

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพกฎการจัดลำดับงานสำหรับงานสั่งผลิต เมื่อมีเงื่อนไขเวลาขนส่ง

ทิตยา วาปีเน¹ กัญชลี สุดตาชาติ²

สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต, สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถนนมหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

บทคัดย่อ

ในบทความนี้เป็นการศึกษาเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตด้วยการนำกฎการจัดลำดับงานมาประยุกต์ใช้กับการผลิตจริง ลักษณะการผลิตแบบตามงาน และภายในสถานีนี้นักวิจัยได้มีการจัดเรียงเครื่องจักรแบบขนานซึ่งจากปัจจุบันกฎการจัดลำดับงานให้กับเครื่องจักรไม่มีการคำนึงถึงเวลาการขนย้ายงานจากสถานีนานหนึ่งไปยังอีกสถานีนานหนึ่งจึงทำให้เกิดเวลาสูญเปล่าในกระบวนการผลิต เนื่องจากเวลาในการขนย้ายมาก บทความฉบับนี้จึงนำเวลาการขนย้ายนี้เพิ่มเป็นเงื่อนไขการจำลองระบบการผลิตแบบเดิมมีการตรวจสอบกฎการจ่ายงานโดยใช้การจำลองระบบ โดยการนำผลมาพิจารณาเปรียบเทียบตามวัตถุประสงค์ของอุตสาหกรรม คือ ค่าเฉลี่ยเวลาไหลของงาน, ค่าสูงสุดเวลาไหลของงาน และปริมาณงานระหว่างกระบวนการด้วยการใช้กฎการจัดลำดับงาน 3 กฎ คือ กฎการจัดลำดับงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดก่อน กฎการจัดลำดับงานที่มีเวลามากที่สุดก่อน และกฎการจัดงานโดยให้น้ำหนักงานและใช้เวลาน้อยที่สุดก่อน ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบผลระหว่างกฎการจัดลำดับงานแบบเดิมและแบบเพิ่มเงื่อนไขเวลาขนส่งระหว่างสถานี แล้วสามารถลดเวลาเฉลี่ยการไหลของงานได้ดังนี้ กฎการจัดลำดับงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดสามารถลดได้ร้อยละ 14.59 กฎการจัดลำดับงานที่มีเวลามากที่สุดสามารถลดได้ร้อยละ 33.35 และกฎการจัดลำดับงานโดยให้น้ำหนักงานและใช้เวลาน้อยที่สุดสามารถลดได้ร้อยละ 30.58 เช่นเดียวกับค่าเวลาสูงสุดของการไหลของงานก็สามารถลดได้เช่นเดียวกันคิดเป็นร้อยละ 7.61, 46.95 และ 43.18 ตามลำดับอีกทั้งยังสามารถลดปริมาณงานระหว่างกระบวนการได้เช่นเดียวกันกฎการจัดลำดับงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดสามารถลดได้ร้อยละ 12.39 กฎการจัดลำดับงานที่มีเวลามากที่สุดสามารถลดได้ร้อยละ 11.78 และกฎการจัดลำดับงานโดยให้น้ำหนักงานและใช้เวลาน้อยที่สุดสามารถลดได้ร้อยละ 12.89 ทั้งนี้ยังทำการวิเคราะห์ความไวของระบบเพื่อความน่าเชื่อถือของระบบเมื่อนำไปประยุกต์ใช้

คำสำคัญ: การผลิตแบบตามงาน, กฎการจัดลำดับงาน, การจำลองระบบการผลิต

* Corresponding author. E-mail: Kanchala@sut.ac.th

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Comparison of Efficient Dispatching Rules for Production Scheduling with Transfer Time

Titiya Vapeenae¹ Kanchala Sudtachat^{*2}

School of Manufacturing Engineering, Institute of Engineering

Suranaree University of Technology,

111 University Avenue, Muang District, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand

Abstract

In this article, dispatching rules were applied to increase the efficiency of a production system for a real world problem. In the current scheduling system, machines run parallel in the same station. Currently, dispatching rules are used to operate the system. The rule does not consider the time of moving tasks from one station to other stations. Therefore, these transfer time conditions were added to be the constraints for our models. The dispatching rules were investigated using simulation models and the results of these models were compared for increasing the efficiency of the system following the objectives, such as mean flow time, maximum flow time, and work in process. The three rules used were shortest processing time (SPT), largest processing time (LPT), and weighted shortest processing time (WSPT). The results showed that the comparisons of the efficiency of our dispatching rules with transfer times and the current dispatching rules improved the average flow time: SPT 14.59%, LPT 33.35%, and WSPT 30.58%; decreased maximum flow time: SPT 7.61%, LPT 46.95%, and WSPT 43.18%; and decreased the work in process: SPT 12.39%, LPT 11.78%, and WSPT 12.89%. The sensitivity analysis of the system was used in order to ensure the reliability of the application.

