

STUDI KOMPARATIF METODE SIMULASI DAN *BILL OF LABOR* (BOLA) PADA ANALISIS KAPASITAS PRODUKSI BERBASIS *ROUGH CUT CAPACITY PLANNING*

Zakka Ugih Rizqi

Magister Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km.14,5, Sleman, Yogyakarta.
Email: ugihzakka@gmail.com

Abstrak

Master Production Schedule (MPS) merupakan salah satu tahapan dalam perencanaan produksi untuk memperkirakan jumlah produk yang harus diproduksi pada periode tertentu dalam bentuk produk individual. Realitanya, target MPS tidak selalu dapat dipenuhi perusahaan mengingat kapasitas produksi yang terbatas sehingga diperlukan metode untuk memvalidasi MPS yaitu dengan *Rough Cut Capacity Planning (RCCP)*. Saat ini banyak metode yang digunakan dalam RCCP salah satunya adalah *Bill of Labor (BOLA)*. Akan tetapi, metode tersebut mengasumsikan sistem bekerja dalam keadaan konstan. Padahal, secara alamiah sistem produksi bersifat probabilistik. Dalam konteks RCCP, belum ada penelitian sebelumnya yang menggunakan metode simulasi. Maka, tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan metode simulasi diskrit menggunakan *Flexsim 19* dalam analisis RCCP yang kemudian dibandingkan dengan metode BOLA untuk melihat perbedaan sekaligus mengetahui metode yang lebih akurat. Studi komparatif dilakukan secara objektif melalui pendekatan statistika. Studi kasus juga diberikan pada perusahaan yang menerapkan kebijakan overtime. Hasil uji *Independent T-Test* dengan tingkat kepercayaan 95% menunjukkan bahwa kedua metode tidak berbeda secara signifikan. Akan tetapi, metode simulasi memberikan hasil yang lebih akurat dibandingkan dengan metode BOLA karena tidak hanya memperhitungkan waktu proses yang probabilistik saja, melainkan juga memperhitungkan waktu perpindahan barang antar stasiun kerja.

Kata kunci: *Bill of Labor, Kapasitas Produksi, RCCP, Simulasi, Statistika*

1. PENDAHULUAN

Perencanaan produksi merupakan hal yang penting dilakukan oleh industri khususnya industri manufaktur saat ini mengingat tanpa perencanaan produksi yang baik, maka risiko terhadap sulitnya memenuhi permintaan *customer* menjadi besar. *Master Production Schedule (MPS)* merupakan salah satu tahapan perencanaan produksi setelah perencanaan agregat dalam sistem MRP II. Menurut Gaspersz (2009), MPS adalah suatu set perencanaan untuk mengidentifikasi jumlah dari item tertentu yang dapat dibuat oleh suatu perusahaan manufaktur. Dengan adanya MPS, perusahaan dapat memperkirakan jumlah produk yang harus diproduksi dalam bentuk produk individual pada periode tertentu yang dibutuhkan oleh bagian produksi di perusahaan.

MPS yang sudah dibuat belum tentu dapat dipenuhi oleh perusahaan karena keterbatasan sumber daya sehingga perlu dilakukan validasi dengan cara melihat apakah kapasitas yang dimiliki perusahaan secara internal mampu memenuhi target MPS yang sudah direncanakan. Kapasitas sendiri dapat diartikan sebagai kemampuan suatu sistem untuk memproduksi sejumlah unit dalam jangka waktu tertentu dengan menggunakan sumber daya yang tersedia (Fogarty dkk., 1991). Teknik untuk memvalidasi MPS disebut *Rough Cut Capacity Planning (RCCP)*. RCCP dapat didefinisikan sebagai proses konversi dari MPS ke dalam kebutuhan kapasitas (masih dalam bentuk kasar) yang berkaitan dengan sumber daya perusahaan (Gasperz, 2009). Dengan adanya RCCP, perusahaan dapat memastikan rencana produksinya berjalan sesuai dengan target yang sudah direncanakan.

