



Optimasi Proses Produksi *Crumb Rubber* untuk Meminimalkan *Bottleneck* Menggunakan Simulasi di PT. XYZ

Rafli Mido Ramansyah¹, Yusnawati^{2*}, Yusri Nadya³, Dewiyana⁴, Muhammad Zeki⁵, Meri Andriani⁶
^{1,2,3,4,5,6}Jurusan Teknik Industri, Universitas Samudra, Jalan Prof. Dr. Syarief Thayeb, Meurandeh, Kecamatan Langsa Lama, Kota Langsa, Aceh, 24416, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Halaman:
36 – 44

Tanggal penyerahan:
8 Agustus 2025

Tanggal diterima:
26 Mei 2026

Tanggal terbit:
30 September 2026

EMAIL

¹raflimido8@gmail.com
²yusnawati@unsam.ac.id*
³nadyayusri@unsam.ac.id
⁴dewiyana@unsam.ac.id
⁵mzeki@unsam.ac.id
⁶meri_tind@unsam.ac.id

*) *Corresponding Author*

ABSTRACT

Crumb rubber production at PT. XYZ experiences bottlenecks in both wet and dry processes, resulting in raw material accumulation and disrupted production flow. This study aims to determine the standard processing time at each workstation and optimize the production process using ProModel simulation. A quantitative approach was applied using direct observation, interviews, and secondary company data. The results show that the total average processing time required to produce crumb rubber is 14,807.83 minutes. Simulation results identified bottlenecks mainly at the raw material and drying stages. After optimization, the utility value in the drying process decreased from 19.11% to 6.37%, while the drying machine utility decreased from 9.15% to 3.05%. These results indicate that the proposed simulation model can reduce bottlenecks and improve production process efficiency.

Keywords: *bottleneck, crumb rubber, promodel, production optimization, simulation*

ABSTRAK

Proses produksi crumb rubber di PT. XYZ mengalami bottleneck pada proses basah dan proses kering yang menyebabkan penumpukan bahan baku serta menghambat kelancaran produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu proses standar pada setiap stasiun kerja dan mengoptimalkan proses produksi menggunakan simulasi perangkat lunak ProModel. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan data yang diperoleh melalui observasi langsung, wawancara, dan data sekunder perusahaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk memproduksi crumb rubber adalah 14.807,83 menit. Hasil simulasi menunjukkan adanya bottleneck terutama pada tahap bahan baku dan mesin pengering. Setelah dilakukan optimasi, nilai utilitas pada proses pengeringan menurun dari 19,11% menjadi 6,37%, sedangkan utilitas mesin pengering menurun dari 9,15% menjadi 3,05%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa simulasi ProModel dapat mengurangi bottleneck dan meningkatkan efisiensi proses produksi.

Kata Kunci : *bottleneck, crumb rubber, optimasi produksi, promodel , simulasi*

PENDAHULUAN

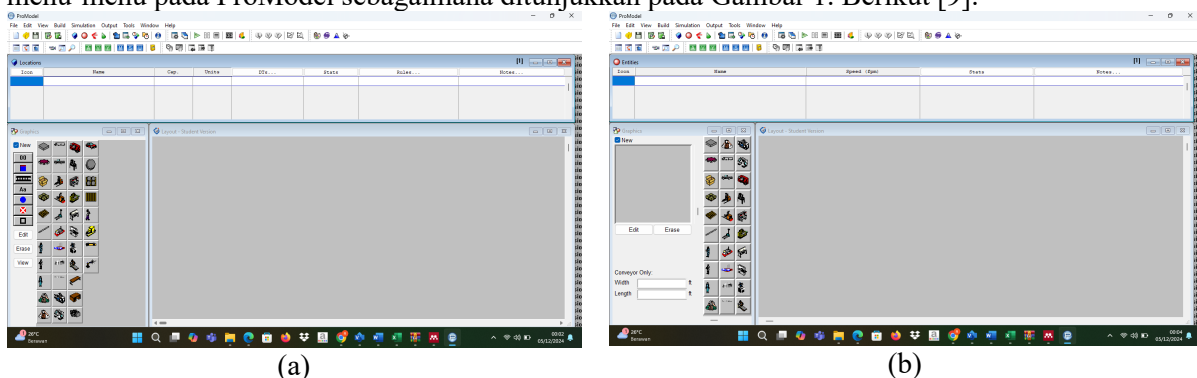
Permintaan global terhadap karet alam yang terus meningkat mendorong pertumbuhan industri pengolahan karet di Indonesia [1]. Tanaman karet tersebar luas di berbagai wilayah Indonesia, khususnya di Pulau Sumatera, dan dikelola oleh berbagai pihak, termasuk perusahaan negara, swasta, maupun petani rakyat [2]. Salah satu perusahaan yang bergerak di bidang agroindustri karet adalah PT. XYZ, yang memproduksi crumb rubber. Produk ini termasuk dalam kategori setengah jadi dan digunakan sebagai bahan baku untuk berbagai industri seperti ban, sol sepatu, dan produk berbahan dasar karet lainnya [3]. Perencanaan produksi memegang peranan penting dalam menentukan kemampuan suatu perusahaan dalam memenuhi kebutuhan produk. Ketidaktepatan dalam perencanaan dapat menyebabkan ketidakseimbangan beban kerja dan terjadinya penumpukan atau *bottleneck* pada proses produksi [4].

