel NYM $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$

Elemen Kerja	Waktu (Jam)	Bobot	Peringkat
1	1,073	31,997	1
2	1,073	30,924	2
3	1,073	29,851	3
4	1,073	28,778	4
5	1,073	27,705	5
6	1,073	26,632	6
7	1,073	25,559	7
8	1,073	24,486	8
9	1,073	23,413	9
10	1,073	22,34	10
11	1,073	21,267	11
12	1,073	20,194	12
13	3,131	19,121	13
14	3,131	15,99	14
15	1,169	12,859	15
16	1,169	11,69	16
17	1,169	10,521	17
18	1,169	9,352	18
19	1,169	8,183	19
20	1,169	7,014	20
21	1,169	5,845	21
22	1,169	4,676	22
23	1,169	3,507	23
24	1,169	2,338	24
25	1,169	1,169	25

Tabel 3.4 Pembobotan Elemen Kerja Kabel NYM $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$

Elemen Kerja	Waktu (Jam)	Bobot	Peringkat
1	0,42	25,2	1
2	0,42	25,2	2
3	0,42	25,2	3
4	0,42	25,2	4
5	0,42	25,2	5
6	0,42	25,2	6
7	0,42	25,2	7
8	0,42	25,2	8
9	0,42	25,2	9
10	0,42	25,2	10
11	0,42	25,2	11
12	0,42	25,2	12
13	1,26	75,6	13
14	1,26	75,6	14
15	0,41	24,6	15
16	0,41	24,6	16
17	0,41	24,6	17
18	0,41	24,6	18
19	0,41	24,6	19
20	0,41	24,6	20
21	0,41	24,6	21
22	0,41	24,6	22
23	0,41	24,6	23
24	0,41	24,6	24
25	0,41	24,6	25

3.6. Penempatan Elemen-Elemen Kerja Pada Stasiun Kerja

Penempatan elemen-elemen kerja pada setiap stasiun kerja dilakukan dengan cara menggabungkan elemen-elemen kerja sesuai peringkat yang sudah terbentuk dalam Tabel 3.3 dan Tabel 3.4 dengan memperhatikan elemen pendahulunya sehingga jumlah waktu proses dalam satu stasiun kerja tidak melebihi waktu siklus yaitu 12,87 jam untuk kabel NYM $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ dan 5,40 jam untuk kabel NYM $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$. Selain itu, penempatan elemen kerja dalam setiap stasiun kerja juga memperhatikan konstrain dalam proses perakitan kabel NYM. Tabel 3.5 menunjukkan hasil penempatan elemen-elemen kerja pada stasiun kerja proses perakitan kabel NYM $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ dan Tabel 3.6 menunjukkan hasil penempatan elemen-elemen kerja kabel NYM $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$.

Tabel 3.5 Penempatan Elemen-Elemen Kerja pada Stasiun Kerja Kabel NYM 2 × 1,5 mm²

Stasiun	Elemen	Durasi	Total waktu	Slack Time
1	1	1,073	12,876	0,068
	2	1,073		
	3	1,073		
	4	1,073		
	5	1,073		
	6	1,073		
	7	1,073		
	8	1,073		
	9	1,073		
	10	1,073		
	11	1,073		
	12	1,073		
2	13	3,131	6,262	6,682
	14	3,131		
3	15	1,169	12,859	0,085
	16	1,169		
	17	1,169		
	18	1,169		
	19	1,169		
	20	1,169		
	21	1,169		
	22	1,169		
	23	1,169		
	24	1,169		
	25	1,169		
	Total			

Tabel 3.6 Penempatan Elemen-Elemen Kerja pada Stasiun Kerja Kabel NYM 2 × 1,5 mm²

Stasiun	Elemen	Durasi	Total waktu	Slack Time
1	1	0,42	5,04	0,00
	2	0,42		
	3	0,42		
	4	0,42		
	5	0,42		
	6	0,42		
	7	0,42		
	8	0,42		
	9	0,42		
	10	0,42		

Stasiun	Elemen	Durasi	Total waktu	Slack Time
	11	0,42		
	12	0,42		
2	13	1,26	2,52	2,52
	14	1,26		
3	15	0,41	4,51	0,53
	16	0,41		
	17	0,41		
	18	0,41		
	19	0,41		
	20	0,41		
	21	0,41		
	22	0,41		
	23	0,41		
	24	0,41		
	25	0,41		
	Total			

Dari hasil penempatan kabel NYM 2 × 1,5 mm² dan 3 × 1,5 mm² didapatkan bahwa stasiun kerja yang terbentuk dari kedua proses perakitan kabel NYM tersebut adalah 3 stasiun kerja. Kondisi ini sudah memenuhi jumlah minimum stasiun kerja yang dibutuhkan dalam proses perakitan kabel NYM. Waktu senggang (*slack time*) untuk kabel NYM 2 × 1,5 mm² sebesar 6 jam 49 menit 58 detik sedangkan kabel NYM 3 × 1,5 mm² sebesar 3 jam 3 menit. Waktu senggang yang tersedia masih cukup banyak sehingga masih ada kemungkinan untuk dioptimalkan.

