



Analisis Metode NEH Untuk Meminimalkan Makespan Pada Penjadwalan Produksi di Rumah Industri Wahyu

Diki Arifandi*[‡], Trifandi Lasalewo**, Hasanuddin***

*,**,***Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia 96128

(dikiarifandi07@gmail.com, trifandilasalewo@ung.ac.id, hasanuddin76@ung.ac.id)

[‡] Corresponding Author; Diki Arifandi, Tel: 082291990705, dikiarifandi07@gmial.com

Diterima: 15.08.2022 Disetujui: 20.12.2022 Publikasi: 20.12.2022

Abstrak- Pemenuhan kebutuhan dari permintaan konsumen dengan waktu yang telah di tetapkan akan berdampak pada kepuasan konsumen terhadap suatu produk sehingga akan meningkatkan jumlah permintaan suatu produk. Pemenuhan kebutuhan permintaan produk yang tepat waktu didasari pada penjadwalan produksi yang baik. Metodologi yang digunakan yaitu uji keseragaman data, uji kecukupan data, pengukuran waktu dan Nawaz Enscore Ham (NEH). Penjadwalan produksi yang baik bisa kurangi waktu menganggur dalam produksi serta meminimalkan waktu proses produksi khususnya di Rumah Industri Wahyu serta ukuran keberhasilan penjadwalan adalah waktu penyelesaian (*makespan*) menjadi lebih minimum. UMKM Rumah Industri Wahyu bergerak pada bidang produksi keripik dan sale pisang. UMKM ini terletak di Kelurahan Hanga-hanga Kecamatan Luwuk Selatan. Penjadwalan yang diterapkan di Rumah Industri Wahyu pada saat ini berdasarkan *First Come First Serve* (FCFS). Dengan menggunakan FCFS sehingga masih adanya keterlambatan penyelesaian produk yang dipesan oleh konsumen sehingga perlu adanya sistem penjadwalan yang baik dengan harapan dapat memenuhi permintaan konsumen yang diselesaikan tepat waktu. Maka dari itu, akan dilakukan penelitian penjadwalan produksi menggunakan metode NEH (Nawaz Enscore Ham). Hasil dari penelitian ini yaitu nilai makespan menggunakan metode NEH dengan nilai sebesar 3.44 jam serta urutan *job* yakni J2-J1-J3. Makespan yang dihasilkan dari panjadwalan di rumah industri wahyu yaitu sebesar 9,39 jam dengan urutan J1-J2-J3. Metode Nawaz Enscore Ham (NEH) menghasilkan nilai yang paling minimum, sehingga lebih efisien untuk diterapkan di rumah industri wahyu.

Kata Kunci : *Produksi, penjadwalan, makespan, NEH*

1. Pendahuluan

Pemenuhan kebutuhan dari permintaan konsumen dengan waktu yang telah di tetapkan akan berdampak pada kepuasan konsumen terhadap suatu produk sehingga akan meningkatkan jumlah permintaan suatu produk. Pemenuhan kebutuhan permintaan produk yang tepat waktu didasari pada penjadwalan produksi yang baik.

Produksi yaitu kegiatan yang dikerjakan agar dapat menambah nilai guna suatu benda ataupun menciptakan benda baru sehingga lebih bermanfaat dalam pemenuhan kebutuhan [1].

Baker, (1974) mengemukakan bahwa penjadwalan produksi ialah sesuatu proses pengalokasian sumber ataupun mesin dalam melakukan tugas-tugas buat jangka waktu tertentu [2]. Penjadwalan produksi yang baik bisa kurangi waktu menganggur dalam produksi serta meminimalkan waktu proses produksi. Dimensi keberhasilan penjadwalan merupakan waktu penyelesaian (*makespan*) jadi lebih minimum [3].

Penjadwalan produksi yang baik akan mempengaruhi efisiensi waktu penyelesaian suatu produk yang nantinya akan meningkatkan kepuasan

konsumen sehingga terbentuknya konsumen yang loyal. Untuk dapat mempertahankan konsumen yang loyal terhadap suatu produk dalam persaingan bisnis pada produk yang sejenis maka dibutuhkan kualitas total dapat mencakup pada kualitas produk, kualitas pembayaran, kualitas harga, kualitas pelayanan, kualitas pas waktu, kualitas estetika dan bentuk- bentuk mutu lain. Hal inilah yang menjadi kunci dalam mempertahankan konsumen yang loyal [4].

Usaha mikro kecil dan menengah (UMKM) dalam Pasal 1 Nomor 20 Tahun 2008 dibagi dalam dua pengertian dimana usaha mikro yaitu usaha dalam zona perekonomian yang dipunyai oleh perorangan dengan penuh ketentuan serta kriteria. Usaha menengah ialah usaha dalam zona ekonomi yang dibuat oleh perorangan maupun badan usaha yang bukan bagian dari cabang usaha kecil ataupun usaha besar baik itu dari segi kepemilikan, kekuasaan, maupun jadi bagian secara langsung ataupun tidak langsung sebagaimana di atur dalam UU [5].