Keywords: simulation, transportation, production scheduling

* Corresponding author. E-mail: Kanchala@sut.ac.th

¹ Institute of Engineering, Suranaree University of Technology

² Assistant Professor in Institute of Engineering, Suranaree University of Technology

1. บทนำ

การจัดลำดับงาน ถือเป็นการวางแผนการผลิตก่อนการผลิตจริง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างยิ่งในภาคอุตสาหกรรม เพราะการจัดลำดับงานนั้นเป็นการบริหารกิจกรรมต่างๆในการผลิตให้เหมาะสมกับทรัพยากรที่มีอย่างจำกัด และให้กิจกรรมสำเร็จภายใต้ระยะเวลาที่กำหนด เพื่อให้องค์กรบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ ในบทความนี้เป็นการศึกษาภายในโรงงานผลิตอาหารแช่แข็งจากเมลามีน ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีการจัดลำดับงานอย่างเป็นรูปแบบที่แน่นอนโดยองค์กรนี้มีการผลิต ผลิตภัณฑ์หลายหลายแบบ และมีเครื่องจักรอย่างจำกัด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เข้าไปศึกษาในส่วนของการตกแต่งภาชนะหลังการขึ้นรูป โดยการประยุกต์ใช้กฎการจัดลำดับงาน SPT rules, LPT rules และ WSPT rules ซึ่งเป็นกฎที่ยังไม่มีการคำนึงถึง ระยะเวลาในการขนย้าย จึงเพิ่มเงื่อนไขด้านการขนย้าย พร้อมทั้งสร้างแบบจำลอง เพื่อวัดผลตามดัชนีชี้วัดและวิเคราะห์ความไวของระบบเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการประยุกต์ใช้ต่อไป

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Holthaus, et al. [1] ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของกฎการจัดตารางการผลิตแบบใหม่ที่เกิดจากการรวมกันของกฎพื้นฐานที่มีใช้กันอยู่ก่อนแล้วโดยการนำมาสร้างแบบจำลองสถานการณ์จริง เพื่อวัดประสิทธิภาพของกฎการจัดตารางการผลิตทั้งที่สร้างขึ้นใหม่และมีอยู่เดิม ได้ผลว่ากฎ PT+WINQ นั้นเป็นกฎที่ให้ค่าเฉลี่ยการไหลของงานต่ำที่สุด และกฎ PT+WINQ+AT และ กฎ PT+WINQ+AT+SL ให้ผลที่ดีเยี่ยมรวมถึงค่าความล่าช้าของงานด้วย นอกจากนั้นยังกล่าวอีกว่ากฎ SPT ยังเป็นอีกกฎหนึ่งที่ดีที่สุดในแง่การไหลของงาน จากที่ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยนั้นได้กล่าวว่าไม่มีกฎใดที่ดีที่สุด เพราะแต่ละกฎจะมีข้อดีของดัชนีการวัดผลที่แตกต่างกันไป

ทัศนีย์ แก้วไพฑูรย์ [2] เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยการจัดตารางการผลิต ด้วยการใช้การจัดตารางการผลิตที่เป็นที่รู้จักกันทั่วไป 5 วิธี คือ การจัดมาก่อนผลิตก่อน(FCFS) การจัดงานที่ใช้เวลาผลิตน้อยที่สุดก่อน (SPT)

การจัดงานตามเวลาที่เหลือน้อยที่สุดก่อน (SRT) การจัดงานที่มีกำหนดส่งมอบงานเร็วที่สุดก่อน (EDD) และการจัดงานที่มีเวลามากที่สุดทำก่อน (LPT) พบว่า วิธี SPT และ SRT ให้ผลต่ำสุดของเวลารวมและเวลาเฉลี่ยแล้วเสร็จของงาน

ปารเมศ ชูติมา [3] กล่าวว่านักวิจัยจำนวนมากมีการจำแนกประเภทของกฎการจัดลำดับงานออกเป็นประเภทต่างๆ เพื่อให้การศึกษาประสิทธิภาพของกฎการจัดลำดับงานเป็นไปโดยง่ายและทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจำแนกได้ตามพฤติกรรมในการทำงาน จึงแบ่งได้ 2 ประเภทคือ 1.ลักษณะของการเปลี่ยนแปลงตามเวลา 2.ชนิดของข้อมูลที่ใช้ ซึ่งกฎ SPT, LPT และ WSPT จัดอยู่ในประเภทที่2 เป็นกฎที่เกี่ยวข้องกับงานที่อยู่ในแถวคอยของเครื่องที่กำลังพิจารณาการจัดลำดับอยู่ ในการให้ความสำคัญของงานนั้น

Chen Tsiushuang [4] ได้ ทำ การ ศึกษา ผลการเปรียบเทียบของกฎการจัดลำดับงานที่วัดผลด้านความล่าช้า คือกฎ P+S/OPN rules และ MPS rules ซึ่งทั้ง2กฎนี้มีการวิเคราะห์กำหนดส่งของของลูกค้า ทำให้กฎนี้ไม่ได้จัดอยู่ในประเภทที่เกี่ยวข้องกับงานที่คอยของเครื่อง

Baker and Kanet [5] ศึกษา MOD rules ซึ่งกฎนี้จะพิจารณากำหนดส่งงานให้ความสำคัญกับงานที่มีกำหนดเวลาส่งก่อน และการวัดผลการดำเนินงานหลักคือความล่าช้าในการทำงาน เนื่องจากผู้วิจัยไม่ได้พิจารณาความล่าช้าของงานเพราะได้ศึกษาผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตตามแผนเป็นประจำอยู่แล้ว จึงไม่เลือกศึกษากฎนี้

3. วิธีการดำเนินงาน

การศึกษางานวิจัยนี้ถูกศึกษาภายในโรงงานผลิตอาหารแช่แข็งจากเมลามีน โดยการผลิตอาหารแช่แข็งกล่าวว่ามีขั้นตอนการผลิตคร่าวๆ คือ 1. นำผงเมลามีนมาผสมด้วยส่วนผสมต่างๆ 2. นำผงเมลามีนมาอัดขึ้นรูป 3. นำภาชนะที่ขึ้นรูปแล้วไปตกแต่งส่วนที่เกินออก และขั้นตอนสุดท้ายคือขัดเงาก่อนที่จะนำไปแพ็คเกจใส่กล่องนำส่ง ซึ่งในงานวิจัยนี้จะศึกษาในส่วนของการตกแต่ง และขัดเงา