Bottleneck merujuk pada kondisi ketika beberapa stasiun kerja mengalami beban kerja yang tinggi, sedangkan stasiun lainnya menunggu pasokan bahan atau input dari proses sebelumnya [5]. di PT. XYZ, proses produksi crumb rubber terbagi menjadi dua tahap utama: proses basah dan proses kering. Pada tahap basah, bahan baku harus terlebih dahulu disimpan dalam gudang penyimpanan, yang kerap mengalami penumpukan hingga 58.821 kg per hari. Proses awal berupa pencucian bahan baku sering kali menjadi titik kritis karena kapasitas mesin yang terbatas tidak mampu menampung seluruh bahan yang tersedia. Jika tidak ditangani dengan baik, hal ini akan berdampak pada proses selanjutnya karena stasiun berikutnya juga memiliki kapasitas terbatas. Masalah serupa juga terjadi pada tahap kering, khususnya pada proses penjemuran yang membutuhkan waktu hingga 10 hari [2]. Waktu proses yang panjang ini menyebabkan bahan baku tertahan dalam sistem, menimbulkan antrean dan memperlambat pencapaian target produksi harian [5].

Simulasi merupakan salah satu pendekatan efektif dalam memvisualisasikan kondisi proses aktual tanpa harus melakukan eksperimen langsung di lapangan [6]. Dengan melakukan simulasi, kondisi sistem dapat ditiru dan dianalisis untuk melihat potensi perbaikan dan efisiensi [7]. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan simulasi proses produksi di PT. XYZ untuk mengidentifikasi dan mengatasi permasalahan *bottleneck* yang terjadi.

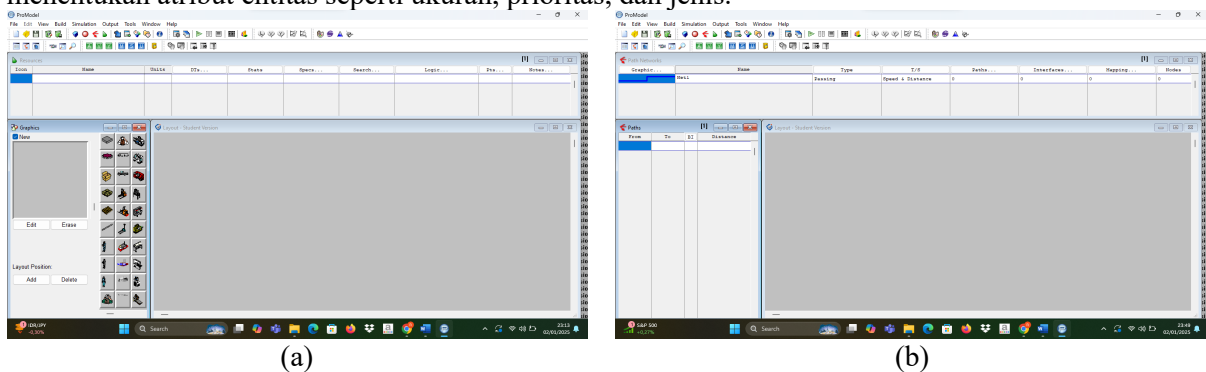
METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif, dengan tujuan untuk menggambarkan faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi proses produksi, baik dari segi waktu maupun aspek lainnya. Pengolahan data dilakukan dengan menghitung waktu proses yang diperlukan dalam produksi crumb rubber, berdasarkan hasil observasi langsung di lapangan [8]. Optimasi proses produksi *crumb rubber* dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* ProModel. Tahapan optimasi mencakup pemodelan proses produksi, pengaturan parameter simulasi, serta penggunaan menu-menu pada ProModel sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Berikut [9].