UMKM Rumah Industri Wahyu bergerak pada bidang produksi keripik dan sale pisang. UMKM ini terletak di Kelurahan Hanga-hanga Kecamatan Luwuk Selatan. Penjadwalan yang diterapkan di Rumah Industri Wahyu pada saat ini berdasarkan First Come First Serve (FCFS). Dengan menggunakan FCFS sehingga masih adanya keterlambatan penyelesaian produk yang dipesan oleh konsumen. Produk yang diselesaikan tepat waktu bisa mempengaruhi kepuasan konsumen serta bisa meningkatkan permintaan produk.

Berdasarkan masalah diatas, sehingga perlu adanya sistem penjadwalan yang baik dengan harapan dapat memenuhi permintaan konsumen yang diselesaikan tepat waktu. Maka dari itu, akan dilakukan penelitian penjadwalan produksi menggunakan metode NEH (Nawaz Ensore Ham). Dari metode ini, Rumah Industri Wahyu dapat mengetahui waktu proses yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu produk.

Berdasarkan hasil penelitian Annisya & Saifudin [6], didapatkan makespan minimum yaitu metode Nawaz Ensore Ham dengan Periode produksi adalah 1449805 detik dan rata-rata waktu berjalan adalah 911345 detik selama periode pengujian dapat menghemat waktu produksi 140290 detik yaitu 38 jam 58 menit 10 detik (8,82%).

Hasil penelitian Febianti dkk [7] menghasilkan lur kerja terbaik yang dihasilkan dari rencana manufaktur pada metode NEH adalah sebagai berikut: job4 – job3 – job5 – job1 – job2 sedangkan dengan menggunakan algoritma SA yaitu job4 – job3 – job5 – job1 – job2. Dengan makespan produksi eksisting adalah 804,85 jam, makespan produksi dari rencana produksi yang diusulkan adalah 727,60 jam, dan tingkat pengurangan makespan produksi dari rencana produksi yang diusulkan adalah 9,598%.

Berdasarkan hasil penelitian Wahyuningsih & Pramudyo [8], didapatkan hasil dengan menggunakan metode penjadwalan CDS menghasilkan susunan job 4-1-3-2, serta nilai makespan 249111,17 detik. Metode penjadwalan Dannenbring dan Nawaz, Ensore dan HAM (NEH) menghasilkan urutan pekerjaan 4-1-3-2 dengan run time 249111,17 detik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode perencanaan Campbell, Dudek and Smith (CDS), Dannenbring dan Nawaz, Ensore, HAH (NEH) memiliki nilai siklus produksi yang lebih pendek (lebih rendah) dibandingkan dengan nilai siklus produksi dari metode perusahaan yang sudah diterapkan.

Penelitian Abidin dkk [9] menghasilkan Jadwal produksi pabrik PD Salando memiliki dua pilihan yaitu CDS dan NEH, NEH sebab nilai makespan produksi terendah adalah 8123,18 menit. Proses perencanaan penjadwalan produksi flowshop menggunakan metode NEH di PD Salando adalah 3-4-2-1 untuk aliran pekerjaannya.

Adapun persamaannya dengan penelitian saat ini yaitu ruang lingkup penelitian yaitu tentang penjadwalan produksi, jenis penelitian yaitu deskriptif kuantitatif dan minimasi makespan. Perbedaannya yaitu metode yang digunakan perusahaan peneliti terdahulu yaitu menggunakan metode earliest due date dan metode make to order sedangkan yang digunakan perusahaan pada penelitian penulis yaitu first come first serve, ada beberapa metode penjadwalan produksi yang berbeda antara peneliti terdahulu dengan penulis, lokasi peneliti berbeda dengan penelitian sebelumnya, serta objek dari peneliti berdeda dengan penelitian terdahulu dimana objek peneliti yaitu produksi keripik.

Faktor penilaian merupakan faktor konstanta yang digunakan untuk mengukur nilai waktu rata-rata sehingga memperoleh waktu standar yang setara untuk karyawan yang memiliki kecepatan rata-rata [10]. Perhitungan waktu standar pada setiap tugas diperoleh dengan mengalikan waktu siklus yang ditentukan dengan faktor penyesuaian (*rating factor*) [11]. Dalam situasi nyata, pekerja mungkin tidak dapat bekerja terus menerus. Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi terhadap *allowance* (faktor kelonggaran) yaitu waktu tertentu untuk keperluan pribadi, keperluan istirahat dan keperluan lain-lain yang tidak tergantung pada karyawan [12].

Pengukuran waktu kerja menurut Wignjosoebroto, (2003) yaitu kegiatan yang dilakukan untuk mengamati pekerjaan serta mencatat waktu pekerjaan termasuk waktu siklus menggunakan alat ukur yang sama [13].