กฎการจัดลำดับงานที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ กฎการจัดลำดับงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุด(SPT rules) กฎการจัดลำดับงานที่ใช้เวลามากที่สุด(LPT rules) และกฎการจัดลำดับงาน

โดยให้น้ำหนักงานและใช้เวลาน้อยที่สุด (WSPT rules) ซึ่งเป็นกฎที่ถูกจัดอยู่ในประเภทเดียวกัน [3] ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาเพิ่มเงื่อนไขเวลาขนส่งเข้าไปทั้ง 3 กฎ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพโดยวัดจากวัตถุประสงค์ของอุตสาหกรรมคือ ค่าเวลาเฉลี่ยการไหลของงาน, ค่าเวลาสูงสุดของการไหลของงานและ ปริมาณงานระหว่างกระบวนการ

3.1 ผลลัพธ์ที่ศึกษา

จากการเก็บข้อมูลได้ทำการเลือกผลิตภัณฑ์ 2 ประเภท คือ งานกลม 4 แบบ และงานเหลี่ยม 4 แบบ โดยความต้องการของแต่ละแบบใน 1 สัปดาห์ดังตารางที่ 1 ซึ่งแต่ละแบบมีกระบวนการและเวลาที่แตกต่างดังตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 1 ความต้องการของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์	ความต้องการ (ชิ้นต่อสัปดาห์)
งานกลม1	5,000
งานกลม2	3,000
งานกลม3	4,000
งานกลม4	2,000
งานเหลี่ยม1	2,000
งานเหลี่ยม2	4,000
งานเหลี่ยม3	3,000
งานเหลี่ยม4	1,000

ตารางที่ 2 แสดงกระบวนการและเวลาในแต่ละกระบวนการของงานกลม

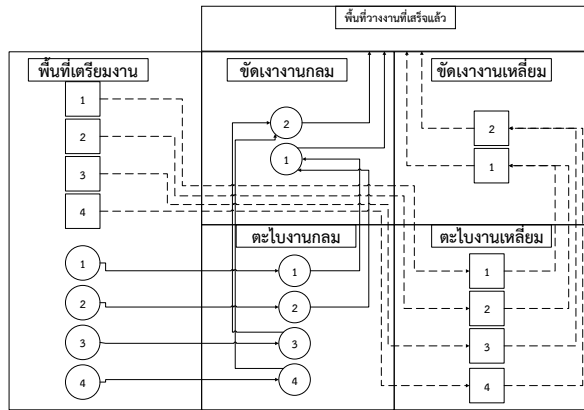
ผลิตภัณฑ์	ตะโปแต่งขอบด้วยแกนขัดขนาดใหญ่(วินาที)	ขัดเงา(วินาที)
งานกลม1	10	15
งานกลม2	15	20
งานกลม3	15	20
งานกลม4	6	10

ตารางที่ 3 แสดงกระบวนการและเวลาในแต่ละกระบวนการของงานเหลี่ยม

ผลิตภัณฑ์	ตะโปแต่งขอบด้วยแกนขัดขนาดเล็ก(วินาที)	ขัดเงา(วินาที)
งานเหลี่ยม1	25	20
งานเหลี่ยม2	35	25
งานเหลี่ยม3	30	25
งานเหลี่ยม4	30	25

