

SIMULASI TEKNIK PENANGANAN MATERIAL SISTEM PRODUKSI SECARA MANUAL DAN OTOMATIS BERBASIS *AUTOMATIC GUIDED VEHICLE (AGV)*

Ardian Ari Budi Sulistyono, Andi Sudiarso

Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta 55281 Telp. 0274-521673

Email : ardian.ari.b.s@mail.ugm.ac.id, a.sudiarso@ugm.ac.id

Abstrak

PT X merupakan industri yang bergerak di bidang tekstil, yang memiliki beberapa divisi, salah satunya tersebut adalah Unit Spinning 2. Kegiatan Unit Spinning 2 adalah memproduksi kapas dan polyester menjadi benang. Sistem produksi yang diterapkan pada unit ini adalah batch production. Sistem penanganan material yang ada memiliki beberapa permasalahan, salah satunya adalah teknik penanganan material yang bersifat manual, sedangkan jarak tempuh dari mesin ring spinning ke winder yang jauh dan beban untuk mendorong yang berat, hal ini menyebabkan pengiriman material kadangkala terlambat, sehingga sistem produksi menjadi kurang efisien.

Makalah ini bertujuan untuk membangun sebuah model yang mampu merepresentasikan kinerja unit spinning 2, kemudian mengembangkan sebuah model penanganan material otomatis dengan sistem Automatic Guided Vehicle (AGV). Perbandingan sistem penanganan material dilakukan dengan cara membandingkan sistem perpindahan material secara manual dengan model AGV dari segi kapasitas produksi dan ekonomi.

Hasil simulasi model awal menghasilkan nilai kapasitas produksi sebesar 3650,67 bal benang per bulan. Hasil ini akan dilakukan beberapa uji validasi dengan metode F-Test, T-Test, dan Chi Square. Kemudian dibangun beberapa skenario yang bertujuan untuk meningkatkan produksi yang efektif dan efisien. Hasil skenario yang feasible yaitu perpindahan material dengan menggunakan 3 unit AGV dan 1 unit AGV sebagai cadangan. Skenario ketiga mampu meningkatkan kapasitas produksi sebesar 0,16% per bulan dan nilai Internal Rate of Return (IRR) sebesar 7,8% serta Pay Back Period (PBP) tercapai setelah 7,83 tahun.

Kata kunci : batch production; simulasi penanganan material; Automatic Guided Vehicle (AGV); Internal Rate of Return; Pay Back Period

Pendahuluan

Penelitian ini berlokasi di PT X. PT X adalah salah satu pabrik tekstil terbesar di daerah Sukoharjo. Sistem produksi yang diterapkan yaitu *batch production*, material akan diproses dan dipindahkan dengan kapasitas tertentu berdasarkan wawancara dengan Kepala Divisi dan Kepala Bagian unit *Spinning 2*, rata-rata jumlah karyawan tiap bulan mengalami penurunan. Penurunan paling banyak terjadi pada karyawan perpindahan material, sehingga sering terjadi masalah dalam pengiriman material. Permasalahan yang sering terjadi antara lain:

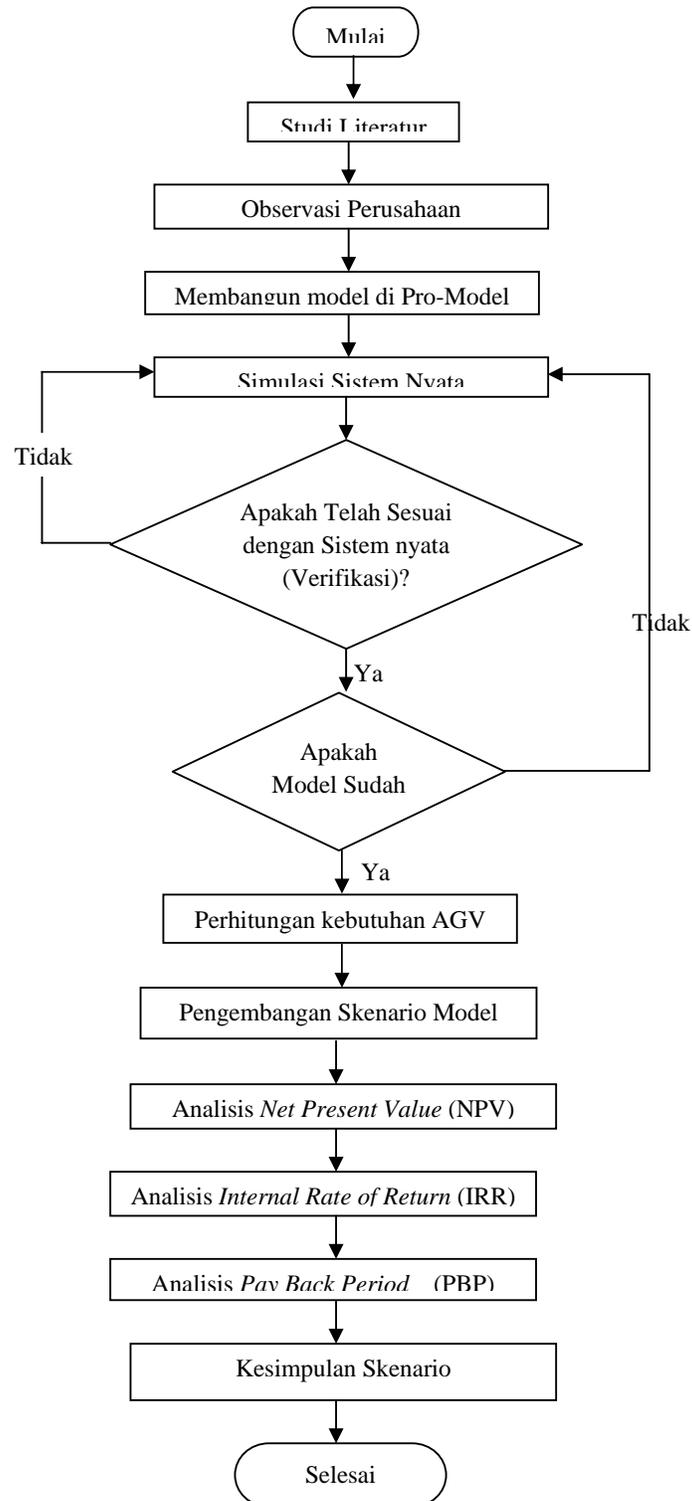
- lokasi antara stasiun kerja mesin *ring spinning* dengan mesin *winder* yang jauh, sehingga perpindahan materialnya membutuhkan waktu yang lebih lama,
- beban material yang didorong oleh operator terlalu berat, hal ini menyebabkan operator cepat mengalami kelelahan.

Jika jumlah karyawan perpindahan material sedikit, jarak perpindahan material terlalu jauh dan beban operator untuk mendorong terlalu besar, hal ini dapat menyebabkan operator mudah lelah, sehingga pengiriman materialnya sering terlambat. Ketika material yang dikirim terlambat, dapat menyebabkan penurunan kapasitas produksi. Selain itu, jenis pekerjaan perpindahan material merupakan pekerjaan yang sifatnya *repetitive*, yaitu pekerjaan berulang dengan selang waktu yang sama. Jenis pekerjaan *repetitive* dapat menyebabkan karyawan lebih cepat merasa bosan, ketika karyawan cepat bosan dapat menyebabkan cepat lelah. Akibatnya, transfer material ke stasiun berikutnya mengalami keterlambatan. Salah satu alternatif untuk mengatasi masalah ini dengan teknik penanganan material bersifat otomatis.

Pada penelitian ini bertujuan untuk mensimulasikan teknik penanganan material berbasis AGV dalam meningkatkan efisiensi produksi. Oleh karena itu, hasil keseluruhan dari penelitian ini diharapkan dapat berguna bagi kalangan dunia pendidikan dan industri tekstil di Indonesia.

