LAPORAN TUGAS ACTIVITY 7

Pemodelan Simulasi (B)

Conveyor and Processing Problem

Dosen: Prof. Dr. Ir. Joko Lianto Buliali, M.Sc.

Penyusun:

Hans Sanjaya Yantono   5025231034   Hadir
Ahmad Muqorrobin   5025231254   Hadir
Muhammad Faisal Rafi   5025231295   Hadir

DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA CERDAS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

Conveyor and Processing Problem (Mayoritas NRP Genap)

Gambaran Simulasi:

A small manufacturing system consisting of a conveyor and a processing tool. Raw parts arrive at regular intervals, move along a conveyor, and are processed by a single machine before being sent out of the system. Parts arrive every 5 minutes (deterministic arrival). The conveyor transports each part to the machine; the conveyor travel is 1 minute (deterministic arrival). The machine processes each part for a normally distributed time with: mean = 4 minutes, Standard deviation = 1 minute. The system runs for 12 hours. The machine can only process one part at a time. If the machine is busy, arriving parts must wait in a queue before processing.

Task:
1. Report the average queue length before the machine
2. Report the average processing time per part
3. Repost the number of parts completed by the end of simulation

Sebuah sistem manufaktur kecil terdiri dari sebuah *conveyor* dan sebuah alat pemrosesan. Suku cadang mentah tiba secara berkala, bergerak di sepanjang conveyor, dan diproses oleh satu mesin sebelum dikirim keluar dari sistem. Suku cadang tiba setiap 5 menit secara deterministik. *Conveyor* mengangkut setiap suku cadang ke mesin; waktu tempuh *conveyor* adalah 1 menit secara deterministik. Mesin memproses setiap suku cadang dengan waktu yang berdistribusi normal dengan: rata-rata = 4 menit, Standar deviasi = 1 menit. Sistem berjalan selama 12 jam. Mesin hanya dapat memproses satu suku cadang pada satu waktu. Jika mesin sedang sibuk, suku cadang yang tiba harus menunggu dalam antrian sebelum diproses.

Tugas:
1. Laporkan rata-rata panjang antrian sebelum mesin
2. Laporkan rata-rata waktu pemrosesan per suku cadang
3. Laporkan jumlah suku cadang yang selesai pada akhir simulasi

Bentuk Simulasi Dan Pendefinisian Pada 'JaamSim'

Struktur Model ("*A small manufacturing system consisting of a conveyor and a processing tool. Raw parts arrive at regular intervals, move along a conveyor, and are processed by a single machine before being sent out of the system.***"):**

Conveyor And Processing Problem

1970-Jan-01 12:00:00.000
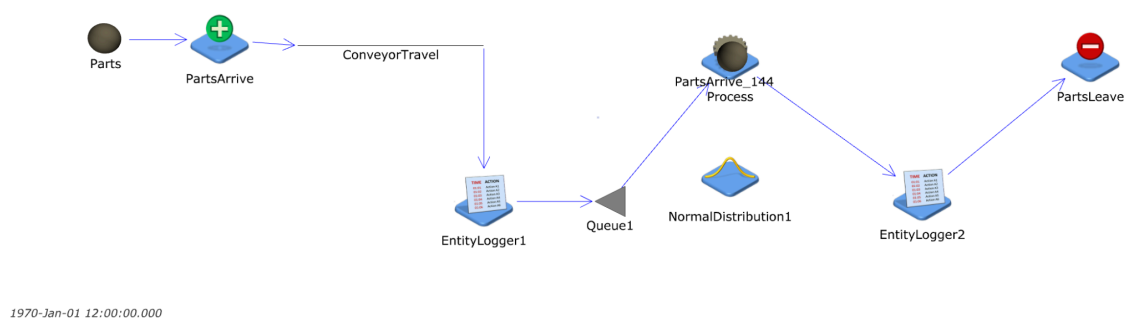
"Parts arrive every 5 minutes (deterministic arrival)":

Input Editor - PartsArrive			
Key Inputs Options Thresholds Maintenance Format Graphics			
Keyword	**Default**	**Value**	
Name	*None*	PartsArrive	
Description	*None*		
NextComponent	*None*	ConveyorTravel	
FirstArrivalTime	0.0 h		
InterArrivalTime	2.77777777777...	5 min	▼
EntitiesPerArrival	1		
PrototypeEntity	*None*	Parts	
BaseName	*Generator Name*		
MaxNumber	*Infinity*		
InitialNumber	0		