3.2 แผนผังการไหลของผลิตภัณฑ์

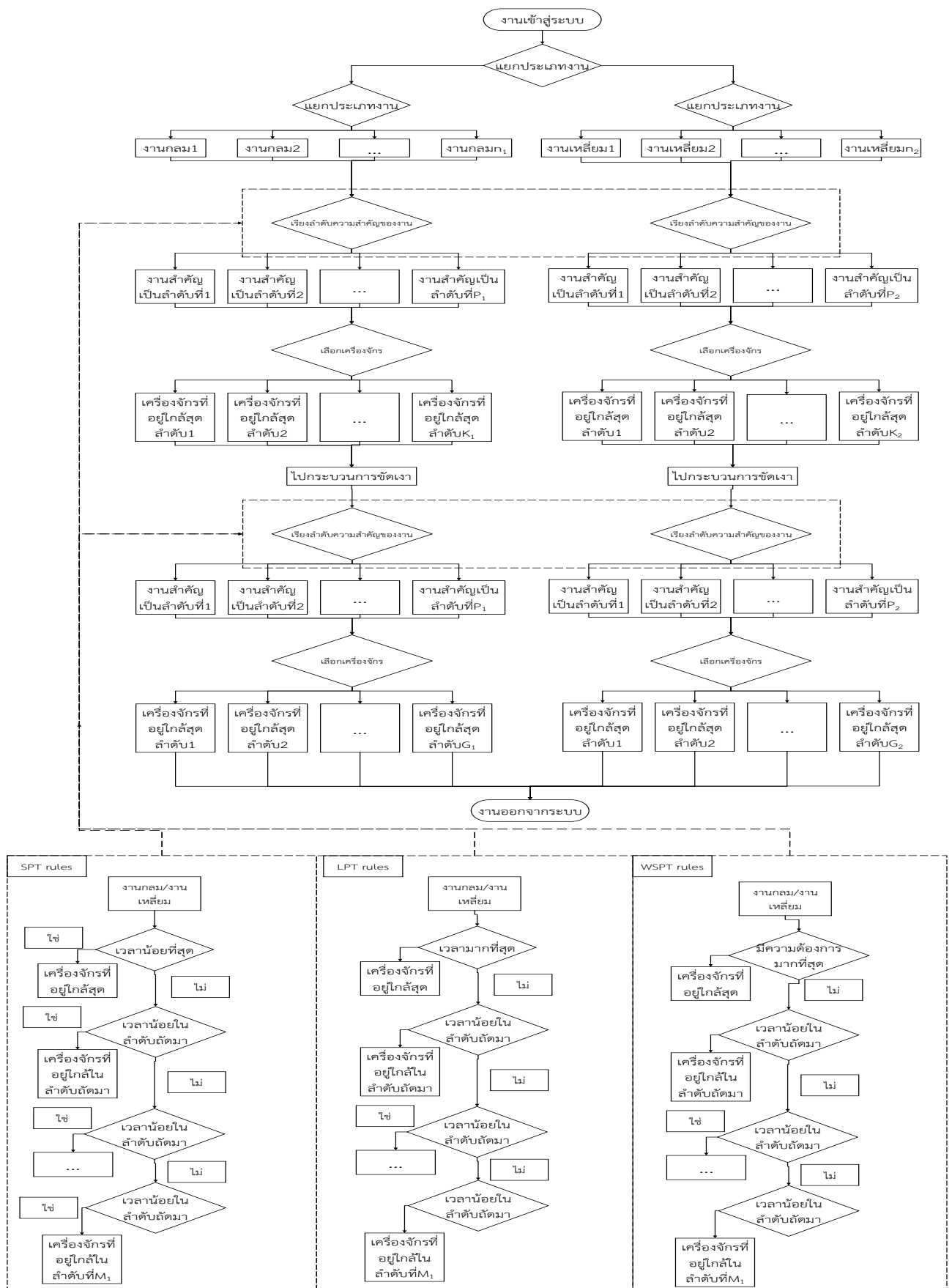
แผนผังการไหลของผลิตภัณฑ์ งานกลมและงานเหลี่ยมดังรูปที่ 1 โดยแทนเส้นปะเป็นเส้นทางของงานเหลี่ยมและเส้นทึบเป็นเส้นทางของงานกลมซึ่งการขนย้ายระหว่างสถานีงานจะให้รถเข็นเป็นหลัก โดยการไหลของงานกลมและงานเหลี่ยมในรูปที่ 1 อธิบายได้ดังนี้ เมื่องานกลมและงานเหลี่ยมเข้าสู่ระบบจะถูกนำมาจากพื้นที่เตรียมงานซึ่งจะถูกจัดเตรียมไว้เป็นล็อต 100 ชิ้นต่อล็อต เข้าสู่สถานีการตะโปตกแต่งโดยเครื่องตะโปงานกลมและงานเหลี่ยมจะมีทั้งหมด 8 เครื่อง แบ่งเป็นเครื่องตะโปแกนขนาดใหญ่สำหรับงานกลม 4 เครื่องและเครื่องตะโปแกนขัดขนาดเล็กสำหรับงานเหลี่ยม 4 เครื่องที่มีการติดตั้งห่างกัน 1 เมตร หลังจากตะโปตกแต่งเรียบร้อยแล้วถูกขนไปสู่สถานีขัดเงา ซึ่งเครื่องขัดเงางานกลมและงานเหลี่ยมจะมีด้วยกัน 4 เครื่อง แบ่งเป็นเครื่องขัดเงางานกลม 2 เครื่อง งานเหลี่ยม 2 เครื่องที่มีการติดตั้งห่างกัน 2 เมตร หลังจากนั้นผลิตภัณฑ์จะถูกนำออกจากกระบวนโดยการจัดลำดับงานเข้าสู่สถานีงานนั้นจะให้ความสำคัญของงานตามกฎ SPT, LPT และ WSPT งานที่มีความสำคัญมากที่สุดจะถูกส่งให้เข้ากระบวนการก่อน ด้วยบทความนี้มีการเพิ่มเงื่อนไขเรื่องเวลาขนส่งระหว่างสถานีงานเพื่อพิจารณาควบคู่กับกฎการจัดลำดับงานดังที่กล่าวไปข้างต้น จึงทำให้งานที่มีความสำคัญตามกฎการจัดลำดับงานเข้าสู่สถานีงานที่ใกล้ที่สุดก่อน



รูปที่ 1 แผนผังการไหลของงานกลุ่มและงานเดี่ยว

4. การสร้างแบบจำลอง

นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลมาสร้างแบบจำลองในโปรแกรม Arena โดยแบ่งเป็นงานกลุ่ม 4 แบบและงานเดี่ยว 4 แบบ หลังจากนั้นงานทั้ง 8 แบบจะถูกแยกประเภทเป็นงานกลุ่มและงานเดี่ยว จากนั้นทั้ง 2 ประเภทจะถูกแบ่งเป็นประเภทละ 4 แบบ ก่อนจะให้ความสำคัญตามกฎการจัดลำดับงานต่างๆ ที่เลือกใช้ โดยงานกลุ่มทั้ง 4 แบบจะเข้าสู่เครื่องตะไกวขนาดใหญ่เครื่องที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับความสำคัญของกฎที่เลือกใช้ เมื่อทำการตะไกวเสร็จแล้วงานกลุ่มทั้ง 4 แบบจะเข้าสู่เครื่องขัดเงาเครื่องที่ 1 และ 2 ตามลำดับความสำคัญอีกครั้ง ในงานเดี่ยวก็จะดำเนินการเช่นเดียวกันกับงานกลุ่ม ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนผังการไหลของโปรแกรมจำลองการจัดลำดับงาน