Metode Penelitian

Gambar 1 menunjukkan diagram alir yang dijalankan pada penelitian ini.



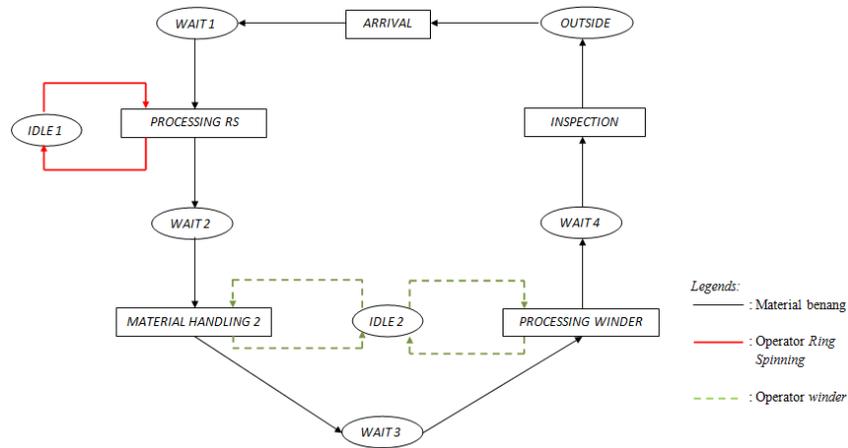
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan observasi dan wawancara dengan Kepala Divisi dan Kepala Bagian unit *Spinning 2*, rata-rata jumlah karyawan tiap bulan mengalami penurunan, sehingga sering terjadi masalah dalam pengiriman material terutama pada produksi *Back*. Permasalahan yang sering terjadi pada produksi *Back* antara lain:

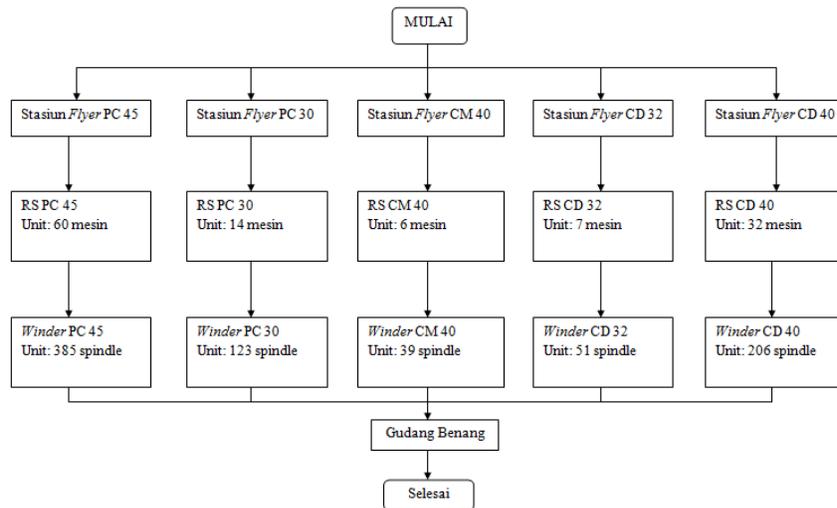
- a. lokasi antara stasiun kerja mesin *Ring Spinning* dengan *Winder* yang jauh, sehingga perpindahan material butuh waktu yang lebih lama,
- b. tidak adanya karyawan yang khusus bertugas sebagai *supply cop* ke stasiun *winder*, sehingga sering mengakibatkan tidak adanya *supply cop* ke stasiun *winder*.

Berdasarkan permasalahan tersebut, simulasi dan analisis perpindahan material dilakukan pada produksi *back*. Model yang akan dibangun di Pro-Model dapat dijelaskan pada Gambar 2 yaitu *Activity Cycle Diagram* (ACD) produksi *Back* pada unit *Spinning 2*.