Terdapat beberapa metode yang umum diterapkan dalam RCCP yaitu *Capacity Planning Using Overall Factors (CPOF)*, *Bill of Labor Approach (BOLA)*, dan *Resource Profile Approach (RPA)* (Intani, 2018). Metode-metode tersebut mengasumsikan waktu proses pada sistem bersifat konstan. Padahal, secara alamiah waktu proses berbeda untuk setiap unit yang diproduksinya (probabilistik). Salah satu metode yang kelebihannya dapat mengakomodasi permasalahan sistem dalam keadaan ketidakpastian adalah simulasi (Batty dan Torrens, 2001). Dalam konteks RCCP,

belum ada penelitian yang menerapkan metode simulasi. Padahal simulasi merupakan metode yang fleksibel sekaligus cukup akurat karena dapat mengimitasi sistem bahkan yang bersifat kompleks sekalipun (Aziza dkk., 2018).

Maka dari itu, tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan metode simulasi dalam analisis RCCP yang kemudian dibandingkan dengan salah satu metode RCCP yang banyak digunakan yaitu BOLA. Penelitian ini akan menjawab apakah terdapat perbedaan hasil antara metode simulasi yang basisnya adalah metode probabilistik dengan metode BOLA yang basisnya adalah deterministik secara objektif melalui pendekatan statistika. Kemudian dianalisis metode mana yang lebih baik/akurat dalam memprediksi kapasitas yang dibutuhkan perusahaan untuk memenuhi MPS.

2. METODE PENELITIAN

Analisis dilakukan di penelitian ini pada dasarnya membandingkan kapasitas yang dibutuhkan (*capacity required*) dari metode simulasi dan metode BOLA dengan kapasitas yang tersedia (*capacity available*) di perusahaan sehingga terlihat gap yang terjadi dan dapat memberikan solusi untuk menyelesaikan gap tersebut. Studi kasus diambil dari perusahaan manufaktur yang memproduksi kursi dengan 3 stasiun kerja (WS) yaitu pemotongan kayu, perakitan kursi, dan *finishing* yang merupakan proses perapihan sekaligus pewarnaan. Penggunaan metode dilakukan secara urut dimulai dari metode simulasi kemudian metode BOLA.

2.1 Perhitungan *Capacity Required*

2.1.1 *Simulasi Diskrit*

Pada penelitian ini, model simulasi yang digunakan adalah simulasi diskrit dengan menggunakan *software Flexsim 19*. Terdapat beberapa tahapan yang dilakukan untuk menentukan *capacity required* dengan metode simulasi sebagai berikut:

- a. *Input Analysis*: Pada tahap ini dilakukan penentuan distribusi probabilitas dari waktu proses setiap WS dengan uji distribusi menggunakan *tool expertfit*. Dengan menggunakan *tool* tersebut, didapat distribusi probabilitas yang terbaik dari seluruh distribusi yang ada pada *Flexsim 19* dengan cepat dan tepat. Data yang dibutuhkan berupa waktu proses produksi dengan sampel sebanyak 30 data tiap stasiun kerja (WS) yang didapat melalui observasi langsung menggunakan *stopwatch*.
- b. *Modeling*: Pada tahap ini model simulasi dibangun. Dimulai dari memodelkan gudang bahan baku, proses produksi, hingga gudang barang jadi. Model simulasi yang sudah dihasilkan perlu dilakukan verifikasi terlebih dahulu (Naylor dan Finger, 1967). Pada penelitian ini verifikasi dilakukan dengan cara membandingkan alur model simulasi dengan model konseptual (*flowchart*) sekaligus memeriksa definisi-definisi komputasinya agar tidak terjadi eror pada model. Data yang dibutuhkan meliputi data jumlah pekerja dan peralatan/mesin, serta kebijakan waktu kerja yang dimiliki perusahaan yang didapat melalui wawancara langsung.
- c. *Validasi*: Model yang sudah terverifikasi kemudian dilakukan validasi menggunakan uji statistika agar memberikan hasil yang objektif (Sargent, 2011). Penelitian ini menggunakan uji kesamaan 2 rata-rata dan uji kesamaan 2 variansi. Validasi dilakukan dengan membandingkan output produksi selama 1 hari kerja yang dihasilkan dari model simulasi sebanyak 30 replikasi dengan 30 data historis sistem nyatanya. Tingkat keyakinan yang digunakan sebesar 95% dengan kriteria penerimaan - $T \text{ tabel} < T \text{ hitung} < T \text{ tabel}$ dan - $F \text{ tabel} < F \text{ hitung} < F \text{ tabel}$. Data yang dibutuhkan meliputi 30 data output produksi per hari yang didapat melalui laporan historis perusahaan.
- d. *Analisis Capacity Required*: Model simulasi yang sudah valid kemudian dijalankan dengan menghilangkan *downtime* yang ada. *Run time* simulasi pun tidak dibatasi asalkan telah memenuhi target MPS dengan tujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan atau *capacity required*. *Tool* yang digunakan berupa *Dashboard Input Vs Time* yang mengartikan banyaknya barang yang masuk ke setiap *buffer*/penyimpanan barang yang sudah diproses di WS tertentu per satuan waktu.