Gambar 1. a) Menu *Location*; b) Menu *Entity*

Pada Gambar 1, menu *location* (a) berguna mengatur proses atau aktivitas spesifik yang terjadi di lokasi serta menentukan kapasitas, waktu proses, dan logika pemrosesan. Menu *Entity* (b) kegunaannya untuk memodelkan pergerakan dan perilaku entitas di sepanjang jalur proses serta untuk menentukan atribut entitas seperti ukuran, prioritas, dan jenis.



Gambar 2. a) Menu *Resources*; b) Menu *Path Networks*

Pada Gambar 2, menu *resources* (a) berfungsi untuk menampilkan menu yang berisi sumber daya dalam pekerjaan seperti, operator, mesin, dan lain-lain. Menu *path networks* (b) berfungsi untuk menggerakkan model yang ada pada entitas dan juga memodelkan rute yang digunakan entitas atau *resource* untuk bergerak di dalam sistem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kecukupan Data

Pengujian kecukupan data dilakukan untuk memastikan bahwa jumlah data pengamatan yang digunakan sudah mencerminkan kondisi sebenarnya [10]. Dalam penelitian ini, waktu proses pada masing-masing elemen kerja diamati sebanyak 30 kali. Hasil uji kecukupan menunjukkan bahwa seluruh elemen kerja telah memenuhi syarat jumlah pengamatan yang cukup, sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Elemen Kerja

No	Elemen Kerja	N'	N	Keterangan
1	Memecah getah karet sehingga membentuk gumpalan.	0,6166	30	Cukup
2	Pembersihan/mencuci bahan baku getah karet pada bak.	0,1459	30	Cukup
3	Mencacah getah karet sehingga berbentuk bubur	0,2082	30	Cukup
4	Penggilingan getah karet yang sudah dicuci membentuk <i>blanket</i>	0,9873	30	Cukup
5	Membawa <i>blanket</i> menuju penjemuran	1,9020	30	Cukup
6	Membawa <i>blanket</i> hasil jemuran	2,7701	30	Cukup
7	Peremahan <i>blanket</i> menjadi potongan lebih kecil	6,1124	30	Cukup
8	Pengisian karet remah kedalam <i>trolley</i>	0,7711	30	Cukup
9	Proses pengeringan karet remah	0,0342	30	Cukup
10	Pembongkaran <i>trolley</i>	11,6960	30	Cukup
11	Pengepresan karet biskuit menjadi bendela padat	0	30	Cukup

Uji Kenormalan Data

Selanjutnya dilakukan uji kenormalan menggunakan metode non-parametrik Kolmogorov-Smirnov dengan bantuan perangkat lunak SPSS. Berdasarkan hasil pengujian, seluruh elemen kerja memiliki nilai signifikansi di atas taraf $\alpha = 0,05$, yang berarti data berdistribusi normal terlihat pada Tabel 2. Ini menunjukkan bahwa data layak digunakan untuk analisis lanjutan dengan asumsi distribusi normal [11].

Tabel 2. Rekapitulasi Uji Kenormalan Data Elemen Kerja

No	Elemen Kerja	<i>Test Statistic</i>	α	Keterangan
1	Memecah getah karet sehingga membentuk gumpalan.	0,195	0,05	Normal
2	Pembersihan/mencuci bahan baku getah karet pada bak.	0,246	0,05	Normal
3	Mencacah getah karet sehingga berbentuk bubur	0,243	0,05	Normal
4	Penggilingan getah karet yang sudah dicuci membentuk <i>blanket</i>	0,255	0,05	Normal