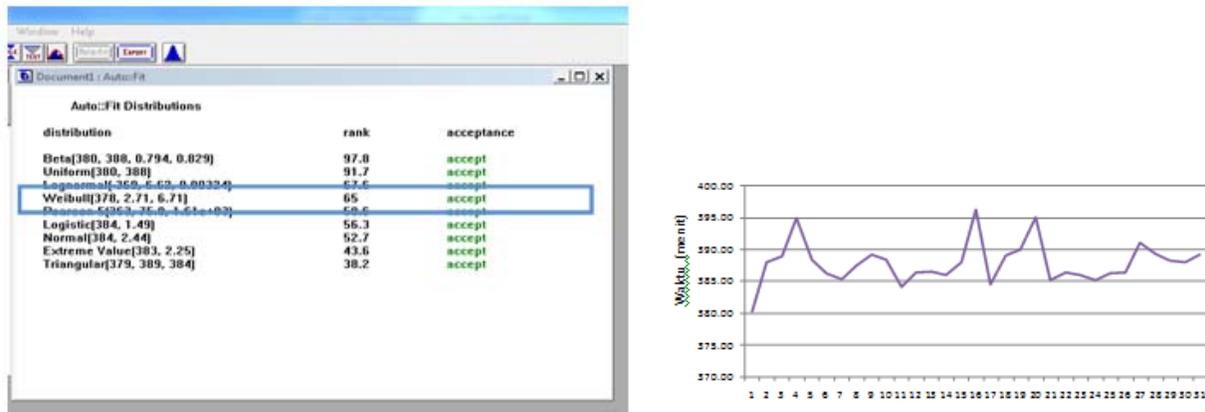


Gambar 2. *Activity Cycle Diagram* (ACD)

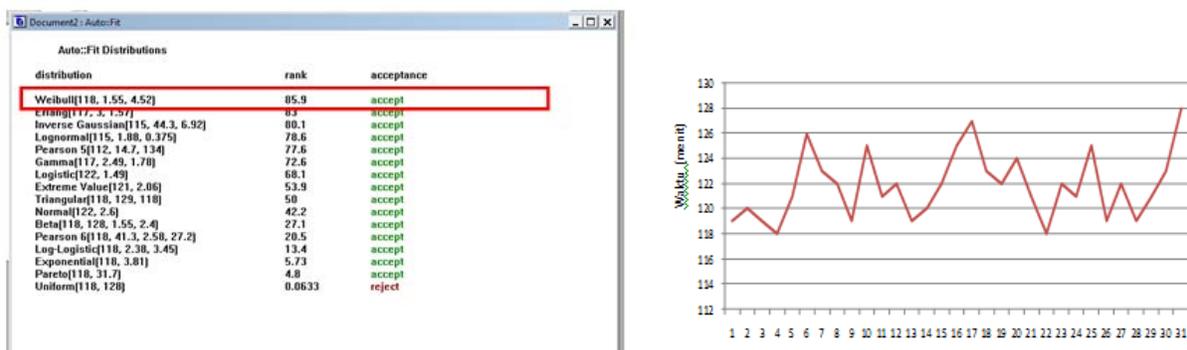
Gambar 2 merupakan siklus proses produksi spinning 2 (Produksi *Back*). Siklus ini diawali dari kedatangan material *Roving* di mesin RS (*Ring Spinning*), hasil dari RS berupa benang cop. Benang cop dikirim ke mesin *winder* oleh operator dengan menggunakan kereta dorong, selanjutnya benang cop akan diproses di mesin *winder*. Hasil dari mesin *winder* adalah benang *cone*. Kemudian benang *cone* akan dilakukan inspeksi dan jika benang *cone* lolos inspeksi akan dikirim ke gudang. Pada simulasi perpindahan material ini, akan disimulasikan dan dilakukan analisis perpindahan material dari mesin *ring spinning* ke mesin *winder*. Perpindahan material yang awalnya secara manual yaitu perpindahan material menggunakan kereta dorong, akan diganti dengan sistem *Automatic Guided Vehicle* (AGV). Gambar 3 berikut merupakan *Flow Chart* simulasi yang dijalankan.