2. Metode penelitian

2.1 Uji Keseragaman Data

Pemeriksaan konsistensi (uji keseragaman) data dalam penelitian ini menggunakan tingkat kepercayaan 95% dan tingkat presisi 5% untuk

menegaskan bahwa data yang didapatkan saat pengumpulan data bersumber dari komposisi sebab akibat yang serupa. Dengan menggunakan rumus [14]:

- Nilai rata-rata (\bar{x})
 Dalam menyelesaikan nilai rata-rata bisa
 n : jumlah pengukuran/pengamatan yang dilakukan

- Standar Deviasi
 Besaran standar deviasi bisa dihitung menggunakan rumus:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:
 σ : Standar deviasi
 x : data pengukuran/pengamatan
 \bar{x} : nilai rata-rata
 n : jumlah pengukuran/pengamatan yang dilakukan

- BKA dan BKB
 Rumus menetapkan batas kendali atas (BKA) serta batas kendali bawah (BKB) yaitu sebagai berikut:

$$BKA = \bar{x} + k(\sigma) \dots\dots\dots (3)$$

$$BKB = \bar{x} - k(\sigma) \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:
 \bar{x} : Nilai rata-rata
 σ : Standar deviasi
 k : Tingkat Keyakinan
 Untuk tingkat keyakinan 95% harga k adalah 2
 serta untuk tingkat keyakinan 99% harga k adalah 3.

2.2 Uji Kecukupan Data

Pengujian kecukupan data bertujuan untuk mengidentifikasi apakah data hasil pengamatan sudah dianggap mencukupi. Menetapkan beberapa total data yang harusnya diperlukan, maka lebih dahulu menentukan nilai s (derajat ketelitian) yang menunjukkan penyimpangan maksimal dari hasil yang diteliti dan nilai k (tingkat kepercayaan) memperlihatkan besaran keyakinan pengukur terhadap ketelitian data. Adapun formulasinya [15]:

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2 \dots\dots\dots (5)$$

Dimana
 N' = Total data teoritis
 N = Total data pengamatan/pengukuran
 s = Tingkat ketelitian
 x_i = Data waktu pengamatan
 k = Tingkat kepercayaan

2.3 Pengukuran Waktu

Ada beberapa langkah untuk mencari waktu baku dalam proses penjadwalan yaitu sebagai berikut [17]:

- Waktu siklus
 ialah waktu untuk menyelesaikan nilai rata-rata selama pengukuran/pengamatan.

$$W_s = \frac{\sum x_i}{N}$$

didapatkan dengan rumus:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:
 \bar{x} : nilai rata-rata
 x : data pengukuran/pengamatan

- Waktu normal
 Waktu operasi normal adalah waktu dengan faktor penyesuaian, misalnya waktu siklus rata-rata dikalikan dengan faktor penyesuaian.

$$W_n = W_s \times P$$

- Waktu Baku
 Waktu operasi baku adalah waktu yang diperlukan pekerja untuk menyelesaikan tugas yang ditetapkan sehingga membutuhkan kecepatan dan ketepatan, dan dapat dikerjakan dengan menggunakan formulasi sebagai berikut [16]:

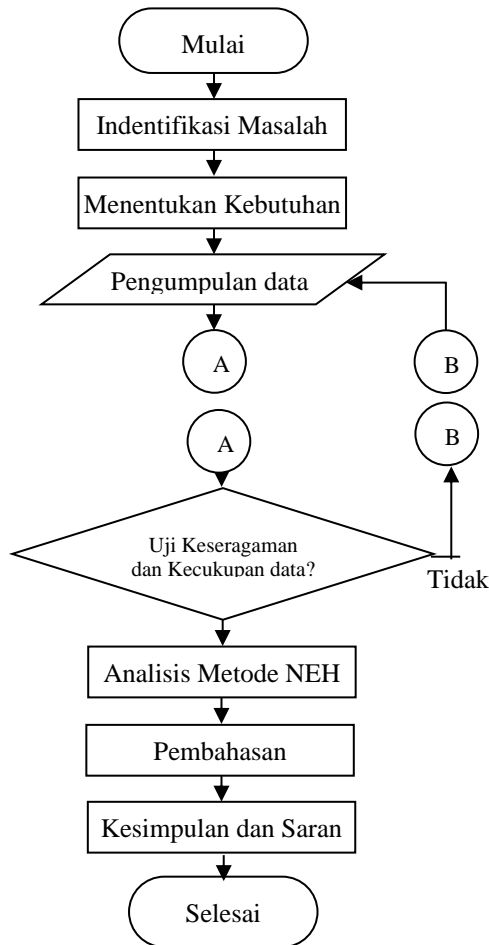
$$W_b = W_n \times \frac{100\%}{(100\% - Allowance)}$$

2.3 Nawaz Enscore Ham (NEH)

Algoritma hauristik ini mengusulkan bahwa pekerjaan dengan waktu tunggu keseluruhan yang lebih lama harus diprioritaskan daripada pekerjaan dengan waktu tunggu keseluruhan yang lebih pendek. Proses ini berlanjut sampai semua tugas selesai [18]. Langkah-langkah algoritma Nawaz, Enscore dan Ham adalah [6]:

- 1) Menjumlahkan waktu pemrosesan untuk setiap pekerjaan.
- 2) Beri peringkat pekerjaan dari besar ke kecil berdasarkan nilai waktu pemrosesannya (w).
- 3) Dapatkan ($w = 2$) dari i dengan indeks orde tinggi.
- 4) Buat w kandidat urutan pekerjaan baru dan pilih pekerjaan dengan pekerjaan yang memiliki nilai terkecil. Jika nilai *makespan* sama, lanjutkan ke langkah 5, jika tidak lanjutkan ke langkah 6.
- 5) Dari kandidat dengan nilai aliran parsial terkecil di antara opsi kandidat pada langkah sebelum. Jika waktu aliran rata-rata sama, satu set kandidat baru akan dipilih secara acak.
- 6) Kandidat yang dipilih untuk pengajuan baru akan menjadi pengajuan urutan pekerjaan baru.
- 7) Coret tugas yang dimuat dari *item* i sebelumnya dari daftar tugas.
- 8) periksa $w = i$ (di mana i adalah jumlah pekerjaan). Jika ya, lanjutkan ke langkah 9. Jika tidak, ulangi langkah 3 dan tambahkan ($w = w+1$).
- 9) Seri parsial baru menjadi seri terakhir.

Bagan alir penelitian ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Pengumpulan Data

Stasiun kerja pada produksi keripik di rumah industri wahyu ada 7 yaitu:

No.	Stasiun Kerja
1.	Pengupasan Bahan Baku
2.	Pengirisan
3.	Pencucian
4.	Penggorengan
5.	Pemberian Bumbu/Perasa

6. Penyaringan
7. Pengepakan

Adapun data alat bantu yang diperlukan dalam proses produksi ialah sebagai berikut:

No	Alat Bantu	Jumlah
1.	Pisau (pengupas)	5
2.	Alat pengiris (serut)	4
3.	Baskom	3
4.	Kompore dan wajan (penggorengan)	6
5.	Alat Mixer	3
6.	Saringan	4
7.	Alat Handsealler	3

3.2 Analisis Data

Uji keseragaman data

Tabel 6. yaitu nilai-nilai hasil perhitungan uji keseragaman data serta berikut ini contoh perhitungan manual untuk Keripik Keladi:

1. Menghitung Nilai Rata-Rata

$$\bar{x} = \frac{6591 + 6150 + \dots + 6455 + 5880}{10} = 6186 \text{ Detik}$$

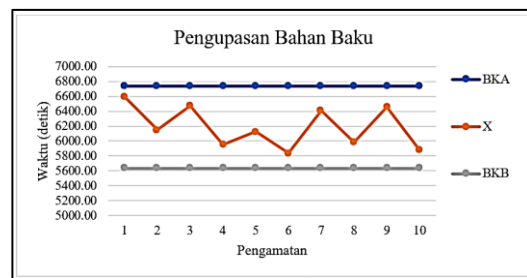
2. Menghitung Nilai Standar Deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{(6591 - 6186)^2 + \dots + (5880 - 6186)^2}{10 - 1}} = 276.05 \text{ Detik}$$

3. Menghitung Nilai BKA dan BKB

$$BKA = 6186 + (2 * 276.05) = 6738.10$$

$$BKB = 6186 - (2 * 276.05) = 5633.90$$



Gambar 2. Grafik batas kontrol keripik keladi

Tabel 3. Data pengamatan proses kerja keripik pisang

Job/Stasiun Kerja	Pengamatan									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pengupasan Bahan Baku	6175	5947	6291	6375	5749	6497	5610	6157	6387	6387
Pengirisan	1675	1836	1738	1657	1825	1640	1651	1812	1690	1649
Pencucian	1435	1367	1532	1462	1349	1517	1427	1307	1422	1562
Penggorengan	651	575	615	594	582	579	625	605	637	647
Penambahan Bumbu/Perasa	485	450	435	395	422	435	445	367	382	420
Penyaringan	370	362	367	362	355	370	325	308	322	332
Pengemasan	735	805	720	745	809	682	782	717	742	632

(Sumber: Pengamatan di Rumah Industri Wahyu)

Tabel 4. Data pengamatan proses kerja keripik keladi

Job/Stasiun Kerja	Pengamatan									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pengupasan Bahan Baku	6591	6150	6475	5950	6125	5837	6410	5987	6455	5880
Pengirisan	1390	1374	1425	1325	1350	1490	1397	1412	1327	1517
Pencucian	1298	1357	1432	1562	1307	1527	1475	1332	1480	1362
Penggorengan	590	628	545	658	560	603	619	652	627	597
Penambahan Bumbu/Perasa	425	417	465	390	437	450	453	475	386	432
Penyaringan	460	457	450	455	472	398	415	439	422	413
Pengemasan	749	765	730	761	745	610	662	630	690	715

(Sumber: Pengamatan di Rumah Industri Wahyu)

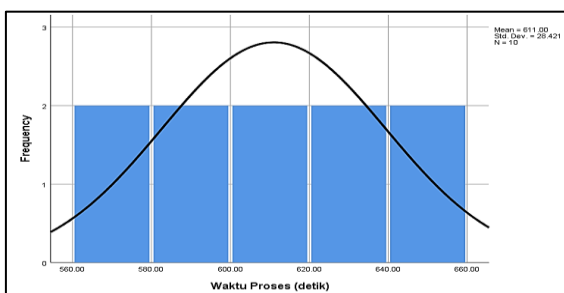
Tabel 5. Data pengamatan proses kerja keripik singkong