"The conveyor transports each part to the machine; the conveyor travel is 1 minute (deterministic arrival)":

Input Editor - ConveyorTravel			
Key Inputs Options Thresholds Maintenance Format Graphics			
Keyword	**Default**	**Value**	
Name	*None*	ConveyorTravel	
Description	*None*		
NextComponent	*None*	EntityLogger1	
TravelTime	0.0 h	1 min	▼
Length	0.0 m		
EntitySpace	0.0 m		
AccumulationLength	0.0 m		
Accumulating	FALSE		
MaxValidNumber	10000		

"The machine processes each part for a normally distributed time with: mean = 4 minutes, Standard deviation = 1 minute.":

Input Editor - NormalDistribution1 ×

Key Inputs | Options | Graphics

Keyword	Default	Value
Name	*None*	NormalDistribution1
Description	*None*	
UnitType	*None*	TimeUnit
RandomSeed	*None*	1
MinValue	-Infinity h	0 min
MaxValue	Infinity h	
Mean	0.0 h	4 min
StandardDeviation	2.77777777777...	1 min

Input Editor - Process ×

Key Inputs | Options | Thresholds | Maintenance | Format | Graphics

Keyword	Default	Value
Name	*None*	Process
Description	*None*	
NextComponent	*None*	PartsLeave
WaitQueue	*None*	Queue1
Match	*None*	
SelectionCondition	*None*	
NextEntity	*None*	
WatchList	*None*	
ServiceTime	0.0 h	NormalDistribution1

"The system runs for 12 hours.":

Input Editor - Simulation ×

Key Inputs | Options | Multiple Runs

Keyword	Default	Value
Name	*None*	Simulation
Description	*None*	'Simulation run control inputs'
RunDuration	8760.0 h	12 h
InitializationDuration	0.0 h	
ExitAtStop	FALSE	
GlobalSubstreamSeed	*this.ReplicationNu*	
PrintReport	FALSE	
ReportDirectory	*Configuration*	
RunOutputList	*None*	
RunParameterList	*None*	

"The machine can only process one part at a time. If the machine is busy, arriving parts must wait in a queue before processing.":

Conveyor And Processing Problem

1970-Jan-01 12:00:00.000
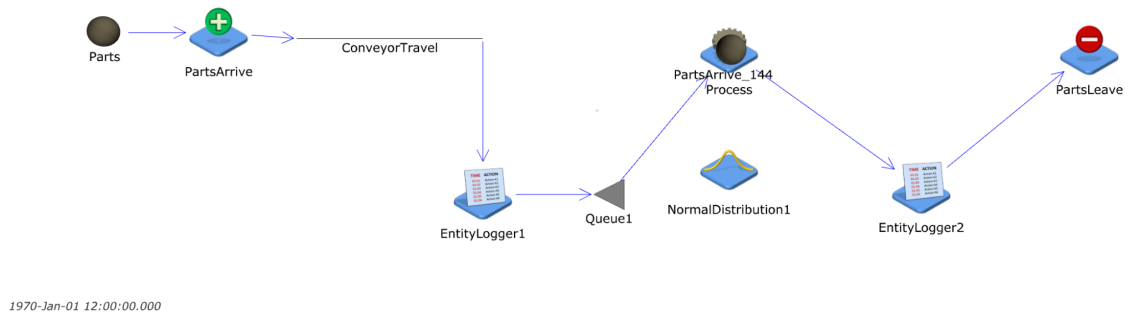
Pengaturan EntityLogger1 dan EntityLogger2 Untuk Proses Analisa:

Input Editor - EntityLogger1 ✕

Key Inputs Options Graphics

Keyword	Default	Value
Name	*None*	EntityLogger1
Description	*None*	
DataSource	*None*	{ 'this.SimTime/1[h] * 3600' }
SeparateFiles	FALSE	
IncludeInitialization	TRUE	
StartTime	0.0 h	
EndTime	Infinity h	
NextComponent	*None*	Queue1
TraceEntityStates	FALSE	