โดยกำหนดให้

n_1	งานกลม
n_2	งานเหลี่ยม
p_1	ลำดับความสำคัญของงานกลม
p_2	ลำดับความสำคัญของงานเหลี่ยม
K_1	ลำดับของเครื่องตะไบงานกลม
K_2	ลำดับของเครื่องตะไบงานเหลี่ยม
G_1	ลำดับงานของเครื่องขัดเงางานกลม
G_2	ลำดับงานของเครื่องขัดเงางานเหลี่ยม

4.1 คำศัพท์ในโปรแกรม

ในการสร้างแบบจำลองในโปรแกรมนั้นมีการใช้คำศัพท์แทนการใช้ชื่อจริงเพื่อความสะดวกในการเขียนโปรแกรม ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คำศัพท์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

คำศัพท์	ความหมาย
SharpenS1-4	เครื่องตะไบแกนขนาดเล็ก
sharpenB1-4	เครื่องตะไบแกนขนาดใหญ่
GlazeA1,2	เครื่องขัดเงาสำหรับงานกลม 1,2
GlazeB1,2	เครื่องขัดเงาสำหรับงาน เหลี่ยม1,2
Digonos	พื้นที่เตรียมงานก่อนเข้า ระบบ
Leave	งานออกจากระบบ
Circle1-4	งานกลม1-4
Edge1-4	งานเหลี่ยม1-4

4.2 จำนวนเครื่องจักร

4.2.1 งานกลม

- เครื่องตะไบแกนขนาดใหญ่ 4 เครื่อง
- เครื่องขัดเงาสำหรับงานกลม 2 เครื่อง

4.2.2 งานเหลี่ยม

- เครื่องตะไบแกนขนาดเล็ก 4 เครื่อง
- เครื่องขัดเงาสำหรับงานเหลี่ยม 2 เครื่อง

4.3 ระยะเวลาระหว่างสถานีงาน

เนื่องจากบทความนี้มีการเพิ่มเงื่อนไขเรื่องระยะทางระหว่างสถานีเข้าไปในกฎการจัดลำดับงาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงรวบรวมข้อมูลระยะทางระหว่างสถานีงานทั้งหมดที่งานจะไหลผ่านภายในโรงงาน เพื่อนำมาพิจารณาพร้อมกับกฎการจัดลำดับงานในการสร้างแบบจำลอง ทำให้ได้ข้อมูลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ระยะทางระหว่างสถานีงาน

สถานีเริ่มต้น	สถานีสิ้นสุด	ระยะทาง (เมตร)
Digonos	sharpenB1	14
Digonos	sharpenB2	15
Digonos	sharpenB3	16
Digonos	sharpenB4	17
Digonos	sharpenS1	16
Digonos	sharpenS2	17
Digonos	sharpenS3	18
Digonos	sharpenS4	19
sharpenB1	Glaze1	13
sharpenB1	Glaze2	15
sharpenB2	Glaze1	14
sharpenB2	Glaze2	16
sharpenB3	Glaze1	15
sharpenB3	Glaze2	17
sharpenB4	Glaze1	16
sharpenB4	Glaze2	18
sharpenS1	Glaze3	12
sharpenS1	Glaze4	14

ตารางที่ 5 ระยะทางระหว่างสถานีงาน(ต่อ)

sharpenS2	Glaze3	13
sharpenS2	Glaze4	15
sharpenS3	Glaze3	14
sharpenS3	Glaze4	16
sharpenS4	Glaze3	15
sharpenS4	Glaze4	17
Glaze1	Leave	10
Glaze2	Leave	8
Glaze3	Leave	10
Glaze4	Leave	8

4.4 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์จริง

จากรูปที่ 2 การไหลในการสร้างแบบจำลองนั้น กำหนดให้มีงานเข้าสู่ระบบคืองานกลม 4 แบบและงานเหลี่ยม 4 แบบ และมีเครื่องตะไบแกนใหญ่ 4 เครื่องชื่อว่า SharpenB1, SharpenB2, SharpenB3 และ SharpenB4 จะจัดตารางโดยใช้กฎ 3 กฎ คือ SPT, WSPT, LPT ซึ่งเมื่อจัดตามกฎแล้วเราจะจัดให้งานที่จะเข้าระบบเป็นอันดับแรกเข้าสู่เครื่องจักรที่อยู่ใกล้ที่สุดก่อนโดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การให้ความสำคัญ

ขั้นตอนที่ 2 เลือกเครื่องจักร

4.4.1 การให้ความสำคัญ

การให้ความสำคัญกับงานที่จะเริ่มเข้าสู่กระบวนการก่อน โดยพิจารณาจากกฎการจัดลำดับงานทั้ง 3 กฎคือ SPT, LPT และWSPT กล่าวคือ

1) SPT rules (Shortest Processing Time) จะให้ความสำคัญกับงานที่มีเวลาของกระบวนการน้อยที่สุด ได้เข้าสู่กระบวนการก่อน

2) LPT rules (Longest Processing Time) จะให้ความสำคัญกับงานที่มีเวลาของกระบวนการมากที่สุด ได้เข้าสู่กระบวนการก่อน

3) WSPT rules (weighted shortest processing time) .ให้ความสำคัญกับงานที่มีปริมาณการผลิตมากที่สุดได้เข้าสู่ระบบก่อน