Job/Stasiun Kerja	Pengamatan									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pengupasan Bahan Baku	6712	6497	5945	6745	6320	6390	6265	6215	6582	6722
Pengirisan	1615	1408	1485	1407	1605	1515	1692	1505	1552	1567
Pencucian	1235	1237	1332	1362	1351	1259	1280	1250	1225	1350
Penggorengan	610	692	710	665	600	605	652	697	747	672
Penambahan Bumbu/Perasa	465	465	475	472	419	461	425	425	467	427
Penyaringan	442	458	429	365	371	436	381	425	387	392
Pengemasan	592	588	681	660	714	646	590	652	561	627

(Sumber: Pengamatan di Rumah Industri Wahyu)

Tabel 6. Uji keseragaman data pada produk keripik keladi

Job	x	Σ	Uji Keseragaman Data			
			\bar{X}	σ	BKA	BKB
Pengupasan Bahan Baku	X	61860	6186	276,05	6738,10	5633,90
	X ²	383351794	38335179,4			
Pengirisan	X	14007	1400,7	63,94	1528,58	1272,82
	X ²	19656397	1965639,7			
Pencucian	X	14132	1413,2	94,66	1602,53	1223,87
	X ²	20051992	2005199,2			
Penggorengan	X	6079	607,9	36,61	681,11	534,69
	X ²	3707485	370748,5			
Penambahan Bumbu/Perasa	X	4330	432,95	29,54	492,03	373,87
	X ²	1882309	188230,925			
Penyaringan	X	4381	438,10	24,60	487,29	388,91
	X ²	1924761	192476,1			
Pengemasan	X	7057	705,7	55,49	816,69	594,71
	X ²	5007841	500784,1			



Gambar 3. Curva distribusi normal SK4

➤ Uji kecukupan data

Langkah ini dilakukan agar data yang diperoleh cukup untuk pengolahan data selanjutnya. Jumlah observasi dalam penelitian ini adalah 10. Data yang diamati memerlukan tingkat kepercayaan 95% serta ketelitian 5% dengan nilai $k = 2$. Adapun perhitungan uji kecukupan data untuk pada keripik pisang adalah sebagai berikut:

$$W_s = \frac{61860}{10} = 6186$$

$$N' = \left\lceil \frac{2/0.05 \sqrt{10(383351794) - (61860)^2}}{61860} \right\rceil$$

$$= 2.9 \approx 3$$

b. Menghitung Waktu normal (W_n)
 $W_n = 6186 \times 0.82 = 5072.52$

c. Menghitung waktu baku (W_b)
 $W_b = 5072.52 \times \frac{100\%}{100\% - 17\%}$
 $= 6111.47$

- Perhitungan Waktu Baku
 Berikut ini adalah salah satu perhitungan waktu baku untuk produk keripik keladi:
 a. Menghitung waktu siklus (W_s)

Tabel 7. Uji kecukupan data keripik keladi

Job	x	Σ	Uji Kecukupan Data			
			k	s	N	N'
Pengupasan Bahan Baku	X	61860	2	0,05	10	2,9
	X ²	383351794				
Pengirisan	X	14007	2	0,05	10	3,0
	X ²	19656397				
Pencucian	X	14132	2	0,05	10	6,5
	X ²	20051992				
Penggorengan	X	6079	2	0,05	10	5,2
	X ²	3707485				
Penambahan Bumbu/Perasa	X	4330	2	0,05	10	6,7
	X ²	1882309				
Penyaringan	X	4381	2	0,05	10	4,5
	X ²	1924761				
Pengemasan	X	7057	2	0,05	10	8,9
	X ²	5007841				

Tabel 8. Faktor penyesuaian

Westing House							
Faktor	SK1	SK2	SK3	SK4	SK5	SK6	SK7
Keterampilan	0.08	0.08	0.08	0.13	0.08	0.13	0.08
Usaha	0.08	0.08	0.08	0.05	0.05	0.05	0.05
Kondisi	0.02	-0.03	-0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
Konsistensi	0	0	0	0	0	0	0
WH	0.18	0.13	0.13	0.2	0.15	0.2	0.15
P	0.82	0.87	0.87	0.8	0.85	0.8	0.85

(Sumber: pengolahan data pengamatan menggunakan Software Excel)

Tabel 9. Faktor kelonggaran (*allowance*)

Faktor	Allowance (%)						
	SK1	SK2	SK3	SK4	SK5	SK6	SK7
Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi	2	2	2	2	2	2	2
Tenaga yang dikeluarkan	6	5	6	6	4	4	4
Sikap kerja	1	1	1	2.5	2.3	2.3	2
Gerakan kerja	2	1	2	0	0	0	0
Kelelahan mata	0	0	0	0	0	0	0
Temperatur tempat kerja	2	2	2	4	1	1	1
Keadaan atmosfer	3	3	3	3	3	3	3
Keadaan Lingkungan	1	1	1	1	1	1	1
Besar Kelonggaran (%)	17.0	15.0	17.0	18.5	13.3	13.3	13.0
	0.17	0.15	0.17	0.19	0.13	0.13	0.13