Input Editor - EntityLogger2 ✕

Key Inputs Options Graphics

Keyword	Default	Value
Name	*None*	EntityLogger2
Description	*None*	
DataSource	*None*	{ 'this.SimTime/1[h] * 3600' } { '[Process].ServiceTime/1[h] * 3600' }
SeparateFiles	FALSE	
IncludeInitialization	TRUE	
StartTime	0.0 h	
EndTime	Infinity h	
NextComponent	*None*	PartsLeave
TraceEntityStates	FALSE	

Laporan Analisa Tugas

1. Report the average queue length before the machine:

Berdasarkan EntityLogger,

Activity7-EntityLogger1.log

```
Simulation     SoftwareName    JaamSim -
Simulation     SoftwareVersion 2025-08 -
Simulation     ConfigurationFile      D:\JaamSim\Activity7.cfg
Simulation     ScenarioNumber  1.0     -
Simulation     ScenarioIndex   { 1 }   -
Simulation     ReplicationNumber       1.0     -
Simulation     RunNumber       1.0     -
Simulation     RunIndex        { 1 }   -
Simulation     PresentTimeAndDate      Nov 01, 2025 17:33      -
Simulation     PresentSimulationTime   0.0     h
Simulation     RunDuration     12.0    h
Simulation     InitializationDuration  0.0     h

this.SimTime/1[h]       this.obj        this.SimTime/1[h] * 3600
0.016666666666666666    PartsArrive_1   60.0
0.1     PartsArrive_2   360.0
0.18333333333333332     PartsArrive_3   660.0
0.26666666666666666     PartsArrive_4   960.0
0.35    PartsArrive_5   1260.0
0.43333333333333335     PartsArrive_6   1560.0
0.5166666666666667      PartsArrive_7   1860.0000000000002
0.6     PartsArrive_8   2160.0
0.6833333333333333      PartsArrive_9   2460.0
0.7666666666666667      PartsArrive_10  2760.0
0.85    PartsArrive_11  3060.0
0.9333333333333333      PartsArrive 12  3360.0
```


Activity7-EntityLogger2.log

```
Simulation     SoftwareName    JaamSim -
Simulation     SoftwareVersion 2025-08 -
Simulation     ConfigurationFile      D:\JaamSim\Activity7\Activity7.cfg      -
Simulation     ScenarioNumber  1.0     -
Simulation     ScenarioIndex   { 1 }   -
Simulation     ReplicationNumber       1.0     -
Simulation     RunNumber       1.0     -
Simulation     RunIndex        { 1 }   -
Simulation     PresentTimeAndDate      Nov 10, 2025 18:12      -
Simulation     PresentSimulationTime   0.0     h
Simulation     RunDuration     12.0    h
Simulation     InitializationDuration  0.0     h

this.SimTime/1[h]       this.obj        this.SimTime/1[h] * 3600        [Process].ServiceTime/1[h] * 3600
0.09557320305555556     PartsArrive_1   344.063531      220.38481551038728
0.1631227172222222      PartsArrive_2   587.241782      232.320453544766
0.22473661055555555     PartsArrive_3   809.051798      206.67389791806966
0.33542661583333333     PartsArrive_4   1207.535817     328.09569855372695
0.40454423638888887     PartsArrive_5   1456.3592509999999      252.00758760770302
0.49630735611111104     PartsArrive_6   1786.7064819999998      295.8367070818273
0.5812443033333333      PartsArrive_7   2092.479492     157.48421189467018
0.6622936616666666      PartsArrive_8   2384.257182     227.86010264608154
0.7473746127777777      PartsArrive_9   2690.548606     294.5316781924275
0.8153675269444445      PartsArrive_10  2935.323097     351.6708162184125
0.9533415097222222      PartsArrive_11  3432.029435     274.31752804859235
0.9805381325    PartsArrive_12  3529.937277     271.61073160003656
1.0712882722222223      PartsArrive_13  3856.6377800000005      316.4059433276682
1.1626458966666666      PartsArrive_14  4185.5252279999995      278.93912340143874
1.2494540030555554      PartsArrive_15  4498.034411     164.50338162539052
1.3134902977777776      PartsArrive_16  4728.565071999999       285.02880915137496
1.4088594519444442      PartsArrive_17  5071.894026999999       243.7453204162314
1.5237211941666666      PartsArrive_18  5485.396299     339.05946657325967
```

Cara Pemrosesan:

Rata-rata Panjang Antrean

Metode 1, Berdasarkan Weighted Sum:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/17FoV1xIfJ_l8SZCvmp5M_1M9ByFqxS5z/edit?usp=sharing&ouid=10242684536438106347&rtpof=true&sd=true

