

## บทที่ 2

### ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับกระบวนการแบบแบตช์

#### ความนำ

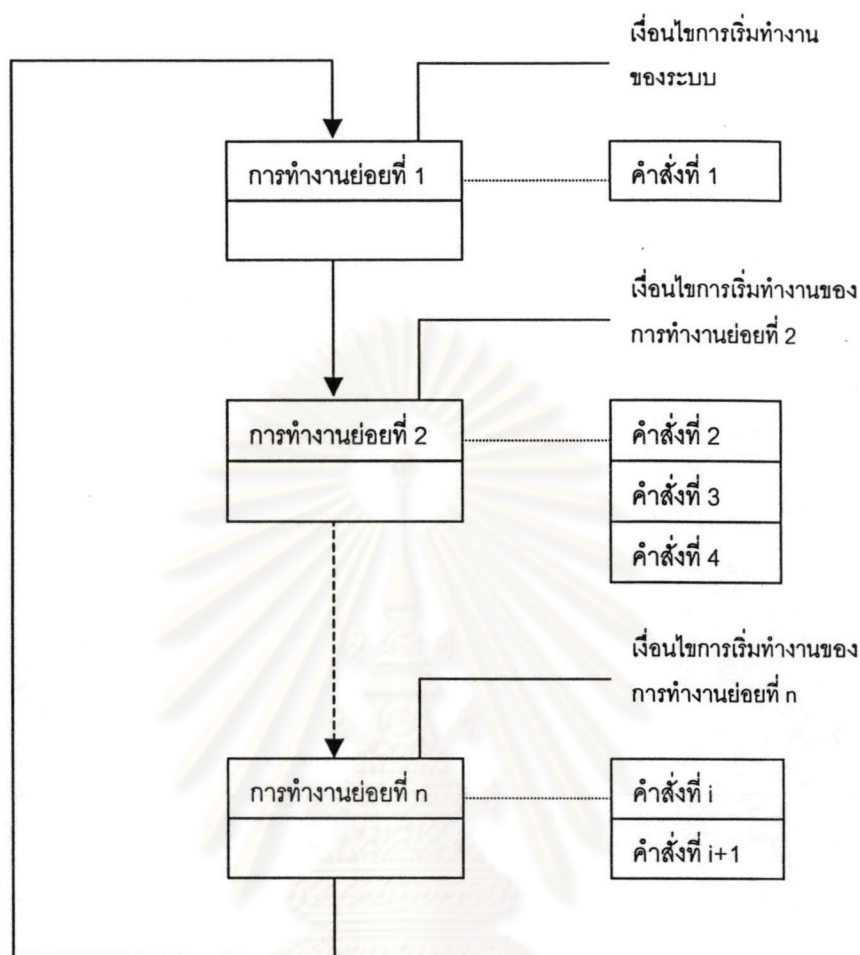
ในอุตสาหกรรมการผลิตนั้น กระบวนการผลิตจำนวนมากเป็นกระบวนการแบบแบตช์ ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิตแบบแบตช์มักเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตเป็นครั้งและครั้งละจำนวนมากๆ ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ได้กระบวนการผลิตแบบแบตช์ ได้แก่ อาหารสัตว์ ยา ไอศกรีม นม เบียร์ ผงซักฟอก เป็นต้น ลักษณะเฉพาะที่สำคัญอย่างหนึ่งของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการแบบแบตช์คือมีความเกี่ยวข้องกับส่วนผสม สูตรที่ใช้ในการผลิต ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์อย่างหนึ่งอาจมีผู้ผลิตหลายราย โดยมีความแตกต่างกันที่สูตรการผลิต

ในบทนี้ได้กล่าวถึงความรู้เบื้องต้นของกระบวนการแบบแบตช์ โดยเริ่มจากการอธิบายการควบคุมแบบลำดับ ซึ่งเป็นการควบคุมที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการควบคุมแบบลำดับ จากนั้นจะกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างการควบคุมแบบลำดับและการควบคุมแบบแบตช์ ส่วนสุดท้ายจะกล่าวถึงการทำงานกระบวนการแบบแบตช์และตัวอย่างของกระบวนการแบบแบตช์