No	Elemen Kerja	Test Statistic	α	Keterangan
5	Membawa <i>blanket</i> menuju penjemuran	0,258	0,05	Normal
6	Membawa <i>blanket</i> hasil jemuran	0,312	0,05	Normal
7	Peremahan <i>blanket</i> menjadi potongan lebih kecil	0,259	0,05	Normal
8	Pengisian karet remah kedalam <i>trolley</i>	0,191	0,05	Normal
9	Proses pengeringan karet remah	0,253	0,05	Normal
10	Pembongkaran <i>trolley</i>	0,273	0,05	Normal
11	Pengepresan karet biskuit menjadi bendela padat	0,200	0,05	Normal

Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman dilakukan untuk memastikan bahwa data waktu proses dari masing-masing elemen kerja memiliki pola yang stabil [10]. Hasil rekapitulasi menunjukkan bahwa seluruh elemen kerja memenuhi kriteria keseragaman, sehingga dapat digunakan dalam perhitungan waktu produksi secara valid dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Setiap Elemen Kerja

No	Elemen Kerja	Keterangan
1	Memecah getah karet sehingga membentuk gumpalan.	Seragam
2	Pembersihan/mencuci bahan baku getah karet pada bak.	Seragam
3	Mencacah getah karet sehingga berbentuk bubur	Seragam
4	Penggilingan getah karet yang sudah dicuci membentuk <i>blanket</i>	Seragam
5	Membawa <i>blanket</i> menuju penjemuran	Seragam
6	Membawa <i>blanket</i> hasil jemuran	Seragam
7	Peremahan <i>blanket</i> menjadi potongan lebih kecil	Seragam
8	Pengisian karet remah kedalam <i>trolley</i>	Seragam
9	Proses pengeringan karet remah	Seragam
10	Pembongkaran <i>trolley</i>	Seragam
11	Pengepresan karet biskuit menjadi bendela padat	Seragam

Waktu Siklus

Untuk mengetahui total waktu yang diperlukan dalam memproduksi *crumb rubber* maka diperlukan untuk menghitung waktu siklus nya, dengan cara menghitung rata-rata waktu proses produksi berdasarkan 30 pengamatan [12]. Berikut merupakan hasil rekapitulasi perhitungan waktu siklus dalam memproduksi *crumb rubber* setiap elemennya.

Tabel 4. Rekapitulasi Waktu Siklus Setiap Elemen Kerja

No	Elemen Kerja	Waktu Siklus Rata-Rata (Menit)
1	Memecah getah karet sehingga membentuk gumpalan.	20,39
2	Pembersihan/mencuci bahan baku getah karet pada bak.	60,18
3	Mencacah getah karet sehingga berbentuk bubur	40,14
4	Penggilingan getah karet yang sudah dicuci	20,41

No	Elemen Kerja	Waktu Siklus Rata-Rata (Menit)
	membentuk <i>blanket</i>	
5	Membawa <i>blanket</i> menuju penjemuran	10,29
6	Proses penjemuran <i>blanket</i>	14,400
7	Membawa <i>blanket</i> hasil jemuran	10,39
8	Peremahan <i>blanket</i> menjadi potongan lebih kecil	5,27
9	Pengisian karet remah kedalam <i>trolley</i>	15,18
10	Proses pengeringan karet remah	140,31
11	Pembongkaran <i>trolley</i>	5,55
12	Pengepresan karet biskuit menjadi bendela padat	0,2
Total		14.731,97

Waktu Normal

Untuk mengetahui waktu dalam menyelesaikan pekerja maka diperlukan menghitung waktu normalnya [13]. Dalam memproduksi *crumb rubber*, waktu normal yang ditempuh setiap elemen kerja dalam memproduksi dapat dilihat dari hasil perhitungan tabel rekapitulasi sebagai berikut.

Tabel 5. Rekapitulasi Waktu Normal Setiap Elemen Kerja

No	Elemen Kerja	Waktu Normal (Menit)
1	Memecah getah karet sehingga membentuk gumpalan.	23,56
2	Pembersihan/mencuci bahan baku getah karet pada bak.	63,19
3	Mencacah getah karet sehingga berbentuk bubur	45,56
4	Penggilingan getah karet yang sudah dicuci membentuk <i>blanket</i>	24,70
5	Membawa <i>blanket</i> menuju penjemuran	12,86
6	Proses penjemuran <i>blanket</i>	14,400
7	Membawa <i>blanket</i> hasil jemuran	12,99
8	Peremahan <i>blanket</i> menjadi potongan lebih kecil	6,38
9	Pengisian karet remah kedalam <i>trolley</i>	16,70
10	Proses pengeringan karet remah	147,33
11	Pembongkaran <i>trolley</i>	6,89
12	Pengepresan karet biskuit menjadi bendela padat	0,24
Total		14.760,40