Gambar 3. *Flow Chart* simulasi

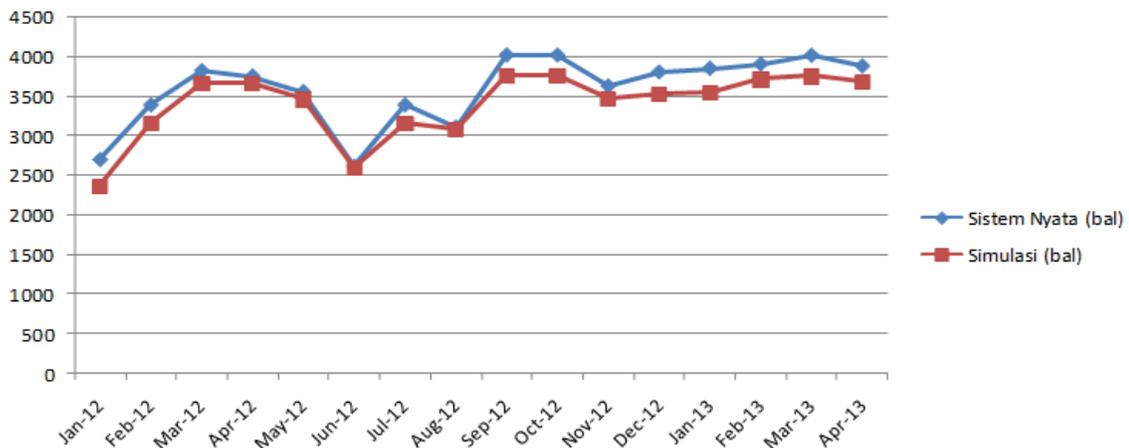


Gambar 4. Waktu proses produksi mesin Ring Spinning



Gambar 5. Waktu proses produksi mesin Winder

Berdasarkan StatFit, waktu proses produksi di Ring Spinning mengikuti distribusi Weibull, seperti yang ditunjukkan Gambar 4. Waktu proses produksi di Winder mengikuti distribusi Weibull, seperti yang ditunjukkan Gambar 5. Dari masing-masing distribusi data yaitu distribusi weibull Ring Spinning dan distribusi weibull Winder digunakan sebagai input dalam simulasi dengan software Pro-Model 4.2. Dari hasil simulasi awal yaitu dengan sistem nyata, diketahui bahwa produk yang dihasilkan adalah 662.377,56 kg per bulan atau setara dengan 3.650,67 bal (1 bal =181,44 kg). Produk yang dihasilkan pada model akan dilakukan validasi dengan data kapasitas produksi tahun lalu. Ketika data pada model valid, akan dilakukan analisis perpindahan material dengan sistem Automatic Guided Vehicle (AGV). Verifikasi dilakukan oleh orang yang lebih expert dibidang Pro-Model, dalam hal ini adalah Asisten Laboratorium Pemodelan dan Simulasi Jurusan Teknik Mesin dan Industri. Hasilnya adalah model simulasi telah sesuai dengan flow chart. Gambar 6 menunjukkan pola hasil simulasi dengan Pro-Model 4.2 dan sistem nyata.



Gambar 6. Pola hasil simulasi dan sistem nyata

Validasi dilakukan dengan beberapa uji statistik yaitu: F-Test, T-Test, dan Chi-square. Uji statistik F-Test dilakukan dengan menggunakan *software* Microsoft Excel 2010. Hasil uji F-Test seperti ditunjukkan Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Statistik F-Test

Parameter	Sistem Nyata (bal)	Simulasi (bal)
Observations	16	16
df	15	15
F	1,214666013	
F Critical one-tail	2,403447072	

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian dengan F-Test. Berdasarkan uji F-Test, nilai F hitung = 1,21 < F kritis = 2,40, sehingga data hasil simulasi adalah valid. Berikut Tabel 2 adalah hasil uji statistik *chi-square*.