2.4 Analisis Komparatif dengan *Independent T-Test*

Pada tahap ini, dilakukan uji statistika parametrik menggunakan *Independent T-Test* untuk melihat apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil dari metode simulasi dan metode BOLA. Pemilihan uji beda rata-rata menggunakan *Independent T-Test* didasarkan karena jumlah data yang digunakan kurang dari 30 data (Santoso, 2014). Uji hipotesis menggunakan tingkat keyakinan sebesar 95% dengan membandingkan variabel *capacity required* yang dihasilkan oleh setiap metode. Sebelum dilakukan uji *Independent T-Test*, data yang didapat dilakukan uji normalitas serta uji homogenitas terlebih dahulu dengan *software SPSS*. H_0 (Tidak terdapat perbedaan yang signifikan) diterima jika nilai *Sig. (2-tailed)* > 0,05.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

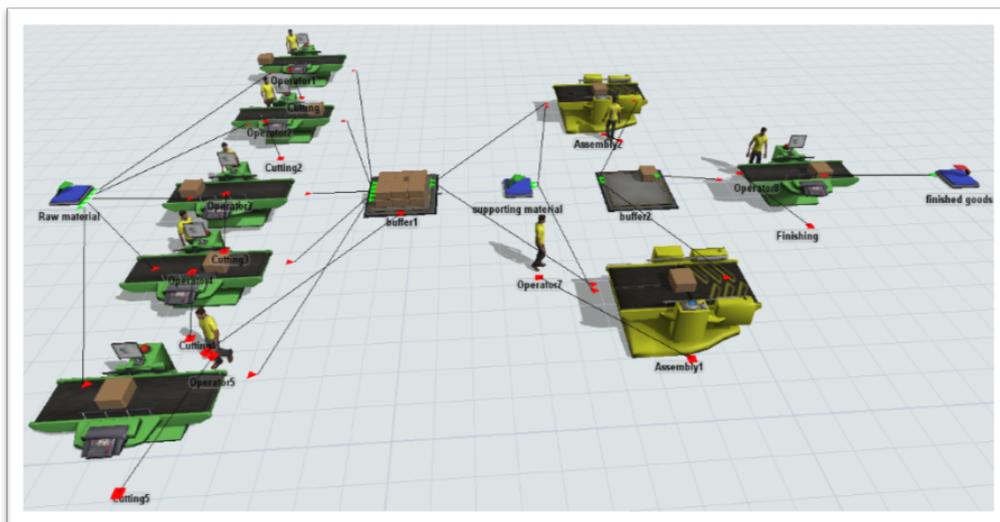
3.1 Analisis Kapasitas Produksi dengan Simulasi

Salah satu kelebihan simulasi sebagai salah satu pendekatan probabilistik adalah dapat mengimitasi ketidakpastian di sistem nyatanya dengan memanfaatkan distribusi probabilitas. Ketidakpastian tersebut terjadi pada waktu proses yang dilakukan oleh operator di setiap stasiun kerja (WS). Hasil *input analysis* dari waktu proses produksi di setiap WS ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi Probabilitas dari Waktu Proses