No	Time Interval (detik)		Duration (d)	Queue Length (L(t))	d x L(t)
	Analisa Queue Length (Metode 1)				
	Awal	Akhir			
1	0	3360	3360	0	0
2	3360	3432.029435	72.029435	1	72.029435
3	3432.029435	5460	2027.970565	0	0
4	5460	5485.396299	25.396299	1	25.396299
5	5485.396299	10860	5374.603701	0	0
6	10860	10906.83854	46.838543	1	46.838543
7	10906.83854	15960	5053.161457	0	0
8	15960	16023.20713	63.207133	1	63.207133
9	16023.20713	16260	236.792867	0	0
10	16260	16371.54739	111.547385	1	111.547385
11	16371.54739	18960	2588.452615	0	0
12	18960	18980.44236	20.442362	1	20.442362
13	18980.44236	19860	879.557638	0	0
14	19860	19906.78549	46.785486	1	46.785486
15	19906.78549	22860	2953.214514	0	0
16	22860	22860.03581	0.0358089999	1	0.0358089999
17	22860.03581	25260	2399.964191	0	0
18	25260	25314.62629	54.626286	1	54.626286
19	25314.62629	25560	245.373714	0	0
20	25560	25627.12286	67.122861	1	67.122861
21	25627.12286	25860	232.877139	0	0
44	40860	40960.53886	100.538859	1	100.538859
45	40960.53886	41160	199.461141	0	0
46	41160	41204.82456	44.824555	1	44.824555
47	41204.82456	42660	1455.175445	0	0
48	42660	42679.54505	19.545054	1	19.545054
49	42679.54505	43200	520.454946	0	0

Weighted Sum (Total d x L(t))	1140.068766
Average Queue Length (Weighted Sum/Total waktu) (No 1)	0.02639048069

Metode 2, Berdasarkan Hukum Little.

Hukum Little: $L\_q = lambda * W\_q$

L_q = Rata-rata Panjang Antrean (yang kita cari).

lambda = Rata-rata tingkat kedatangan (part per detik).

W_q = Rata-rata Waktu Tunggu di Antrean (detik per part).

Kita bisa menghitung lambda dan W_q dari log.

https://docs.google.com/spreadsheets/d/17FoV1xIfJ_l8SZCvmp5M_1M9ByFqxS5z/edit?usp=sharing&ouid=10242684536438106347&rtpof=true&sd=true

Analisa Queue Length (Metode 2)	
Rata-rata Panjang Antrean	
Hukum Little: L_q = lambda * W_q	
L_q = Rata-rata Panjang Antrean (yang kita cari).	
lambda = Rata-rata tingkat kedatangan (part per detik).	
W_q = Rata-rata Waktu Tunggu di Antrean (detik per part).	
lambda = 144 part / 43200 detik =	0.003333333333
W_q =	7.917144208
L_q =	0.02639048069
Average Queue Length (Weighted Sum/Total waktu) (No 1)	0.02639048069

Hitung W_q (Average Queue Time):

W_q = Total_WaktuTunggu(n)/banyak part.

Jika waktu sampai antrian (WaktuSampai(n)) lebih cepat (<) dari waktu part sebelumnya selesai diproses (WaktuSelesai(n-1)), maka WaktuTunggu(n) = WaktuSelesai(n-1) - WaktuSampai(n), selain itu maka tidak mengantri WaktuTunggu(n) = 0.

Proses Perhitungan :

Untuk Part 1:

WaktuSampai(1) = 60 s

WaktuSelesai(0) = 0 s

WaktuSampai(1) > WaktuSelesai(0)

WaktuTunggu(1) = 0 s (tidak menunggu)

…

Untuk Part 12:

WaktuSampai(12) = 3360 s

WaktuSelesai(11) = 3432.029435 s

WaktuSampai(12) < WaktuSelesai(11)

WaktuTunggu(12) = WaktuSelesai(11) - WaktuSampai(12)

WaktuTunggu(12) = 3432.029435 s - 3360 s = 72.029435 s

Hasil:

Analisa Queue Time			No	Queue Time
No	Queue Time		123	0
1	0		124	0
2	0		125	0
3	0		126	0
4	0		127	0
5	0		128	14.179695
6	0		129	0
7	0		130	0
8	0		131	0
9	0		132	0
10	0		133	0
11	0		134	0
12	72.029435		135	0
13	0		136	0
14	0		137	100.538859
15	0		138	44.824555
16	0		139	0
17	0		140	0
18	0		141	0
19	25.396299		142	0
20	0		143	19.545054
			144	0

Total QT (No 1)	1140.068766	sec
	19.0011461	min
	0.3166857683	hour

Average QT (No 1)	7.917144208	sec
	0.1319524035	min
	0.002199206725	hour

W_q = 1140.068766 s / 144 part = 7.917144208 s

Hitung lambda (Tingkat Kedatangan): 144 part tiba di EntityLogger1 selama 12 jam (43200 detik).

lambda = 144 part / 43200 detik = 0.00333... part/detik

L_q = lambda * W_q = 144 part / 43200 detik * 7.917144208 s = 0.02639048069

Cross Check Berdasarkan Output Viewer di Queue,

Output	Value
QueueLength	0
QueueList	{}
QueueTimes	{}
PriorityValues	{}
MatchValues	{}
QueueLengthAverage	0.0263905
QueueLengthStandardD..	0.160294
QueueLengthMinimum	0
QueueLengthMaximum	1
QueueLengthTimes	{11.6833[h], 0.316686[h]}
QueueLengthFractions	{0.973610, 0.0263905}
QueueLengthCumulativ...	{0.973610, 1.00000}
AverageQueueTime	0.00219921 h
MatchValueCount	0
UniqueMatchValues	{}
MatchValueCountMap	{}
MatchValueMap	{}
NumberReneged	0
QueuePosition	-1
Input Values	
StateAssignment	""

Output Viewer - Queue1

QueueLengthAverage = 0.0263905. Artinya, secara rata-rata, panjang antrian sebelum mesin adalah 0.0263905 part. Nilai yang sangat kecil ini menunjukkan bahwa antrian hampir selalu kosong.

AverageQueueTime = 0.00219921 h. Artinya, secara rata-rata, waktu tunggu setiap part di dalam antrian adalah 0.00219921 jam.

Kesimpulan: Setelah melakukan cross check dengan analisis EntityLogger 1 dan 2 didapatkan kesamaan jawaban sehingga dapat disimpulkan panjang antrian sebelum mesin adalah **0.02639048069 part.** Dengan Rata-rata Waktu Tunggu **0.002199206725 jam**. Ini sama persis dengan **QueueLengthAverage = 0.0263905 dan AverageQueueTime= 0.00219921 h.**

2. Report the average processing time per part:
Berdasarkan EntityLogger,

Cara Pemrosesan:

Karena menggunakan '[Process].ServiceTime/1[h] * 3600' di Entity_logger_2 terjadi error dan malah dihasilkan angka random lain yang tidak menunjukan lama proses tiap part, kita bisa memanfaatkan Waktu Tunggu yang sebelumnya kita catat.

WaktuKeluarProses(n) = WaktuSampai(n) + WaktuTunggu(n) + WaktuProses(n)

sehingga:

WaktuProses(n) = WaktuKeluarProses(n) - WaktuSampai(n) - WaktuTunggu(n).

Perhitungan (Contoh):

- Untuk Part 1:
  - WaktuKeluarProses(1) = 344.063531 s
  - WaktuSampai(1) = 60 s
  - WaktuTunggu(1) = 0 s
  - WaktuProses(n) = WaktuKeluarProses(n) - WaktuSampai(n) - WaktuTunggu(n)
  - WaktuProses(1) = 344.0635 s - 60 s - 0 s = 284.063531 s
- Untuk Part 2:
  - WaktuKeluarProses(2) = 587.241782 s
  - WaktuSampai(2) = 360 s
  - WaktuTunggu(2) = 0 s
  - WaktuProses(2) = 587.241782 s - 360 s - 0 s = 227.241782 s
- ...
- Untuk Part 12:
  - WaktuKeluarProses(12) = 3529.937277 s
  - WaktuSampai(12) = 3360 s
  - WaktuTunggu(12) = 72.029435 s
  - WaktuProses(12) = 3529.937277 s - 3360 s - 72.029435 s = 97.907842 s

Hasil:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/17FoV1xIfJ_l8SZCvmp5M_1M9ByFqxS5z/edit?usp=sharing&ouid=10242684536438106347&rtpof=true&sd=true