Waktu Standar

Waktu standar adalah waktu yang ditetapkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan tertentu, yang mencakup waktu normal ditambah toleransi untuk kelelahan, istirahat, dan hambatan-hambatan lain yang tidak dapat dihindari [14]. Untuk menghitung waktu standar dari perusahaan pertama harus menghitung tingkat *allowance* yang di peroleh. Dengan hasil perhitungan pada tabel rekapitulasi sebagai berikut.

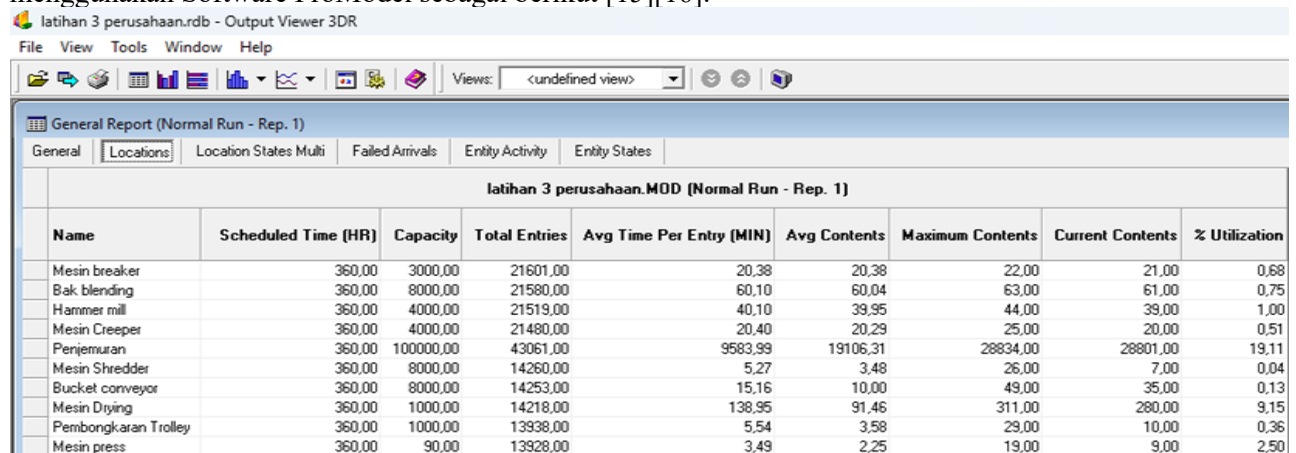
Tabel 6. Rekapitulasi Waktu Standar Setiap Elemen Kerja

No	Elemen Kerja	Waktu Standar (Menit)
1	Memecah getah karet sehingga membentuk gumpalan.	28,39
2	Pembersihan/mencuci bahan baku getah karet pada bak.	65,91

No	Elemen Kerja	Waktu Standar (Menit)
3	Mencacah getah karet sehingga berbentuk bubur	51,48
4	Penggilingan getah karet yang sudah dicuci membentuk <i>blanket</i>	30,01
5	Membawa <i>blanket</i> menuju penjemuran	17,55
6	Proses penjemuran <i>blanket</i>	14.400
7	Membawa blanket hasil jemuran	18,38
8	Peremahan blanket menjadi potongan lebih kecil	7,21
9	Pengisian karet remah kedalam <i>trolley</i>	20,21
10	Proses pengeringan karet remah	158,53
11	Pembongkaran <i>trolley</i>	9,75
12	Pengepresan karet biskuit menjadi bendela padat	0,30
Total		14.807,83

Simulasi Proses Produksi Perusahaan

Berdasarkan Simulasi proses produksi aktual yang terjadi pada perusahaan, hasil simulasi menggunakan Software ProModel sebagai berikut [15][16].



Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Mesin breaker	360,00	3000,00	21601,00	20,38	20,38	22,00	21,00	0,68
Bak blending	360,00	8000,00	21580,00	60,10	60,04	63,00	61,00	0,75
Hammer mill	360,00	4000,00	21519,00	40,10	39,95	44,00	39,00	1,00
Mesin Creeper	360,00	4000,00	21480,00	20,40	20,29	25,00	20,00	0,51
Penjemuran	360,00	100000,00	43061,00	9583,99	19106,31	28834,00	28801,00	19,11
Mesin Shredder	360,00	8000,00	14260,00	5,27	3,48	26,00	7,00	0,04
Bucket conveyor	360,00	8000,00	14253,00	15,16	10,00	49,00	35,00	0,13
Mesin Drying	360,00	1000,00	14218,00	138,95	91,46	311,00	280,00	9,15
Pembongkaran Trolley	360,00	1000,00	13938,00	5,54	3,58	29,00	10,00	0,36
Mesin press	360,00	90,00	13928,00	3,49	2,25	19,00	9,00	2,50

Gambar 3. Simulasi Aktual Perusahaan

Dari Gambar 3. menjelaskan bahwa penjemuran memiliki nilai utilitas tertinggi yaitu sebesar 19,11% dengan jumlah *current contents* terbanyak yaitu sebanyak 28.801 kg. Kemudian nilai utilitas tertinggi selanjutnya berada pada mesin drying dengan nilai utilitas sebesar 9,15% dan jumlah *current contents* sebanyak 280 kg. Hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya *bottleneck* pada proses produksi [17][18].

Usulan Perbaikan

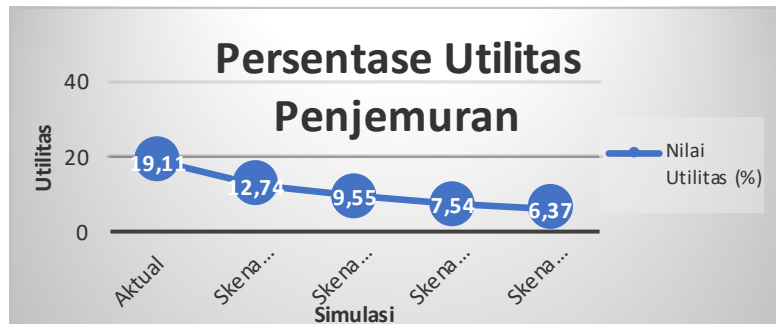
Usulan perbaikan yang dilakukan dengan cara melakukan penambahan kapasitas pada stasiun proses produksi yang bermasalah yaitu pada proses penjemuran dan pad mesin drying. Usulan perbaikan pada proses penjemuran dilakukan dengan cara penambahan kapasitas yang dilakukan sebanyak 4 skenario. Hasil usulan perbaikan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Usulan Perbaikan Proses Penjemuran

No	Jenis Simulasi	Perbaikan	Nilai Utilitas (%)
1	Aktual		19,11
2	Skenario 1	Penambahan Kapasitas 50.000 kg	12,74
3	Skenario 2	Penambahan Kapasitas 100.000 kg	9,55

No	Jenis Simulasi	Perbaikan	Nilai Utilitas (%)
4	Skenario 3	Penambahan Kapasitas 150.000 kg	7,54
5	Skenario 4	Penambahan Kapasitas 200.000 kg	6,37

Untuk memperjelas pergerakan nilai utilitas dari proses penjemuran dapat dilihat dari grafik pada Gambar 4. berikut ini.



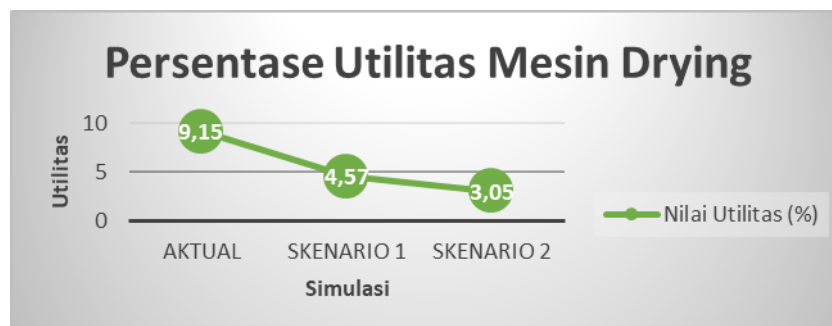
Gambar 4. Grafik Persentase Utilitas Penjemuran