4.4.2 เลือกเครื่องจักร

เมื่อได้งานที่จะเข้ากระบวนการก่อนจากขั้นตอนที่ 1 แล้ว จะทำการเลือกเครื่องจักรที่อยู่ใกล้ที่สุดเริ่มกระบวนการผลิตก่อน วัดจากจุดวางงานปัจจุบันจนถึงกระบวนการถัดไป โดยพิจารณาระยะทางการขนส่งไปถึงเครื่องจักรที่จะเริ่มกระบวนการผลิต แทนการเลือกเข้าเครื่องจักรที่ว่างตามกฎการจัดลำดับแบบเดิม

เมื่อทำการจัดลำดับงานแล้วเราจะทำการจำลองสถานการณ์ทั้งหมด 30 ครั้งซ้ำกัน โดยให้ชั่วโมงการทำงานในแต่ละวันเป็น 8 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อนำค่าเวลาเฉลี่ยการไหลของงาน (Average Flow Time)และเวลาสูงสุดของการไหลของงาน (Maximum Flow Time) ของทั้ง 3 กฎมาเปรียบเทียบกันว่ากฎใดให้ค่าน้อยที่สุด นอกจากนั้นยังเปรียบเทียบ จำนวนงานระหว่างกระบวนการของแต่ละกฎเพื่อเทียบกฎใดให้จำนวนของงานระหว่างกระบวนการน้อยที่สุดใน 3 กฎ

4.5 การวิเคราะห์ความไวของระบบ

ในบทความนี้ถือว่ามีความจำเป็นที่จะต้องทำการวิเคราะห์ความไวของระบบมาก เนื่องจากในสถานการณ์การผลิตจริงภายในสถานประกอบการนั้นมีการผลิตผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย ซึ่งแต่ละแบบนั้นจะมีอัตราการเข้าสู่ระบบที่แตกต่างกัน ทั้งนี้การศึกษากฎการจัดลำดับงานของบทความนี้เป็นแค่การศึกษาตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีการสั่งผลิตในปริมาณมากเท่านั้น จึงได้มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลอัตราการเข้าสู่ระบบของผลิตภัณฑ์ภายในระบบคือ เมื่ออัตราการเข้าสู่ระบบลดลงจากเวลาการผลิตเดิม -5%, -10% และเพิ่มขึ้น 5%, 10% โดยมีข้อมูลดังตารางที่ 6 และ 7

ตารางที่ 6 อัตราเข้าของผลิตภัณฑ์กลม(ชิ้นต่อชั่วโมง)

ผลิตภัณฑ์	อัตราเดิม	ลดลง 5%	ลดลง 10%	เพิ่มขึ้น 5%	เพิ่มขึ้น 10%
งานกลม1	34	35.75	37.4	32.25	30.6
งานกลม2	44	46.2	48.4	41.8	39.6
งานกลม3	38	39.9	41.8	36.1	34.2
งานกลม4	80	84	88	76	72

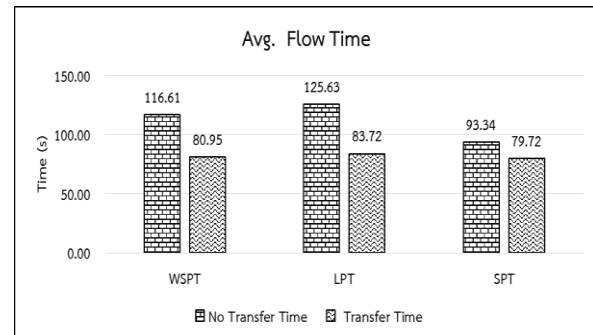
ตารางที่ 7 อัตราเข้าของผลิตภัณฑ์เหลี่ยม(ชิ้นต่อชั่วโมง)

ผลิตภัณฑ์	อัตราเดิม	ลดลง 5%	ลดลง 10%	เพิ่มขึ้น 5%	เพิ่มขึ้น 10%
งานเหลี่ยม1	104	109.2	114.4	98.8	93.6
งานเหลี่ยม2	34	35.75	37.4	32.25	30.6
งานเหลี่ยม3	30	31.5	33	28.5	27
งานเหลี่ยม	30	31.5	33	28.5	27

5. ผลการดำเนินงาน

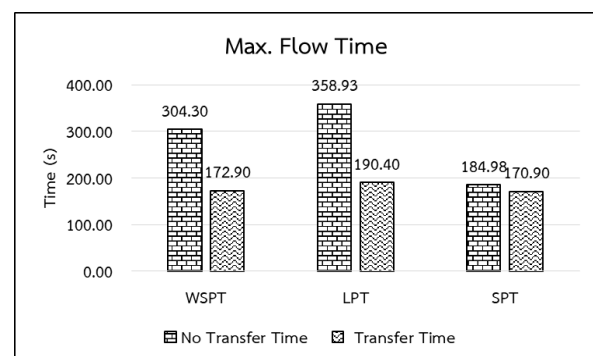
จากการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ของการเก็บข้อมูลเป็นช่วงเวลา 1 สัปดาห์ ส่วนของการตกแต่งของผลิตภัณฑ์ทั้ง 8 แบบ ตามกฎ 3 กฎ คือ SPT rules, LPT rules และ WSPT rules เทียบกับการเพิ่มเงื่อนไขเวลาขนส่งเข้าไปในทั้ง 3 กฎ ได้ผลตามตัวชี้วัดคือ ค่าเฉลี่ยเวลาการไหลของงาน(Average Flow Time), ค่าสูงสุดของเวลาการไหลของงาน(Maximum Flow Time) และ จำนวนงานระหว่างกระบวนการ(Work In Process)ดังแสดงในรูปที่3, 4 และ5 จากรูปที่3 เป็นการแสดงการเปรียบเทียบผลระหว่างกฎการจัดลำดับงานแบบเดิมและแบบเพิ่มเงื่อนไขเวลาขนส่งระหว่างสถานค่าเฉลี่ยเวลาการไหลของงานจากเริ่มต้นเข้าสู่ระบบจนกระทั่งออกจากระบบของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดด้วยใช้การจัดลำดับงานทั้ง 3 กฎ คือ WSPT, SPT และ LPT โดยเพิ่มเงื่อนไขด้านเวลาการขนส่งระหว่างสถานงานเข้าไป จะเห็นได้ว่าการไหลของกฎ SPT เดิมเมื่อมีการเพิ่มเงื่อนไขเข้าไปสามารถลด ค่าเฉลี่ยการไหลของงานได้ร้อยละ14.59 เช่นกัน