#### การควบคุมแบบลำดับ [4]

การควบคุมลำดับ (Sequential Control) หมายถึงการควบคุมอุปกรณ์ เครื่องจักร หรือกระบวนการที่มีลักษณะการทำงานแบบลำดับขั้นให้สามารถทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่กำหนดไว้ โดยการทำงานหลักของระบบอาจถูกแบ่งเป็นขั้นตอนการทำงานย่อยๆ ภายในระบบ ซึ่งการควบคุมลำดับจะถูกกำหนดเป็นขั้นตอนที่แน่นอนตั้งแต่ก่อนเริ่มทำการผลิต การเริ่มต้นทำงานของแต่ละการทำงานย่อยนั้นขึ้นกับเงื่อนไขการเริ่มทำงานของระบบ ตัวอย่างของกระบวนการที่ถูกควบคุมโดยการควบคุมแบบลำดับ เช่น ระบบควบคุมระดับน้ำในถังพักน้ำ, ระบบการควบคุมสายพานลำเลียง, สัญญาณไฟจราจร, ลิฟต์ เป็นต้น

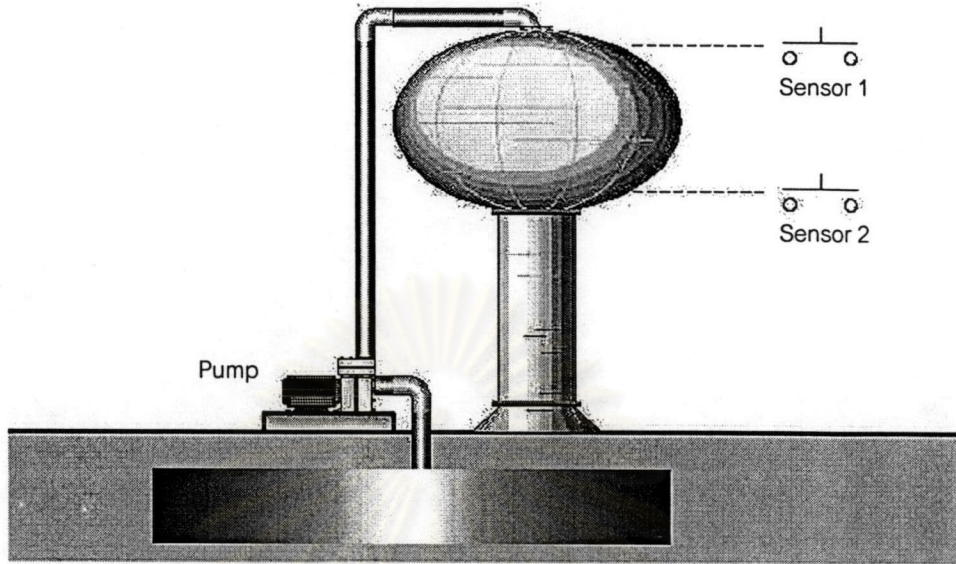
รูปแบบการควบคุมแบบลำดับแสดงดังรูป



รูปที่ 2.1 รูปแบบการควบคุมแบบลำดับ [4]

#### ตัวอย่างการควบคุมแบบลำดับ [4]

ในหัวข้อนี้ได้กล่าวถึงตัวอย่างการควบคุมระดับน้ำซึ่งเป็นการควบคุมแบบลำดับ การควบคุมระดับน้ำในถังพักน้ำเป็นการควบคุมการจ่ายน้ำเข้าถังให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม เมื่อน้ำในถังต่ำกว่าที่กำหนดมอเตอร์ปั้มน้ำจะเดินโดยอัตโนมัติเพื่อทำการสูบน้ำจากบ่อไปไว้ที่ถังจนกระทั่งน้ำอยู่ในระดับที่เหมาะสม โดยใช้สวิตซ์ลูกลอยเป็นตัวตรวจจับระดับน้ำในถังพักน้ำ แล้วควบคุมให้เปิด/ปิดปั้มน้ำโดยอัตโนมัติ แสดงดังรูป