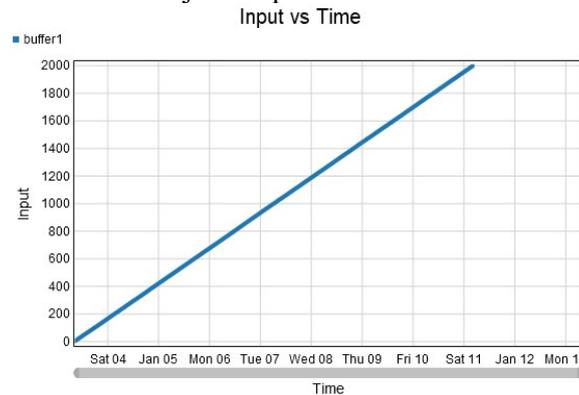
Stasiun Kerja (WS)	Distribusi Probabilitas (Dalam Jam)
Pemotongan/ <i>Cutting</i>	Johnsonbounded (0.415544, 0.505509, 0.002247, 0.341257, 0)
Perakitan/ <i>Assembly</i>	Beta (0.217329, 0.263894, 1.534817, 1.050225, 0)
<i>Finishing</i>	Johnsonbounded (0.109837, 0.131270, -0.051249, 0.558620, 0)

Selanjutnya membuat model simulasi menggunakan *Flexsim 19* yang hasilnya ditunjukkan pada Gambar 1. Agar analisis kapasitas produksi memberikan hasil yang akurat, perlu dipastikan bahwa model simulasi telah merepresentasikan sistem nyatanya melalui proses validasi. Pada penelitian ini, model divalidasi dengan membandingkan output produksi selama 1 hari kerja. Dengan menggunakan uji kesamaan dua rata-rata didapat hasil $-1,96 < -1,1264 < 1,96$ dan menggunakan uji kesamaan dua variansi didapat hasil $0,475964774 < 1,06504364 < 2,100995817$ sehingga model dikatakan valid dan dapat dijadikan dasar dalam analisis lebih jauh.



Gambar 1. Model Simulasi

Hasil *capacity required* didapatkan melalui *Dashboard Input Vs Time* yang mengartikan banyaknya barang yang masuk ke setiap *buffer* per satuan waktu (*buffer 1 = total output* dari WS 1, *buffer 2 = total output* dari WS 2, dan *buffer 3/finished goods = total output* dari WS 3). Gambar 2 menunjukkan salah satu hasil *dashboard* dari *buffer 1*. Sedangkan hasil rekapitulasi *capacity required* berbasis metode simulasi ditunjukkan pada Tabel 3.



Gambar 2. Grafik *Dashboard* dari *Buffer 1*

Tabel 3. *Capacity Required* Berbasis Metode Simulasi

WS	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September
Pemotongan (jam)	113,1	94,3	122,5	103,8	131,9	150,7
Perakitan (jam)	146,7	122,3	159	134,6	171,2	195,7
<i>Finishing</i> (jam)	145,8	121,4	157,9	133,6	170,1	194,8

3.2 Analisis Kapasitas Produksi dengan BOLA

Berbeda dengan metode simulasi, metode BOLA bersifat deterministik sehingga ketidakpastian waktu proses produksi tidak bisa terakomodasi. Sehingga alternatifnya adalah dengan mengasumsikan waktu prosesnya bersifat konstan di mana nilainya diwakili dengan waktu baku setiap WS. Waktu baku tiap WS beserta jumlah operatornya ditunjukkan pada Tabel 4. Dengan menggunakan Persamaan 1, hasil rekapitulasi *capacity required* berbasis metode BOLA ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 4. Waktu Baku dan Jumlah Operator Tiap WS

WS	Waktu Baku (Jam)	Jumlah Operator (Orang)
Pemotongan	0,461	5
Perakitan	0,241	2
<i>Finishing</i>	0,119	1

Tabel 5. *Capacity Required* Berbasis Metode BOLA

WS	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September
Pemotongan (jam)	110,6	92,2	119,9	101,4	129,1	147,5
Perakitan (jam)	144,6	120,5	156,7	132,6	168,7	192,8
<i>Finishing</i> (jam)	142,8	119,0	154,7	130,9	166,6	190,4