Tabel 2. Hasil Uji Statistik Chi-Square

<i>Chi-square</i> hitung	22,26
<i>Degree of freedom</i>	15
<i>Level of significant</i>	0,05
<i>Chi-square</i> tabel	25

Berdasarkan perhitungan *chi-square*, nilai *chi-square* = 22,26 < *chi-square* tabel = 25, Sehingga hasil uji dengan *chi-square* dinyatakan valid. Perhitungan nilai T-Test dilakukan dengan *software* Microsoft Excel 2010. Hasil dari perhitungan T-Test seperti ditunjukkan Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Statistik T-Test

Parameter	Sistem Nyata	Simulasi
<i>Observations</i>	16	16
df	30	
t Stat	1,189319954	
t Critical two-tail	2,042272	

Berdasarkan pengujian T-Test, nilai T-Test hitung = 1,19 < T tabel = 2,04 sehingga hasil uji dengan T-Test dinyatakan valid. Berdasarkan ketiga pengujian statistik tersebut, hasil model simulasi dinyatakan valid dengan hasil pada tahun lalu, sehingga bisa dianalisis lebih lanjut untuk mengembangkan beberapa skenario perpindahan material dalam meningkatkan efisiensi produksi. Replikasi model dilakukan dengan *running* model sebanyak 30 kali dengan membandingkan LCI dan HCI pada output Pro-Model.

Tabel 4. Replikasi Model

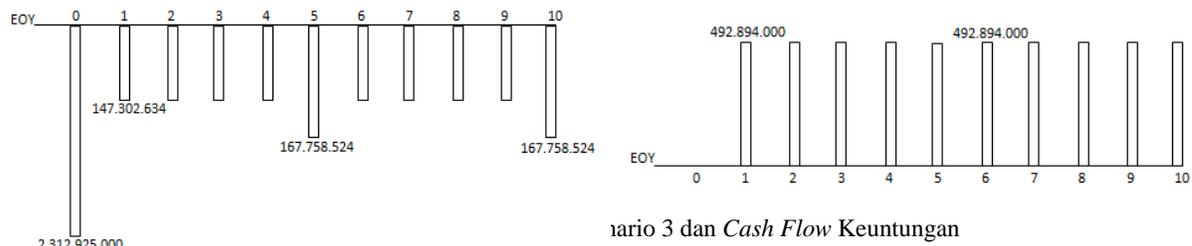
<i>Low Confidence Interval</i>	<i>Mean</i>	<i>High Confidence Interval</i>
3.645,35	3647,41	3.649,47

Berdasarkan Tabel 4, nilai rata-rata = 3647,41 terletak antara LCI dan HCI, dapat disimpulkan bahwa model dapat diterima. Berdasarkan IGNOU (2013), Pengembangan skenario dilakukan dengan tiga cara, yaitu: perpindahan material dengan menggunakan 1 AGV (skenario 1), perpindahan material dengan 2 AGV (skenario 2), dan perpindahan material dengan 3 AGV (skenario 3). Tiap-tiap skenario dilengkapi dengan tambahan 1 AGV sebagai cadangan.

Tabel 5. Hasil masing-masing skenario

Skenario	Hasil	Keterangan
Skenario 1	- 0,05 %	Penurunan
Skenario 2	- 0,02 %	Penurunan
Skenario 3	+ 0,16 %	Peningkatan

Berdasarkan Tabel 5, skenario 3 merupakan skenario yang layak dijalankan karena mengalami peningkatan produksi sebesar 0,16 per bulan. Hasil analisis ekonomi skenario tiga seperti ditunjukkan Gambar 7a dan 7b.