Entity Logger 2 (Setelah Selesai Proses)				Entity Logger 1 (Sebelum Masuk Antrian)				Analisa Queue Time	
this.SimTime/1[h] * 3600	[Process].ServiceTime/1[h] * 3600 (Error Kerena JaamSim)	[Process].ServiceTime * 3600 / 1[h] Revised		No	this.SimTime/1[h]	this.obj	this.SimTime/1[h] * 3600	No	Queue Time
344.063531	220.3848155	284.063531		1	0.01666666667	PartsArrive_1	60	1	0
587.241782	232.3204535	227.241782		2	0.1	PartsArrive_2	360	2	0
809.051798	206.6738979	149.051798		3	0.1833333333	PartsArrive_3	660	3	0
1207.535817	328.0956986	247.535817		4	0.2666666667	PartsArrive_4	960	4	0
1456.359251	252.0075876	196.359251		5	0.35	PartsArrive_5	1260	5	0
1786.706482	295.8367071	226.706482		6	0.4333333333	PartsArrive_6	1560	6	0
2092.479492	157.4842119	232.479492		7	0.5166666667	PartsArrive_7	1860	7	0
2384.257182	227.8601026	224.257182		8	0.6	PartsArrive_8	2160	8	0
2690.548606	294.5316782	230.548606		9	0.6833333333	PartsArrive_9	2460	9	0
2935.323097	351.6708162	175.323097		10	0.7666666667	PartsArrive_10	2760	10	0
3432.029435	274.317528	372.029435		11	0.85	PartsArrive_11	3060	11	0
3529.937277	271.6107316	97.907842		12	0.9333333333	PartsArrive_12	3360	12	72.029435
3856.63778	316.4059433	196.63778		13	1.016666667	PartsArrive_13	3660	13	0

Setelah melakukan perhitungan ini untuk semua 144 part yang selesai, menjumlahkan semua WaktuProses(n), lalu membaginya dengan 144.

Total Waktu Proses = 33436.98726 s = 557.283121 min = **9.288052017 h**

Rata-rata waktu proses tiap part = 33436.98726 s / 144 = 232.2013004 s = 3.870021674 min = **0.06450036123 h**

Cross Check Berdasarkan Output Viewer Process:

Output	Value
Output	**Value**
Orientation	0.0 0.0 0.0 [deg]
Alignment	0.0 0.0 0.0
Show	true
GraphicalLength	1.00000 m
ObserverList	{}
NextList	{[EntityLogger2]}
PreviousList	{[Queue1]}
EntityReferenceList	{[EntityLogger2], [Queue1], [NormalDistribution1]}
StateEntity	
State	"Idle"
WorkingState	false
WorkingTime	9.28805 h
StateTimes	{"Idle"=2.71195[h], "Working"=9.28805[h]}
TotalTime	12.0000 h
AbstractStateUserEntity	
Idle	true
Working	false
Setup	false
Setdown	false
Maintenance	false
Breakdown	false
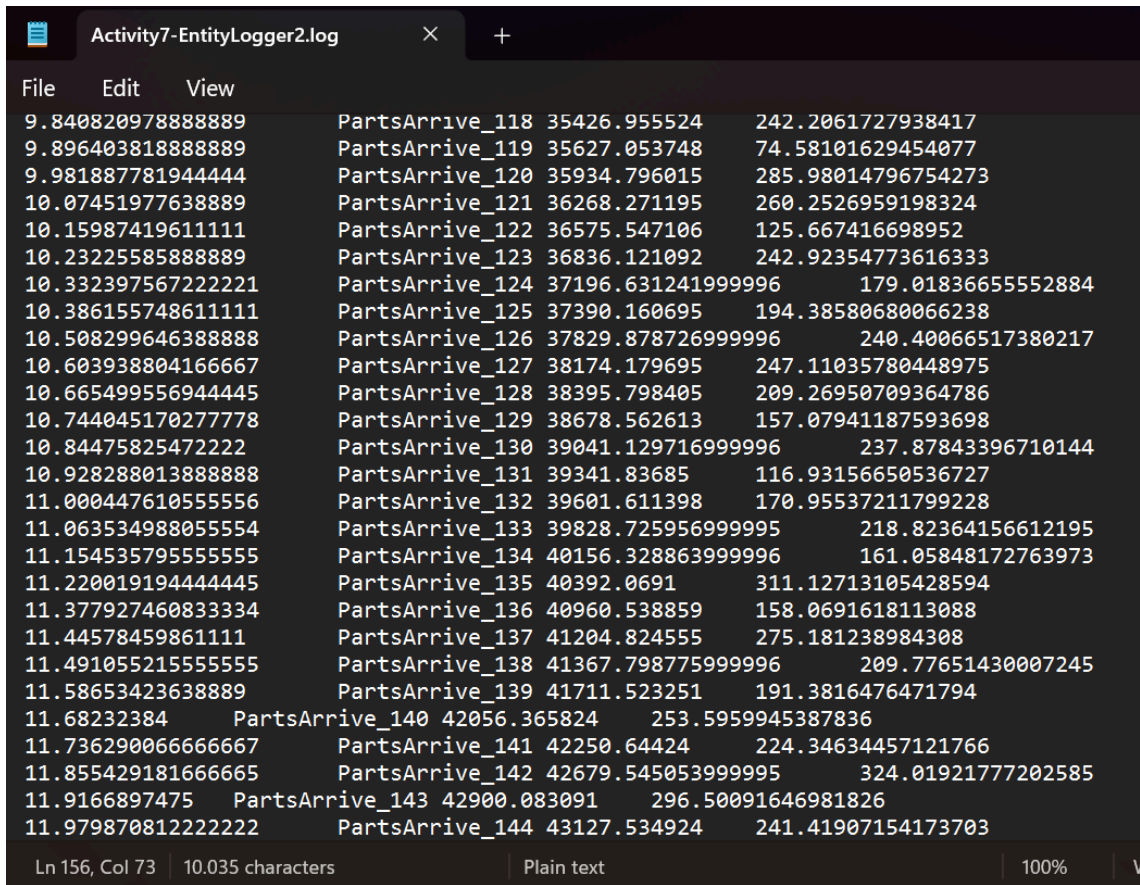
WorkingTime = **9.28805 h.** Artinya adalah Total Waktu Proses yang berjalan adalah 9.28805 jam. Sehingga bisa didapatkan Rata-rata waktu pemrosesan per part yaitu 9.28805 jam / 144 part = **0.06450034722 h.**

Kesimpulan: Setelah melakukan cross check dengan analisis EntityLogger 1 dan 2 didapatkan kesamaan jawaban sehingga dapat disimpulkan Total Waktu Proses adalah **9.288052017 h**. Dengan Rata-rata waktu proses tiap part **0.06450036123 h.** Ini sama persis dengan **WorkingTime = 9.28805 h dan berbeda sedikit karena pembulatan dengan rata-rata waktu pemrosesan per part yaitu 9.28805 jam / 144 part = 0.06450034722 h.**

3. Repost the number of parts completed by the end of simulation
Berdasarkan EntityLogger2,
Cara Pemrosesan:

Hasil: Berdasarkan EntityLogger2, hanya ada terdapat 144 parts (suku cadang) yang menyelesaikan proses.

Cross Check Berdasarkan Output Viewer PartsLeave:

Output	Value
Orientation	0.0 0.0 0.0 [deg]
Alignment	0.0 0.0 0.0
Show	true
GraphicalLength	1.00000 m
ObserverList	{}
NextList	{}
PreviousList	{[EntityLogger2]}
EntityReferenceList	{}
StateEntity	
State	"None"
WorkingState	false
WorkingTime	0.00000 h
StateTimes	{"None"=12.0000[h]}
TotalTime	12.0000 h
LinkedComponent	
obj	[PartsArrive_144]
NumberAdded	144
NumberProcessed	144
NumberInProgress	0
ProcessingRate	0.00333333 /s
ReleaseTime	11.9799 h

NumberAdded = 144. Artinya berarti 144 entitas (parts) telah tiba di objek PartsLeave. Jumlah total parts yang telah menyelesaikan semua stasiun kerja dalam model dan sampai di pintu keluar.

NumberProcessed = 144. Artinya berarti 144 entitas (parts) telah dihilangkan dari simulasi oleh objek PartsLeave.

Kesimpulan: Karena hasil crosscheck menunjukan hasil yang sama, dengan demikian dapat disimpulkan jumlah suku cadang yang selesai pada akhir simulasi ada **144 suku cadang.**