3.3 Analisis Hasil dengan *Load Report*

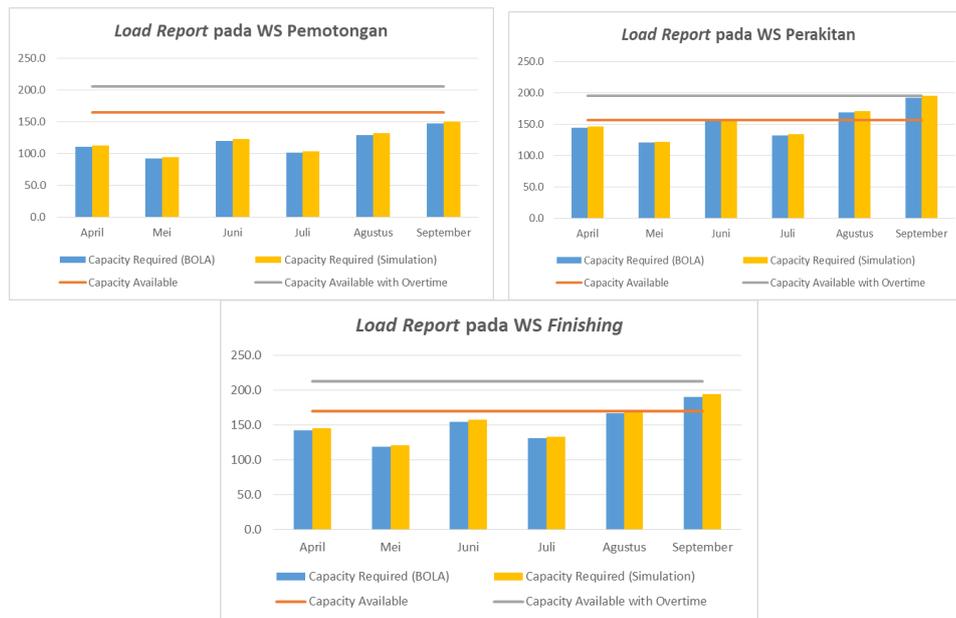
Sebelum dibuat *load report*, diperlukan data *capacity available* dahulu yang terdiri dari *capacity available without overtime* (CA) dan *capacity available with overtime* (CAO) agar sekaligus dapat melihat apakah alternatif *overtime* sudah cukup memenuhi kebutuhan kapasitas yang diperlukan jika *capacity required* melebihi *capacity available*. Dengan menggunakan Persamaan 2, Persamaan 3, dan Persamaan 4 di mana kebijakan perusahaan adalah 8 jam kerja/shift, 1 shift/hari, 5 hari/minggu, 4 minggu/bulan, dan 2 jam lembur/hari atau 40 jam

lembur/bulan, maka hasil perhitungan CA dan CAO dengan persentase utilisasi dan efisiensi ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil *Capacity Available*

WS	Utilisasi	Efisiensi	CA (Jam)	CAO (Jam)
Pemotongan	98%	105%	164,64	205,8
Perakitan	96%	102%	156,672	195,84
<i>Finishing</i>	95%	112%	170,24	212,8

Setelah *capacity required* setiap metode didapat beserta *capacity available*, maka *load report* dapat dibuat. Grafik *load report* tiap WS disajikan pada Gambar 3 dengan keterangan: Garis horizontal adalah bulan (sesuai dengan perencanaan MPS) dan Garis vertikal adalah waktu (jam).



Gambar 3. Load Report Tiap WS

Hasil *load report* menunjukkan bahwa pada WS pemotongan, target MPS setiap bulan dapat dipenuhi seluruhnya. Sedangkan pada WS perakitan, target MPS dapat dipenuhi kecuali pada bulan Agustus dan September. Pada WS *finishing*, target MPS dapat dipenuhi kecuali pada bulan September. Akan tetapi dengan menerapkan kebijakan *overtime*, kekurangan kapasitas di WS perakitan dan WS *finishing* sudah dapat dicapai yang berarti seluruh target MPS dapat terpenuhi.

3.4 Analisis Hasil Studi Komparatif

Untuk mengetahui terdapat perbedaan signifikan atau tidak antara metode simulasi dan metode BOLA dilakukan uji *Independent T-Test* yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 7. Data yang digunakan telah bersifat normal melalui uji normalitas dengan nilai *Sig.* 0,200. Hasil menunjukkan bahwa kedua metode memberikan hasil yang homogen karena memiliki nilai *Sig.* pada *Levene's Test for Equality of Variances* sebesar $0,964 > 0,05$. Hasil uji *Independent T-Test* ditunjukkan dari nilai *Sig. (2-tailed)* pada *t-test for equality of means* sebesar $0,827 > 0,05$, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa kedua metode tidak memberikan perbedaan hasil yang signifikan.