Selanjutnya dilakukan perbaikan pada mesin drying. Perbaikan dilakukan dengan cara penambahan kapasitas mesin dilakukan sebanyak 2 kali skenario. Hasil simulasi terhadap skenario tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 6. Usulan Perbaikan Mesin Drying

No	Jenis Simulasi	Perbaikan	Nilai Utilitas (%)
1	Aktual		9,15
2	Skenario 1	Penambahan Kapasitas 1000 kg	4,57
3	Skenario 2	Penambahan Kapasitas 2000 kg	3,05

Untuk memperjelas pergerakan nilai utilitas dari mesin *drying* dapat dilihat dari grafik berikut ini. Berdasarkan Gambar 5, nilai utilitas mesin *drying* pada kondisi aktual sebesar 9,15%. Setelah dilakukan penambahan kapasitas sebesar 1.000 kg pada Skenario 1, nilai utilitas menurun menjadi 4,57%, sedangkan pada Skenario 2 dengan penambahan kapasitas 2.000 kg, nilai utilitas turun menjadi 3,05%. Penurunan nilai utilitas tersebut menunjukkan bahwa penambahan kapasitas dapat mengurangi beban kerja mesin *drying* dan membantu meminimalkan terjadinya *bottleneck* pada proses produksi.



Gambar 5. Grafik Persentase Utilitas Mesin Drying

KESIMPULAN

Waktu standar yang di tempuh oleh perusahaan dalam memproduksi *crumb rubber* adalah selama 14.807,83 menit atau jika di bulatkan dalam bentuk hari kurang lebih selama 10 hari. Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dengan melakukan penambahan kapasitas pada lahan penjemuran sebanyak 3 kali lipat dari lahan yang ada dapat menurunkan nilai utilitas dan tingkat terjadinya *bottleneck*. Nilai utilitas dari perusahaan pada proses penjemuran sebesar 19,11% menurun setelah dilakukan simulasi menjadi 6,37%. Kemudian pada simulasi selanjutnya ialah penambahan mesin *drying* menjadi 3 mesin juga dapat menurunkan nilai utilitas mesin dan juga dapat mengurangi terjadinya *bottleneck* pada proses produksi. Dari awal nilai utilitas sebesar 9,15% menurun setelah dilakukan simulasi menjadi 3,05%. Maka dari itu disarankan kepada perusahaan memperluas lahan penjemuran dan melakukan penambahan mesin *drying* agar proses produksi *crumb rubber* lebih optimal dan dapat meminimalkan terjadinya *bottleneck*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Hidayat, D. Susilastuti, and K. Karno, "Pengaruh produktifitas perkebunan karet terhadap ekspor komoditas karet di Provinsi Kalimantan Barat," *JABE (Journal of Applied Business and Economic)*, vol. 8, no. 3, pp. 278–289, 2022, doi: 10.30998/jabe.v8i3.11977.
- [2] G. Resshye, "Pabrik karet di Kecamatan Mandor," *Jurnal Online Mahasiswa Arsitektur Universitas Tanjungpura*, vol. 3, no. 1, pp. 108–124, 2015, doi: 10.26418/jmars.v3i1.10177.
- [3] D. S. Dewi, H. E. Prasetyo, and E. Karnadeli, "Pengolahan air limbah industri karet remah (*crumb rubber*) dengan menggunakan reagen Fenton," *Jurnal Redoks*, vol. 5, no. 1, pp. 47–57, 2020, doi: 10.31851/redoks.v5i1.4120.
- [4] R. A. Nanda, S. Bahri, and Syukriah, "Upaya mengoptimalkan kapasitas produksi *crumb rubber* menggunakan metode Theory of Constraints (TOC) di PT. Bridgestone Sumatera Rubber Estate," *Industrial Engineering Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 1–4, 2022.
- [5] A. Basuki and A. D. Cahyani, "Metode line balancing heuristik untuk penyelesaian masalah terjadinya *bottleneck* pada lintasan produksi," *Rekayasa*, vol. 13, no. 3, pp. 317–323, 2020, doi: 10.21107/rekayasa.v13i3.19765.
- [6] T. Nur, Y. Herdianzah, and M. A. H. Nurdin, "Perancangan model simulasi diskrit pada sistem antrian perbaikan kapal di PT. Industri Kapal Indonesia (Persero) Makassar dengan menggunakan aplikasi ProModel," *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, vol. 3, no. 1, pp. 943–948, 2024.
- [7] T. A. R. Arunpadang, "Simulasi sistem manufaktur: Studi kasus proses produksi brake drum coupling," *Jurnal Tekno Mesin*, vol. 1, no. 3, pp. 1–7, 2015.
- [8] H. Syahrizal and M. S. Jailani, "Jenis-jenis penelitian dalam penelitian kuantitatif dan kualitatif," *Jurnal QOSIM: Jurnal Pendidikan Sosial & Humaniora*, vol. 1, no. 1, pp. 13–23, 2023, doi: 10.61104/jq.v1i1.49.
- [9] Y. D. Astanti, I. Soejanto, and I. Berlianty, "Simulasi alur pelayanan rawat jalan (poliklinik) di rumah sakit menggunakan software ProModel," *OPSI*, vol. 13, no. 1, pp. 1–5, 2020, doi: 10.31315/opsi.v13i1.3223.
- [10] A. Adellia and M. T. Safirin, "Perancangan meja lipat multifungsi yang ergonomis menggunakan metode Pahl and Beitz dan Value Engineering pada mahasiswa aktif di daerah Ngawi," *JATI UNIK: Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, vol. 6, no. 2, pp. 26–37, 2023, doi: 10.30737/jatiunik.v6i2.3034.
- [11] I. W. Widana and P. L. Muliani, *Uji Persyaratan Analisis*. Lumajang, Indonesia: Klik Media, 2020.
- [12] P. S. Murdapa, C. D. Indrawati, and T. L. Windyaningrum, "Pemodelan dinamis proses produksi batch satu tahap dalam satu mesin dengan memperhatikan waktu loading dan waktu proses," *Inventory: Industrial Vocational E-Journal on Agroindustry*, vol. 5, no. 1, pp. 34–40, 2024, doi: 10.52759/inventory.v5i1.192.
- [13] R. Linda, M. Meri, H. Fandeli, and D. Hidayat, "Pengukuran waktu baku sebagai dasar pemberian upah insentif di Pabrik Tahu TM Kambang," *Journal of Science and Social Research*,