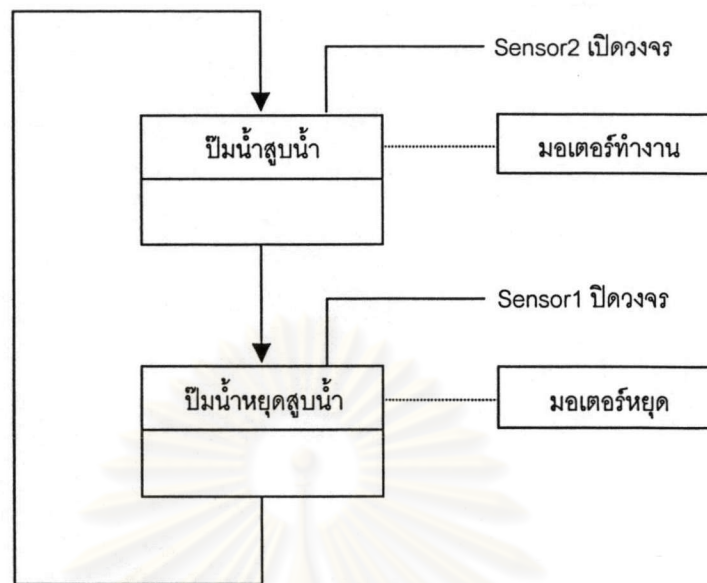
รูปที่ 2.2 แสดงการควบคุมระดับน้ำในถังพักน้ำ

การทำงานของระบบควบคุมระดับน้ำอธิบายได้ดังนี้

อุปกรณ์ในการควบคุมระดับน้ำประกอบด้วยตัวตรวจจับ Sensor1 และ Sensor2 เป็นตัวตรวจจับระดับน้ำในถัง เมื่อระดับน้ำท่วมหน้าสัมผัสตัวตรวจจับระดับจะเปลี่ยนสถานะจากวงจรเปิด (Open Circuit) ไปเป็นวงจรปิด (Closed Circuit) และมอเตอร์ที่ทำหน้าที่ในการสูบน้ำขึ้นสู่ถังพักน้ำ

การควบคุมการทำงานของปั้มน้ำเป็นการควบคุมแบบอัตโนมัติ เมื่อระดับน้ำในถังต่ำกว่าระดับ Low จะทำให้ Sensor 2 เปิดวงจร มอเตอร์จะทำงานโดยอัตโนมัติ จากนั้นเมื่อระดับน้ำเพิ่มขึ้นจนกระทั่งอยู่ในระดับ High จะทำให้ Sensor 1 ปิดวงจร มอเตอร์จะหยุดทำงาน หากมีการใช้น้ำในถังทำให้ระดับน้ำในถังลดลง การทำงานของปั้มน้ำจะเริ่มอีกครั้งเมื่อระดับน้ำในถังต่ำกว่าระดับ Low คือ Sensor 2 เปิดวงจรอีกครั้งนั่นเอง

ลำดับการทำงานของระบบควบคุมระดับน้ำแสดงดังรูป

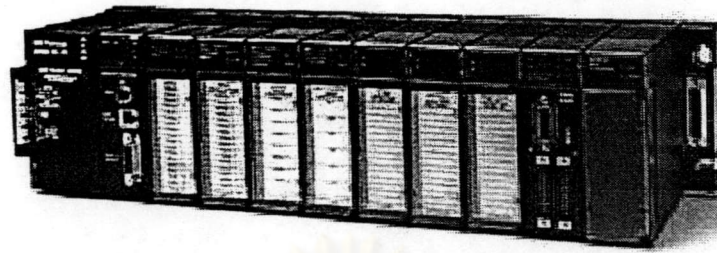


รูปที่ 2.3 ลำดับการทำงานของระบบควบคุมระดับน้ำ

### เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้และแผนภาพแลตเตอร์

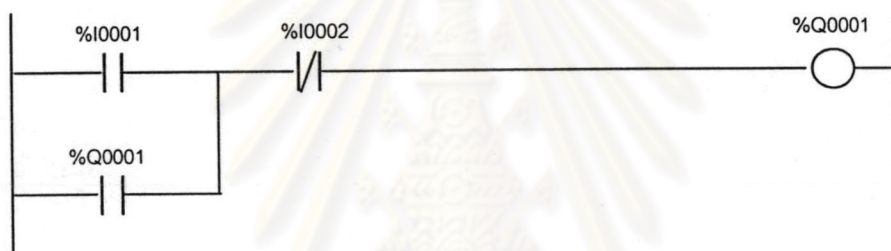
ในอดีตการควบคุมแบบลำดับนั้น ส่วนของวงจรควบคุมได้ใช้รีเลย์เป็นตัวควบคุม แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านไมโครโปรเซสเซอร์ได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ได้มีการนำไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้แทนรีเลย์ เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้คืออุปกรณ์ที่มีไมโครโปรเซสเซอร์เป็นส่วนควบคุมภายใน เพื่อควบคุมลำดับขั้นการทำงานของกระบวนการ โดยลำดับขั้นของการควบคุมสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมในหน่วยความจำ ภาษาที่ใช้ในการโปรแกรมมีหลายแบบ โดยขึ้นกับบริษัทที่ผลิต แต่ลักษณะการโปรแกรมที่นิยมคือการใช้แผนภาพแลตเตอร์

เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้แสดงดังรูป



รูปที่ 2.4 เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้

ตัวอย่างการโปรแกรม PLC โดยใช้แผนภาพแลตเตอร์แสดงดังรูป



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างแผนภาพแลตเตอร์

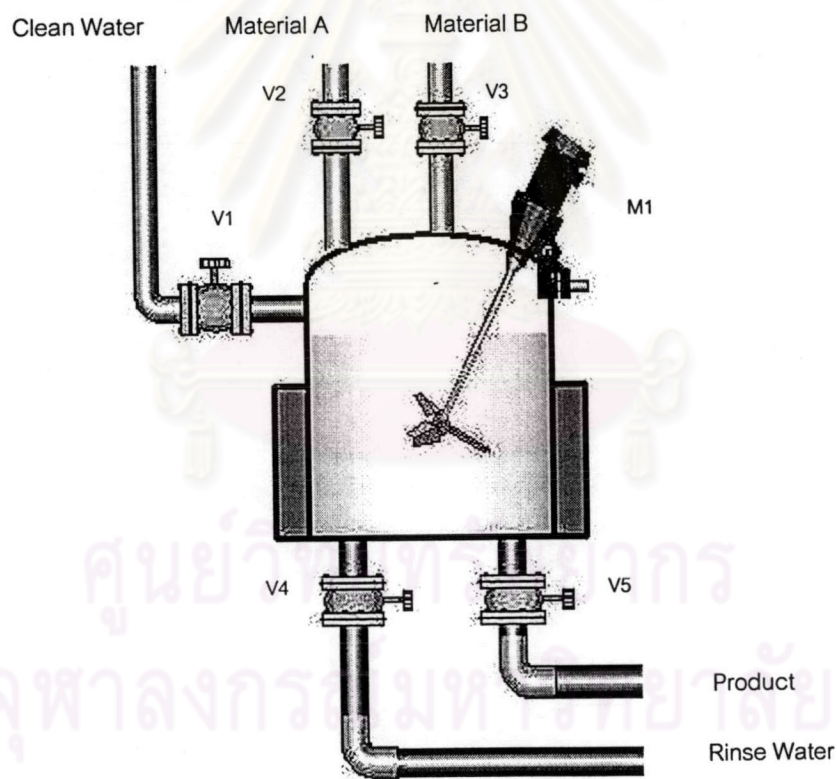
กระบวนการแบบเบตซ์ [5]

ในกระบวนการทางอุตสาหกรรมนั้น การทำงานส่วนหนึ่งเป็นกระบวนการแบบลำดับคือมีลักษณะการทำงานแบบมีลำดับขั้นตอนการทำงานที่แน่นอน และกระบวนการแบบลำดับนั้น ส่วนหนึ่งเป็นกระบวนการที่มีลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ออกจากกระบวนการเป็นกลุ่มก่อนที่มีปริมาณแน่นอน กระบวนการผลิตแบบนี้เรียกว่ากระบวนการผลิตแบบเบตซ์ กล่าวคือสรุปคือกระบวนการแบบเบตซ์เป็นกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมที่มีลักษณะการทำงานแบบเป็นลำดับและให้ผลผลิตของกระบวนการมีลักษณะลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ออกจากกระบวนการเป็นกลุ่มที่มีปริมาณแน่นอน ลักษณะการทำงานของกระบวนการแบบเบตซ์แสดงดังรูป



รูปที่ 2.6 กระบวนการแบบแบตช์

ตัวอย่างของกระบวนการแบบแบตช์ แสดงดังรูป



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างยูนิตกวนวัตถุดิบ [5]

จากรูปเป็นกระบวนการการกวนส่วนผสมทำหน้าที่กวนวัตถุดิบสองชนิด อุปกรณ์ภายในกระบวนการประกอบด้วย บั้ม วาล์ว มอเตอร์ใบกวน โดยการควบคุมการทำงานของกระบวนการกวนดังกล่าวเป็นการควบคุมแบบลำดับ