Tabel 7. Hasil Uji Independent T-Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Capacity Required	Equal variances assumed	0,002	0,964	0,224	10	0,827	2,59667	11,60767

Dari data *capacity required* yang dihasilkan, diketahui bahwa metode simulasi memberikan hasil yang sedikit lebih besar dibandingkan dengan metode BOLA. Hal tersebut terjadi karena pada metode simulasi, waktu yang diperhitungkan tidak hanya waktu proses ketika memproduksi barang saja, melainkan waktu perpindahan barang/*travel* dari satu WS ke WS lainnya juga ikut diperhitungkan. Tentu hal tersebut memberikan hasil yang lebih nyata dibandingkan dengan metode BOLA yang hanya memperhitungkan waktu proses serta mengasumsikannya bernilai konstan.

4. KESIMPULAN

Hasil studi komparatif menunjukkan bahwa analisis kapasitas produksi berbasis RCCP dengan membandingkan metode simulasi dan metode BOLA tidak memberikan hasil yang berbeda secara signifikan. Akan tetapi metode simulasi memberikan hasil yang lebih nyata dan akurat dibandingkan metode BOLA karena tidak hanya memperhitungkan waktu proses setiap WS yang bersifat probabilistik, tetapi juga waktu perpindahan barang/*travel* dari satu WS ke WS lainnya. Pada studi kasus yang diberikan, analisis RCCP menunjukkan bahwa pada WS pemotongan tidak perlu dilakukan kebijakan *overtime* karena kapasitas yang ada sudah memenuhi seluruh target MPS. Akan tetapi, pada WS perakitan perlu dilakukan kebijakan *overtime* pada bulan Agustus dan September sedangkan pada WS *finishing* kebijakan *overtime* hanya perlu diterapkan pada bulan September saja.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziza, R., Borgi, A., Zgaya, H., dan Guinhouya, B., 2016, Simulating Complex Systems - Complex System Theories, Their Behavioural Characteristics and Their Simulation, *Proceedings of the 8th International Conference on Agents and Artificial Intelligence*, Vol. 2, hh. 298-305.
- Batty, M., dan Torrens, P. M., 2001, *Modeling Complexity: The Limits to Prediction*, University College London, Centre for Advanced Spatial Analysis.
- Faisal, R. M. M., Suryadhini, P. P., dan Juliani, W., 2016, Forecasting and Analysis of Production Capacity Planning Using Bill of Labor in CT7 Engine Project at PT. XYZ, *e-Proceeding of Engineering*, Vol. 3, hh. 5162-5170.
- Fogarty, D. W., Blackstone, J. H., dan Hoffman, T. R., 1991, *Production & Inventory Management. 2nd Edition*, Ohio, South-Western Publishing Co.
- Gaspersz, V., 2009, *Production Planning and Inventory Control*, Jakarta, PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Intani, A. E., 2017, Design for Manufacturing (DFM) untuk Meminimasi Biaya Produksi dan Kualitas (Studi Kasus Pallet Box Fabrication Section PT Saptaindra Sejati), *Operations Excellence*, Vol. 9, hh. 124-139.
- Naylor, T. H., dan Finger, J. M., 1967, Verification of Computer Simulation Models, *Management Science*, Vol. 14, hh. 92-101,
- Santoso, S., 2014, *Panduan Lengkap SPSS Versi 20 Edisi Revisi*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Sargent, R. G., 2011, Verification and Validation of Simulation Models, *Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference*, hh. 183-198.
- Setiabudi, Y., Afma, V. M., dan Irwan, H., 2018, Perencanaan Kapasitas Produksi ATV12 dengan Menggunakan Metode Rough Cut Capacity Planning (RCCP) Untuk Mengetahui Titik Optimalisasi Produksi (Studi Kasus di PT Schneider Electric Manufacturing Batam), *Profisiensi*, Vol. 6, hh. 80-87.