(Sumber: pengolahan data pengamatan menggunakan Software Excel)

Tabel 10. Hasil waktu baku pada keripik pisang

Job	x	Σ	Perhitungan Waktu Baku				
			P	All	Ws	Wn	Wb
Pengupasan Bahan Baku	X	61575	0.82	17	6157.5	5049.15	6083.313
	X ²	379945037					
Pengirisan	X	17173	0.87	15	1717.3	1494.051	1757.707
	X ²	29547485					
Pencucian	X	14380	0.87	17	1438	1251.06	1507.301
	X ²	20739978					
Penggorengan	X	6110	0.80	18.5	611	488.8	599.7546
	X ²	3740480					
Penambahan Bumbu/Perasa	X	4236	0.85	13.3	423.6	360.06	415.2941
	X ²	1805322					
Penyaringan	X	3473	0.80	13.3	347.3	277.84	320.4614
	X ²	1210999					
Pengemasan	X	7369	0.85	13	736.9	626.365	719.9598
	X ²	5456881					

(Sumber: pengolahan data pengamatan menggunakan Software Excel)

➤ Perhitungan Metode NEH

Tabel 11. Nilai max t

Urutan Job	Job	Mesin/Alat Bantu						
		1	2	3	4	5	6	7
J1	Keripik Pisang	6083.31	1757.71	1507.30	599.75	415.29	320.46	719.96
J3	Keripik Singkong	6361.72	1571.22	1350.18	652.76	438.73	377.02	616.59
J2	Keripik Keladi	6111.47	1433.66	1481.31	596.71	424.46	320.46	689.48

(Sumber: pengolahan data pengamatan menggunakan Software Excel)

Tabel 12. Iterasi 1 pada w=2 (alternatif 1)

Urutan Job	Job	Mesin/Alat Bantu						
		1	2	3	4	5	6	7
J1	Keripik Pisang	6083.31	7841.02	9348.32	9948.08	10363.37	10683.83	11403.79
J3	Keripik Singkong	12445.03	9412.24	10698.50	10600.84	10802.10	11060.86	12020.38

(Sumber: pengolahan data pengamatan menggunakan Software Excel)

Tabel 13. Iterasi 1 pada w=2 (alternatif 2)

Urutan Job	Job	Mesin/Alat Bantu						
		1	2	3	4	5	6	7
J3	Keripik Singkong	6361.72	7932.94	9283.12	9935.88	10374.60	10751.63	11368.22
J1	Keripik Pisang	12445.03	9690.65	10790.42	10535.63	10789.90	11072.09	12088.18

(Sumber: pengolahan data pengamatan menggunakan Software Excel)

Tabel 14. Iterasi 2 pada w=2+1 (alternatif 1)

Urutan Job	Job	Mesin/Alat Bantu						
		1	2	3	4	5	6	7
J1	Keripik Pisang	6083.31	7841.02	9348.32	9948.08	10363.37	10683.83	11403.79
J3	Keripik Singkong	12445.03	9412.24	10698.50	10600.84	10802.10	11060.86	12020.38
J2	Keripik Keladi	18556.50	10845.90	12179.80	11197.55	11226.56	11381.32	12709.86

(Sumber: pengolahan data pengamatan menggunakan Software Excel)

Tabel 15. Iterasi 2 pada $w=2+1$ (alternatif 2)

Urutan Job	Job	Mesin/Alat Bantu						
		1	2	3	4	5	6	7
J1	Keripik Pisang	6083.31	7841.02	9348.32	9948.08	10363.37	10683.83	11403.79
J2	Keripik Keladi	12194.78	9274.68	10829.63	10544.79	10787.83	11004.29	12093.27
J3	Keripik Singkong	18556.50	10845.90	12179.80	11197.55	11226.56	11381.32	12709.86

(Sumber: pengolahan data pengamatan menggunakan Software Excel)

Tabel 16. Iterasi 2 pada $w=2+1$ (alternatif 3)

Urutan Job	Job	Mesin/Alat Bantu						
		1	2	3	4	5	6	7
J2	Keripik Keladi	6111.47	7545.13	9026.43	9623.15	10047.61	10368.07	11057.54
J1	Keripik Pisang	12194.78	9302.83	10533.73	10222.90	10462.90	10688.53	11777.50
J3	Keripik Singkong	18556.50	10874.05	11883.91	10875.66	10901.63	11065.55	12394.10

(Sumber: pengolahan data pengamatan menggunakan Software Excel)

Tabel 17. Iterasi pada metode Nawaz, Enscore dan Ham (NEH)