- vol. 6, no. 3, pp. 813–820, 2023, doi: 10.54314/jssr.v6i3.1491.
- [14] A. S. Ramadhani, “Pengukuran waktu baku dan analisis beban kerja untuk menentukan jumlah optimal tenaga kerja pada proses cetak produk lipstick,” *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, vol. 12, no. 2, pp. 177–188, 2020, doi: 10.22441/oe.2020.v12.i2.004.
- [15] J. Jeremia, C. C. P. Hardiyanto, S. R. Tirtawijaya, C. K. Yandra, and A. Maxwell, “Simulasi sistem rantai pasokan studi kasus produk telepon di PT XYZ dengan ProModel,” *Seminar Nasional Teknik dan Manajemen Industri*, vol. 1, no. 1, pp. 17–23, 2021, doi: 10.28932/sentekmi2021.v1i1.58.
- [16] P. Asih, “Pengukuran efisiensi waktu proses produksi pada setiap stasiun kerja pembuatan keramik model guci ukuran tinggi 80 cm (Studi kasus pada Home Industri Jaya Keramik Yogyakarta),” *Jurnal Rekayasa Industri*, vol. 3, no. 1, pp. 41–50, 2021, doi: 10.37631/jri.v3i1.290.
- [17] Y. Mauluddin, K. Yusup, and E. Lesmana, “Perbaikan lintasan produksi untuk meningkatkan efisiensi dengan menghilangkan bottleneck dan penyeimbangan lintasan pada divisi sewing,” *Seminar Nasional Teknik dan Manajemen Industri*, vol. 1, no. 1, pp. 47–54, 2021, doi: 10.28932/sentekmi2021.v1i1.42.
- [18] A. R. Dwicahyani and B. I. A. Muttaqin, “Peningkatan produktivitas IKM melalui perbaikan keseimbangan lintasan produksi (Studi kasus: IKM Mebel di Solo),” *Jurnal SENOPATI*, vol. 2, no. 1, pp. 51–57, 2020, doi: 10.31284/j.senopati.2020.v2i1.1166.