3.7. Perhitungan Performansi Lintasan yang Terbentuk

Performansi lintasan dilihat berdasarkan nilai *Line Efficiency* (LE) dan *Balance Delay* (BD). Nilai performansi lintasan kabel NYM 2 × 1,5 mm² adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 LE_{2 \times 1,5 \text{ mm}^2} &= \frac{\sum_{l=1}^K ST_l}{(K)(CT)} \times 100\% \\
 &= \frac{31,997}{(3)(12,944)} \times 100\% \\
 &= 82,40\% \\
 BD_{2 \times 1,5 \text{ mm}^2} &= \frac{(K \times CT) - \sum_{l=1}^K ST_l}{(K \times CT)} \times 100\% \\
 &= \frac{(3 \times 12,944) - 31,997}{(3 \times 12,944)} \times 100\% \\
 &= 17,60\%
 \end{aligned}$$

Nilai performansi lintasan kabel NYM 3 × 1,5 mm² adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} LE 2 \times 1,5 \text{ mm}^2 &= \frac{\sum_{l=1}^K ST_l}{(K)(CT)} \times 100\% \\ &= \frac{12,07}{(3)(5,04)} \times 100\% \\ &= 79,83\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BD 2 \times 1,5 \text{ mm}^2 &= \frac{(K \times CT) - \sum_{l=1}^n t_l}{(K \times CT)} \times 100\% \\ &= \frac{(3 \times 5,04) - 12,07}{(3 \times 5,04)} \times 100\% \\ &= 20,17\% \end{aligned}$$

3.8. Perbandingan Keseimbangan Lintasan

Perbandingan keseimbangan lintasan dilihat berdasarkan nilai *Line Efficiency* dan *Balance Delay*. Tabel 3.8 menunjukkan perbandingan keseimbangan lintasan Kabel NYM 2 × 1,5 mm² dan 3 × 1,5 mm².

Tabel 3.8 Perbandingan Keseimbangan Lintasan Kabel NYM 2 × 1,5 mm² dan 3 × 1,5 mm²

No	Pengukuran	Keseimbangan Lintasan	
		NYM 2 X 1,5	NYM 3 X 1,5
1	Jumlah Stasiun kerja	3	3
2	<i>Line Efficiency</i>	82,40%	79,83%
3	<i>Balanced Delay</i>	17,60%	20,17%

Line efficiency (efisiensi lintasan) adalah rasio antara waktu yang digunakan dengan waktu yang tersedia. Lintasan produksi yang baik memiliki efisiensi lintasan yang tinggi yang menunjukkan bahwa seluruh stasiun kerja memiliki waktu yang mendekati waktu siklus yang telah ditetapkan. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh efisiensi lintasan sebesar 82,82% untuk NYM 2 × 1,5 mm² dengan panjang 46.000 meter dan 79,48% untuk NYM 3 × 1,5 mm² dengan panjang 12.000 meter. Hasil tersebut menunjukkan bahwa efisiensi lintasan di Kabel NYM 2 × 1,5 mm² lebih baik dibandingkan dengan Kabel NYM 3 × 1,5 mm². Secara keseluruhan, efisiensi lintasan sudah baik, tapi masih bisa ditingkatkan lagi. Dari hasil di Tabel 3.8 juga menunjukkan bahwa semakin panjang ukuran produk kabel NYM maka tingkat efisiensi semakin tinggi. Hal tersebut terjadi karena waktu menganggur dalam proses produksi lebih rendah.

Balance Delay menunjukkan rasio antara waktu *idle* dalam lintasan perakitan dengan waktu yang tersedia. Besar *balance delay* menunjukkan persentase waktu menganggur terhadap waktu perakitan komponen sejak memasuki stasiun kerja pertama sampai stasiun kerja terakhir. Lintasan produksi yang sempurna memiliki nilai *Balance Delay* sebesar nol yang berarti tidak ada waktu menganggur pada seluruh stasiun kerja. Dengan kata lain, semakin kecil nilai *balance delay* maka performansi lintasan semakin baik. Nilai *Balance Delay* pada kedua proses perakitan kabel masih

memperlihatkan hasil yang sudah cukup rendah yaitu 17,60% dan 20,17%. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa perusahaan masih bisa melakukan optimalisasi untuk menurunkan *Balance Delay* sampai ke nilai 0.

4. Kesimpulan

Penelitian ini sudah dapat mendapatkan nilai performansi keseimbangan lintasan Kabel NYM 2 × 1,5 mm² dan Kabel NYM 3 × 1,5 mm² PT. XYZ dengan menggunakan parameter *Line Efficiency* dan *Balance Delay*. Nilai *Line Efficiency* untuk Kabel NYM 2 × 1,5 mm² sebesar 82,40% dan Kabel NYM 3 × 1,5 mm² sebesar 79,83%. Nilai *Balance Delay* Kabel NYM 2 × 1,5 mm² sebesar 17,60% dan Kabel NYM 3 × 1,5 mm² sebesar 20,17%. Hasil tersebut dapat dikatakan sudah baik tapi masih dapat dilakukan optimalisasi lagi oleh PT. XYZ hingga mendapatkan nilai yang lebih baik lagi.

Penelitian ini hanya sampai pada proses pengukuran performansi keseimbangan lintasan tapi belum sampai ke taraf usulan perbaikan proses produksinya. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat membuat usulan-usulan alternatif untuk lebih meningkatkan performansi lintasan produksi Kabel NYM 2 × 1,5 mm² dan Kabel NYM 3 × 1,5 mm² PT. XYZ.

Daftar Pustaka

- Dharmayanti, I., & Marliansyah, H. (2019). Perhitungan Efektifitas Lintasan Produksi Menggunakan Metode Line Balancing. *Jurnal Manajemen Industri Logistik*, 03, 43–54.
- Dilworth, J. B. (1993). *Production and Operations Management: Manufacturing and Services (McGraw-Hill series in management) 5th Edition*. McGraw-Hill College; 5th Edition.
- Grzechca, W. (2011). Cycle time in assembly line balancing problem. *Proceedings - ICSEng 2011: International Conference on Systems Engineering*, 1, 171–174. <https://doi.org/10.1109/ICSEng.2011.38>
- Heizer, J., Render, B., Almahdy, I., & Setyoningsih, D. (2006). *Operations Management (Manajemen Operasi)*. Salemba Empat.