Tabel 6. Net Present Value (NPV)

Model	NPV Cash Flow	NPV Penurunan Produksi	NPV Peningkatan Produksi	Netto NPV
Skenario 1	Rp 1.774.124.524,68	Rp 1.123.455.744,06		Rp (2.897.580.268,74)
Skenario 2	Rp 2.556.536.165,98	Rp 397.181.323,66		Rp (2.953.717.489,64)
Skenario 3	Rp 3.338.947.807,28		Rp 3.353.345.175,44	Rp 14.397.368,16
Model Awal	Rp (1.664.482.345,89)			Rp (1.664.482.345,89)

Tabel 6 menunjukkan nilai NPV dari masing-masing skenario. Skenario 3 memiliki nilai IRR sebesar 7,8% > 7,7%. Sehingga berdasarkan NPN dan IRR skenario 3 layak untuk dijalankan, yaitu mengganti perpindahan material secara manual dengan sistem AGV. Analisis dengan PBP terjadi pada tahun ke-7. *Pay back period* untuk skenario 3 adalah 7,83 tahun atau 7 tahun 10 bulan. Ketika investasi awal skenario 3 dikonversi ke sistem perpindahan material secara manual, investasi awal untuk membeli AGV mampu untuk menggaji karyawan selama 9 tahun. Sementara dengan menggunakan sistem AGV, dengan investasi awal mampu untuk memindahkan material selama umur ekonomis AGV, yaitu 10 tahun sehingga dengan PBP 7,83 tahun kurang dari 9 tahun, skenario 3 layak untuk menggantikan sistem perpindahan material secara manual.

Kesimpulan

Telah berhasil disimulasikan teknik penanganan material di produksi *back* PT X. Hasil simulasi didapatkan *output* yang diverifikasi dan validasi dengan sistem nyata. Verifikasi dilakukan dengan analisis *activity cycle diagram* yang sesuai dengan model di Pro-Model, validasi dilakukan dengan replikasi model sebanyak 30 kali dan dilakukan uji statistik yang terdiri: *F-test*, *T-Test*, dan *Chi-Square*.

Model dikembangkan dengan 3 skenario, yaitu mengubah perpindahan material secara manual dengan sistem otomasi yaitu *Automatic Guide Vehicle* (AGV). Ketiga skenario tersebut antara lain: menggunakan 1 unit AGV (skenario 1), 2 unit AGV (skenario 2) dan 3 unit AGV (skenario 3). Berdasarkan *output* yang didapat, skenario yang ketiga lebih baik karena mampu meningkatkan kapasitas produksi sebesar 0,16% per bulan atau sekitar 5,91 bal per bulan dengan nilai investasi sebesar Rp 2.312.925.000,00. Berdasarkan nilai PBP, investasi akan kembali setelah 7,83 tahun.

Saran

Penelitian ini dikembangkan untuk mengetahui tingkat performansi perpindahan material yang diterapkan oleh PT X. Penelitian berikutnya akan dilakukan pada jenjang S2, yaitu mengimplementasikan AGV dan membandingkan tingkat efisiensi penanganan material dari hasil simulasi Pro-Model dengan penerapan secara langsung AGV di PT X.

Daftar Pustaka

Apple, J.M., 1972, “*Material Handling System Design*”, John Wiley & Sons, Inc., Georgia Institute of Technology, New York.

Giatman, M., 2006, *Ekonomi Teknik*, Rajawali Pers, Jakarta.

Harrell, C., Ghosh, B.K., dan Bowden, R.O., 2012, *Simulation Using ProModel*, 3rd edition, McGraw-Hill, New York

Heizer, J., dan Render, B., 2008, *Operation Management*, Pearson Education, New Jersey.

Meyers, F.E., 1993, *Plant Layout and Material Handling*, Prentice Hall, New Jersey.

Montgomery, D.C., 2002, *Introduction to Statistical Quality Control*, 4th edition, John Wiley & Sons, Inc., Singapore.