Iterasi NEH	Urutan Job	Job Sequence	makespan (detik)
Iterasi 1	J1-J3	Keripik Pisang-Keripik Singkong	12020.38
	J3-J1	Keripik Singkong- Keripik Pisang	12088.18
Iterasi 2	J1-J3-J2	Keripik Pisang - Keripik Singkong – Keripik Keladi	12709.86
	J1-J2-J3	Keripik Pisang - Keripik Keladi -Keripik Singkong	12709.86
	J2-J1-J3	Keripik Keladi - Keripik Pisang - Keripik Singkong	12394.10

(Sumber: pengolahan data pengamatan menggunakan Software Excel)

Tabel 18. Nilai makespan Rumah Industri Wahyu

No. Job	Mesin/Alat Bantu						
	1	2	3	4	5	6	7
J1	6083.31	7841.02	9348.32	9948.08	10363.37	10683.83	11403.79
J2	17515.26	18948.92	20430.22	21026.94	21451.40	21771.86	22461.34
J3	28823.05	30358.15	31646.25	32311.25	32758.75	33167.35	33798.45

(Sumber: pengolahan data pengamatan menggunakan Software Excel)

Tabel 19. Perbandingan hasil penjadwalan dari metode NEH dan metode perusahaan

Metode	Urutan Job	Makespan (jam)
NEH	J2-J1-J3	3.44 Jam
Perusahaan	J1-J2-J3	9.39 Jam

3.3 Pembahasan

Berdasarkan tabel 19. Bahwa hasil yang didapatkan menggunakan metode Nawaz, Enscore dan Ham (NEH) pekerjaan dengan total waktu keseluruhan proses (*Makespan*) terkecil ialah 12394,10 detik atau 206.57 menit atau sama dengan 3.44 jam. Dengan urutan job prioritas yaitu J2-J1-J3. Sedangkan hasil perhitungan dengan metode dari Rumah Industri Wahyu, didapatkan alur penyelesaian pekerjaan J1-J2-J3 dengan nilai makespan yaitu sebesar 33798.45 detik atau 563.31 menit atau sama dengan 9.39 jam.

Alur penjadwalan di Rumah Industri Wahyu yaitu dengan berfokus pada penyelesaian Job 1

untuk keseluruhan mesin/stasiun kerja terlebih dahulu lalu dilanjutkan dengan penyelesaian Job 2 serta terakhir penyelesaian Job 3 sehingga menghasilkan makespan sebesar 9.39 jam. Sedangkan alur untuk penyelesaian penjadwalan dengan menggunakan metode NEH yaitu tidak berfokus pada penyelesaian Job 1 untuk keseluruhan mesin/stasiun kerja tetapi berfokus pada setiap mesin/stasiun kerja dengan urutan penjadwalan yang didapatkan dari iterasi yang dihasilkan oleh metode NEH. Penyelesaian dengan menggunakan metode NEH dimulai dengan menyelesaikan kegiatan pada mesin/stasiun kerja 1 pada job 2 lalu dilanjutkan dengan menyelesaikan kegiatan pada mesin/stasiun kerja 1 pada job 1 lalu menyelesaikan kegiatan pada mesin/stasiun kerja 1 pada job 3 setelah itu dilanjutkan dengan menyelesaikan kegiatan pada mesin/stasiun kerja 2 pada job 2 lalu menyelesaikan kegiatan pada mesin/stasiun kerja 2 pada job 1 lalu

menyelesaikan kegiatan pada mesin/stasiun kerja 2 pada job 3 lalu dengan langkah yang sama untuk menyelesaikan kegiatan pada mesin/stasiun kerja 3 sampai 7. Dengan alur penyelesaian yang berbeda sehingga menghasilkan nilai makespan yang berbeda.

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

- 1) Makespan menggunakan metode NEH dengan nilai sebesar 3.44 jam serta urutan *job* yakni J2-J1-J3. Makespan yang dihasilkan dari penjadwalan di rumah industri wahyu yaitu sebesar 9,39 jam dengan urutan J1-J2-J3.
- 2) Metode Nawaz Ensco Ham (NEH) menghasilkan nilai yang paling minimum, sehingga lebih efisien untuk diterapkan di rumah industri wahyu.

4.2 Saran

- 1) Diharapkan agar para penelitian berikutnya bisa mengembangkan metode penjadwalan yang lebih efisien dari metode yang sudah digunakan.
- 2) Diharapkan adanya pengembangan aplikasi (*software*) yang dapat memecahkan masalah penjadwalan yang nantinya mempermudah pemecahan masalah dalam ruang lingkup penjadwalan produksi.
- 3) Hasil dari penelitian ini bisa digunakan sebagai pilihan dalam menyelesaikan masalah.