ในกฎ LPT เมื่อเพิ่มเงื่อนไขเข้าไปก็สามารถลดได้ร้อยละ 33.35 และกฎWSPTลดได้ร้อยละ30.58



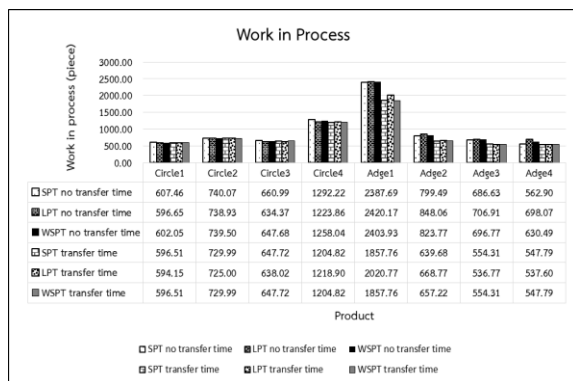
รูปที่ 3 การเปรียบเทียบผลค่าเฉลี่ยเวลาการไหลของงานระหว่างกฎการจัดลำดับงานแบบเดิมและแบบเพิ่มเงื่อนไขเวลาขนส่งระหว่างสถาน

เช่นเดียวกันกับการเปรียบเทียบผลระหว่างกฎการจัดลำดับงานแบบเดิมและแบบเพิ่มเงื่อนไขเวลาขนส่งระหว่างสถานเวลาที่มากที่สุดของการไหลของงานที่ผ่านเข้าระบบทั้ง 3 กฎในแต่ละผลิตภัณฑ์ ดังรูปที่4 จะพบว่ากฎSPT เมื่อมีการเพิ่มเงื่อนไขเวลาการขนส่งระหว่างสถานเข้าไปสามารถลดค่าเวลาสูงสุดของการไหลของงานได้ร้อยละ7.61 ในกฎLPT เมื่อเพิ่มเงื่อนไขเข้าไปสามารถลดค่าเวลาสูงสุดของการไหลของงานได้ร้อยละ46.95 และในกฎWSPT ก็สามารถลดได้ร้อยละ43.18



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบปริมาณงานระหว่างกระบวนการระหว่างกฎการจัดลำดับงานแบบเดิมและแบบเพิ่มเงื่อนไขเวลาขนส่งระหว่างสถาน

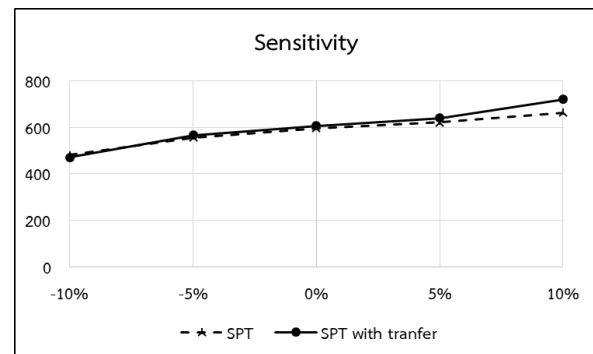
ในรูปที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนงานระหว่างกระบวนการของผลิตภัณฑ์ทั้ง 8 แบบ แบ่งเป็นงานกลม 4 แบบและงานเหลี่ยม 4 แบบด้วยการจัดลำดับงาน 3 กฎ คือ WSPT SPT และ LPT ควบคู่ไปกับการพิจารณาระยะเวลา ระหว่างสถานีงานร่วมด้วย พบว่าปริมาณงานระหว่างกระบวนการของกฎการจัดลำดับงานแบบเพิ่มเงื่อนไขเวลาขนส่งมีปริมาณลดลงจากการจัดลำดับแบบเดิมทั้ง 3 กฎ แต่ปริมาณงานระหว่างกระบวนการของแต่ละผลิตภัณฑ์นั้น ยังคงมากและน้อยแตกต่างกันไป อาจเกิดจากเวลาของแต่ละกระบวนการของผลิตภัณฑ์ หรือปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์นั้นๆด้วย ทำให้ทราบว่าผลการพิจารณาการจัดลำดับงานที่ให้ปริมาณงานระหว่างกระบวนการน้อยที่สุด นั้นมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องและส่งผลกระทบต่อปริมาณงานระหว่างกระบวนการหลายปัจจัยด้วยกัน



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบผลค่าเฉลี่ยเวลาการไหลของงานระหว่างกฎการจัดลำดับงานแบบเดิมและแบบเพิ่มเงื่อนไขเวลาขนส่งระหว่างสถานี