ลำดับการทำงานของเครื่องกวนแสดงดังตาราง

	1	2	3	4
	ใส่วัตถุดิบ	ดำเนินการกวน	ปล่อยวัตถุดิบออก	ล้างถังกวน
วาล์ว V1				
วาล์ว V2				
วาล์ว V3				
วาล์ว V4				
วาล์ว V5				
มอเตอร์ M1				

ตารางที่ 2.1 ลำดับการทำงานของเครื่องกวน

จากแผนภาพแสดงลำดับการทำงานของกรกวนประกอบด้วยขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คือขั้นตอนการใส่วัตถุดิบ เป็นการใส่วัตถุดิบลงในถัง วาล์ว V2 และ V3 จะอยู่ในสถานะเปิดเพื่อให้วัตถุดิบ A และ B ไหลเข้าสู่ถังกวน

ขั้นตอนที่ 2 คือขั้นตอนดำเนินการกวน เป็นการดำเนินการกวนวัตถุดิบที่อยู่ในถังให้เข้ากัน โดยการให้มอเตอร์ M1 ทำงานเพื่อให้ใบกวนหมุน

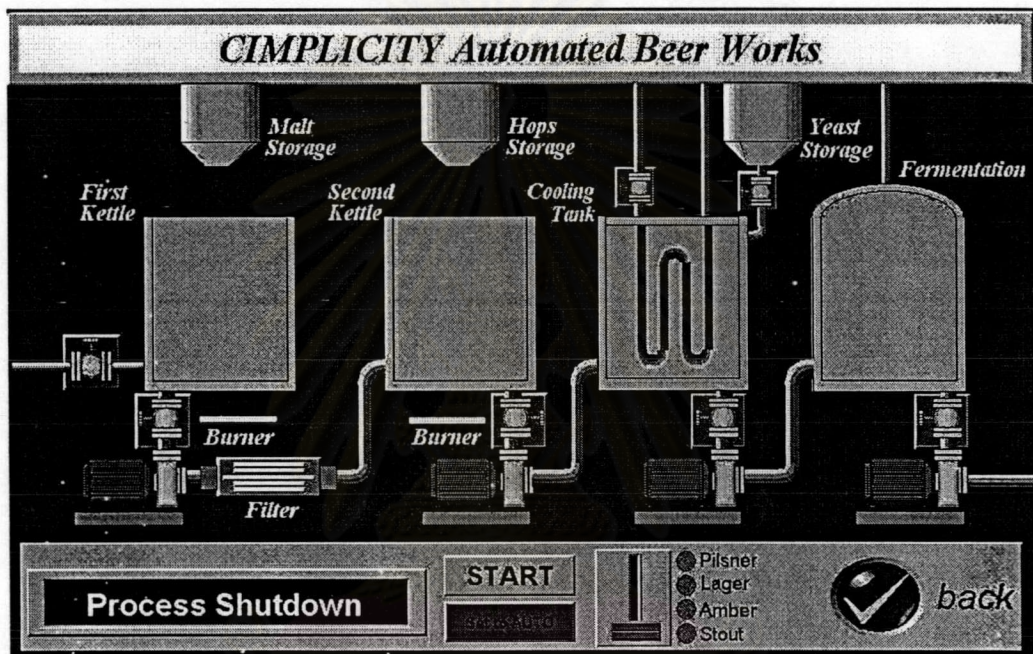
ขั้นตอนที่ 3 คือขั้นตอนปล่อยวัตถุดิบที่กวนเสร็จแล้วออกจากยูนิทการผลิต โดยให้ วาล์ว V5 อยู่ในสถานะเปิดเพื่อให้วัตถุดิบไหลออกจากถังกวน

ขั้นตอนที่ 4 คือขั้นตอนการล้างถังกวน เพื่อให้เกิดความสะอาดก่อนที่จะมีการดำเนินการกวนต่อไป โดยการให้วาล์ว V1 และ V4 จะอยู่ในสถานะเปิด และมอเตอร์ M1 ทำงาน

## ตัวอย่างการจัดแบ่งยูนิตภายในกระบวนการแบบแบตซ์

จากตัวอย่างของกระบวนการแบบแบตซ์เห็นว่าการทำงานของกระบวนการแบบแบตซ์ประกอบด้วยขั้นตอนการทำงานย่อยๆ หากกระบวนการมีขนาดใหญ่ทำให้อุปกรณ์ภายในกระบวนการมีจำนวนมาก อาจแบ่งกระบวนการเป็นส่วนย่อยๆ ที่เป็นอิสระต่อกัน เรียกว่า ยูนิต ซึ่งในแต่ละยูนิตประกอบด้วยขั้นตอนการทำงานย่อยๆ ภายใน