Daftar Pustaka

- [1] A. Nur Amalia dan H. Sofyan, "Penjadwalan Produksi Dengan Improve Algoritma Hodgson," *J. Teknosains Kodepena*, vol. 02, no. 02, hal. 1–7, 2022.
- [2] A. R. Soleha, "Kondisi UMKM Masa Pandemi Covid-19 Pada Pertumbuhan Ekonomi Krisis Serta Program Pemulihan Ekonomi Nasional," *J. Ekombis*, vol. 6, no. 2, hal. 165–178, 2020.
- [3] D. C. Dewi, C. Handayani, dan I. H. Prasetyo, "Perancangan Alat Spinner Ergonomis (Study Kasus PT. Baasithu, Floating Storage and Offloading Petrostar)," *J. Inov.*, vol. 2, no. 1, hal. 11–15, 2019.
- [4] D. Noviani, T. Lasalewo, dan I. H. Lahay, "Pengukuran Kinerja Supplier Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) di PT. Harvest Gorontalo Indonesia," *Jambura Ind. Rev.*, vol. 1, no. 2, hal. 83–93, 2021.
- [5] D. T. Pratama, "Analisis Beban Kerja Dan Pengalokasian Jumlah Tenaga Kerja Pada PT Tsamarot Indonesia," *Sci. J. Ind. Eng.*, vol. 1, no. 2, hal. 12–17, 2020.
- [6] E. Febianti, A. I. Saeful M, dan J. Fitra, "Usulan Penjadwalan Produksi Baja Profil Menggunakan Metode Nawaz Ensco Ham dan Algoritma Simulated Annealing," in *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 2019, hal. 1–9.
- [7] E. Krisnaningsih, S. Dwiyatno, dan R. Sasongko, "Usulan Penentuan Waktu Baku Pada Operator Packing Folding Kain Tetoron Rayon Dengan Metode Stopwacth," *J. InTent*, vol. 3, no. 2, hal. 67–81, 2020.
- [8] M. A. D. Matiro, R. S. Mau, A. Rasyid, dan F. A. Rauf, "Pengukuran Beban Kerja Menggunakan Metode Full Time Equivalent (FTE) Pada Divisi Proses PT. Delta Subur Permai," *Jambura Ind. Rev.*, vol. 1, no. 1, hal. 30–39, 2021.
- [9] M. F. Ismail, S. Rahayuningsih, dan A. Komari, "Penentuan Waktu Standar Dan Jumlah Tenaga Kerja Optimal Pada Bagian Winding Primercurrent Transformer (Travo Arus)," *JURMATIS J. Ilm. Mhs. Tek. Ind.*, vol. 2, no. 1, hal. 1–10, 2020.
- [10] M. Rahayu dan S. Juhara, "Pengukuran Waktu Baku Perakitan Pena Dengan Menggunakan Waktu Jam Henti Saat Praktikum Analisa Perancangan Kerja," *J. Pendidik. dan Apl. Ind.*, vol. 7, no. 2, hal. 93–97, 2020.
- [11] Muhammad, Y. Ismarfiana, dan D. Sukrianto, "Rancang Bangun Sistem Informasi Pemesanan Produksi Dan Pembayaran Iklan Pada Radio RBT90FM," *J. Intra Tech*, vol. 5, no. 1, hal. 33–44, 2021.
- [12] N. Yudisha, "Perhitungan Waktu Baku Menggunakan Metode Jam Henti Pada Proses Bottling," *J. Vor.*, vol. 2, no. 2, hal. 85–90, 2021.
- [13] R. Moonti, H. Uloli, dan A. Rasyid, "Analisis Keseimbangan Lintasan Lini Produksi Tepung Kelapa Dengan Metode Ranked Positional Weight Dan Region Approach," *Jambura Ind. Rev.*, vol. 2, no. 1, hal. 1–10, 2022.
- [14] S. D. Annisya dan J. A. Saifudin, "Analisis Penjadwalan Produksi Batu Tahan Api Dengan Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith (CDS), Nawaz Ensco Ham (NEH), Dan Palmer Untuk Mengurangi Makespan Di PT. X," *J. Manaj. Ind. dan Teknol.*, vol. 1, no. 3, hal. 165–176, 2020.
- [15] S. D. Wahyuningsih dan C. S. Pramudyo, "Penjadwalan Produksi Flow Shop untuk meminimalkan Makespan dengan Metode Campbell, Dudek, Smith (CDS), Dannenbring, dan Nawaz, Ensco Ham (NEH) pada Produk CV. Mega Logam,"

- Conf. Ind. Eng. Halal Ind., vol. 1, no. 1, hal. 139–147, 2019.
- [16] S. F. Syabani dan W. Setiafindari, “Optimasi Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Nawaz Enscore Ham Pada PT XYZ,” *JUMANTARA*, vol. 1, no. 1, hal. 1–8, 2022.
- [17] Y. Muharni, Kulsum, dan D. A. Utami, “Usulan Penjadwalan Produksi Pipa Erw Menggunakan Metode Nawaz Enscore Ham Dan Genetic Algorithm,” *FLYWHEEL J. Tek. Mesin Untirta*, vol. 5, no. 2, hal. 29–38, 2019.
- [18] Z. Abidin, Kulsum, dan A. Gunawan, “Usulan Penjadwalan Produksi di PD Salando Menggunakan Algoritma Campbell, Dudek, Smith (CDS) dan Nawaz, Enscore, Ham (NEH) untuk Meminimasi Makespan,” *J. Tek. Ind.*, vol. 5, no. 3, hal. 295–301, 2017.