จากการวิเคราะห์ความไว โดยการเปลี่ยนอัตราเข้าสู่ระบบของงาน (ขึ้นต่อข้อโม่ง) ตามตารางที่ 6 และ 7 คือเมื่อมีการลดลงของอัตราเข้าของงาน (-5%, -10%) และเมื่อมีการเพิ่มขึ้นของอัตราเข้าของงาน (5%, 10%) จากอัตราเข้าสู่ระบบเดิม (0%) เมื่อนำมาดำเนินการด้วยแบบจำลองที่สร้างขึ้น ภายใต้กฎการจัดลำดับงานทั้ง 3 กฎดังที่กล่าวไปข้างต้น ควบคู่กับการเพิ่มเงื่อนไขเวลาการขนส่งระหว่างสถานีงาน ทำให้ได้ผลลัพธ์ตามดัชนีวัดผลต่างๆคือ ค่าเฉลี่ยเวลาการไหลของงาน,ค่ามากที่สุดของเวลาการไหลของงานและปริมาณงานระหว่างกระบวนการของทั้ง 8 ผลิตภัณฑ์ จึงทำการวิเคราะห์ความไวของระบบของกฎการจัดลำดับงานเมื่อมี

การเพิ่มเงื่อนไขเวลาขนส่ง พบว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราเข้าสู่ระบบของงานนั้น ส่งผลให้กราฟมีพิสัยที่แตกต่างจากเดิมเพียงเล็กน้อยและ กราฟนั้นมีแนวโน้มที่สามารถคาดเดาได้โดยแปรผันตรงกับอัตราการเข้าสู่ระบบของงานที่เปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้การจำลองระบบในบทความนี้มีความมั่นคงและน่าเชื่อถือโดยแสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณงานระหว่างกระบวนการของงานกลม1 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราเข้าของงานดังรูปที่6



รูปที่ 6 จำนวนงานระหว่างกระบวนการเมื่อเปลี่ยนแปลงอัตราเข้าระบบภายใต้กฎ SPTแบบเดิมเทียบกับกฎ SPTแบบเพิ่มเงื่อนไข

6. สรุปผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาการจัดตารางการผลิตในโรงงานที่มีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลและคัดเลือกประเภทของผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการมากที่สุดภายในเวลา 1 สัปดาห์เพื่อนำมาสร้างแบบจำลองสถานการณ์จริงได้ทั้งหมด 4 ผลิตภัณฑ์เป็นงานกลม 4 ประเภท (Circle1, Circle2, Circle3, Circle4) และงานเหลี่ยม 2 ประเภท (Edge1, Edge2, Edge3, Edge4) โดยใช้การจัดตารางการผลิตตามกฎ 3 กฎ คือ WSPT, SPT และ LPT ควบคู่กับการเพิ่มเงื่อนไขเวลาการขนส่งระหว่างสถานีงานด้วยการทดลองซ้ำ 30 ครั้ง พบว่าเมื่อเพิ่มเงื่อนไขเวลาขนส่งระหว่างสถานีงานเข้าไปแล้ว สามารถลดค่าเฉลี่ยเวลาการไหลของงานได้คิดเป็นร้อยละดังนี้ SPT ร้อยละ 14.59, LPT ร้อยละ 33.35, WSPT ร้อยละ 30.58และยังสามารถลดค่าสูงสุดเฉลี่ยของการไหลของงาน ดังนี้ SPT ร้อยละ 7.61, LPT ร้อยละ 46.95 และWSPT ร้อยละ 43.18 อีกทั้งยังสามารถลดปริมาณงานระหว่างกระบวนการได้เช่นเดียวกัน

กฎการจัดลำดับงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดสามารถลดได้ร้อยละ 12.39 กฎการจัดลำดับงานที่มีเวลามากที่สุดสามารถลดได้ร้อยละ 11.78 และกฎการจัดลำดับงานโดยให้น้ำหนักงานและใช้เวลาน้อยที่สุดสามารถลดได้ร้อยละ 12.89 จะเห็นได้จากการเปรียบเทียบตามดัชนี ค่าเฉลี่ยเวลาการไหลของงาน, ค่าเวลาสูงสุดของการไหลของงานและปริมาณงานระหว่างกระบวนการ เมื่อเพิ่มเงื่อนไขเวลาการขนส่งระหว่างสถานีเข้าไปในกฎการจัดลำดับงานทั้ง 3 กฎได้แก่ SPT, LPT และ WSPT สามารถทำให้ดัชนีวัดผลทั้ง 3 คำนี้นลดลงได้ และจากการวิเคราะห์ความไวของระบบยังยืนยันได้ว่าระบบนี้น่าเชื่อถือ

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] O. Holthaus, "Chandrasekharan Rajendran, Efficient dispatching rule for scheduling in job shop," *International Journal of Production Economics.*, Vol. 48, pp.87-105, 1997.
- [2] ทศนีย์ แก้วไพฑูรย์. *แนวทางการศึกษาการจัดตารางการผลิตแบบใหม่: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์.* สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม. ภาควิชาอุตสาหกรรม. คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2553.
- [3] ปารเมศ ชูติมา. *เทคนิคการจัดตารางการดำเนินงาน.* สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555.
- [4] C. Tsiushuang, "Dispatching Rules for Manufacturing Job-Shop Operations," *IFAC Proceedings Volumes.*, Vol.26, pp.975-978, 1993.
- [5] K. R. Baker and J. J. Kanet, "Job shop scheduling with modified due dates," *Journal of Operations Management.*, Vol.4, pp.11-22, 1983.