จากรูปกระบวนการผลิตเบียร์แสดงได้ดังรูป



รูปที่ 2.8 กระบวนการผลิตเบียร์

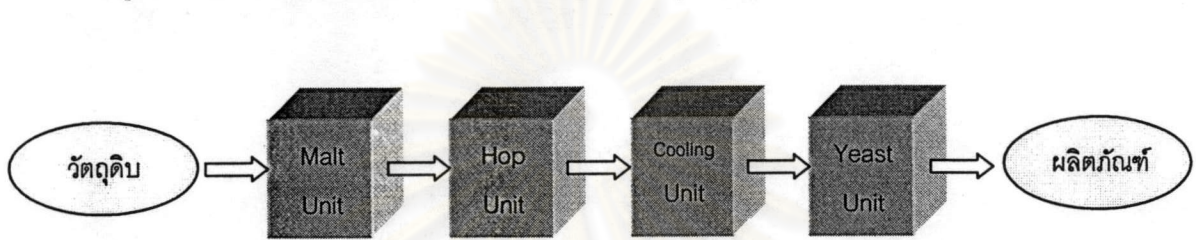
ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการผลิตเบียร์แสดงตามลำดับดังนี้

1. เปิดวาล์วเข้าใส่วัตถุดิบเข้าถังที่ 1
2. เปิดฝาของถังไซโลมอลต์ (Malt)
3. เปิด Burner ของถังที่ 1 เพื่อให้ความร้อน
4. เปิดวาล์วออกจากถังที่ 1 และเปิดปั๊มเพื่อให้วัตถุดิบไปที่ถังที่ 2
5. เปิดฝาของถังไซโลฮอป (Hop)
6. เปิด Burner ของถังที่ 2 เพื่อให้ความร้อน



7. เปิดวาล์วขาออกจากถังที่ 2 และเปิดปั๊มเพื่อให้วัตถุดิบไปที่ถังที่ 3
8. เปิดวาล์ว Cooling Tank เพื่อลดอุณหภูมิของวัตถุดิบ
9. เปิดวาล์วของดั่งยีสต์ (Yeast)
10. เปิดวาล์วขาออกจากถังที่ 3 และเปิดปั๊มเพื่อให้วัตถุดิบไปที่ถังที่ 4
11. หมักเบียร์ที่ถังที่ 4 รอจนครบเวลาที่กำหนด
12. เปิดวาล์วขาออกจากถังที่ 4

จากรูปกระบวนการผลิตเบียร์สามารถแบ่งเป็นยูนิทย่อยๆ ได้ดังรูป



รูปที่ 2.9 แบบจำลองของกระบวนการผลิตเบียร์

จากขั้นตอนการทำงานของกระบวนการผลิตเบียร์เห็นว่า หากขั้นตอนการทำงานเป็นลำดับขั้นตอนที่แน่นอน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงลำดับขั้นตอนแล้ว การควบคุมจะสามารถทำงานได้ดี แต่หากกระบวนการผลิตนั้นมีความต้องการในการผลิตสินค้ามากกว่าหนึ่งชนิด จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงสูตรการผลิตต่างๆ เพื่อให้สอดคล้องกับผลิตภัณฑ์แต่ละสูตร ตัวอย่างดังรูปกระบวนการผลิตเบียร์นั้น อาจสามารถผลิตเบียร์ได้มากกว่าหนึ่งสูตรโดยใช้ส่วนผสมในแต่ละสูตรและเวลาในแต่ละขั้นตอนการผลิตแตกต่างกัน จากตัวอย่างกระบวนการผลิตเบียร์หนึ่งกระบวนการ อาจผลิตเบียร์ สูตร Pilsner, สูตร Lager, สูตร Amber, สูตร Stout ได้ ซึ่งลักษณะการผลิตที่สามารถผลิตหลายผลิตภัณฑ์นั้นเป็นลักษณะเฉพาะอย่างหนึ่งของกระบวนการแบบแบตช์ ทำให้การควบคุมการทำงานเกิดความยุ่งยาก ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลง แก๊ซ ไพรแกรมแลตเตอร์เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการผลิต บทต่อไปจะกล่าวถึงมาตรฐานของ ISA - S 88.01-1995 ซึ่งเป็นมาตรฐานเกี่ยวกับการทำงานแบบแบตช์