# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันแหล่งน้ำเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคมีปริมาณจำกัด ในขณะที่ความต้องการน้ำสะอาดเพิ่มขึ้นตามการขยายตัวของที่อยู่อาศัยและโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งตั้งอยู่ในเขตอำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ก็ประสบปัญหาปริมาณน้ำประปาไม่เพียงพอต่อความต้องการและคุณภาพของน้ำที่ไม่เหมาะสมต่อการใช้งานภายในโรงงานเช่นเดียวกัน

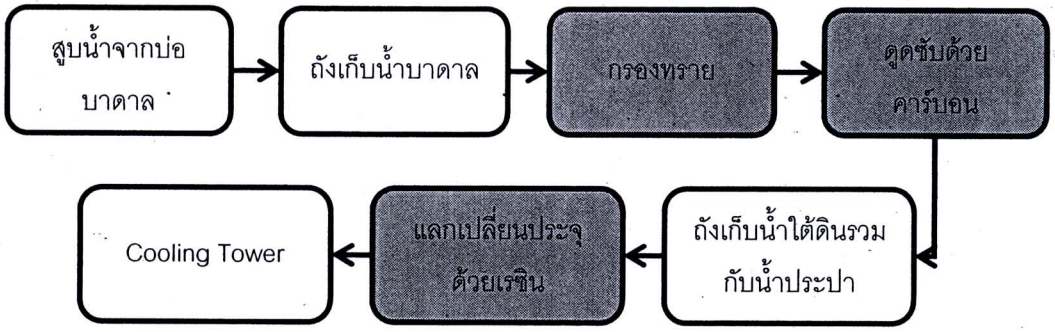
น้ำที่ใช้ในการอุปโภคและบริโภคของบริษัท มีปริมาณเฉลี่ย 450 ลบ.ม.ต่อวัน โดยมาจากการประปาส่วนภูมิภาค 90% และน้ำบาดาล 10% (ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยเมื่อ พ.ศ. 2552) ซึ่งแบ่งการใช้น้ำออกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

น้ำใช้สำหรับห้องน้ำพนักงาน
น้ำสำหรับ cooling Tower , chiller
น้ำดื่มสำหรับพนักงาน
น้ำ DI สำหรับกระบวนการผลิต
น้ำสำหรับซักชุดพนักงานและล้างภาชนะในโรงอาหาร
น้ำใช้สำหรับทำความสะอาดภายในและนอกอาคารรวมถึงน้ำที่ใช้รดน้ำต้นไม้

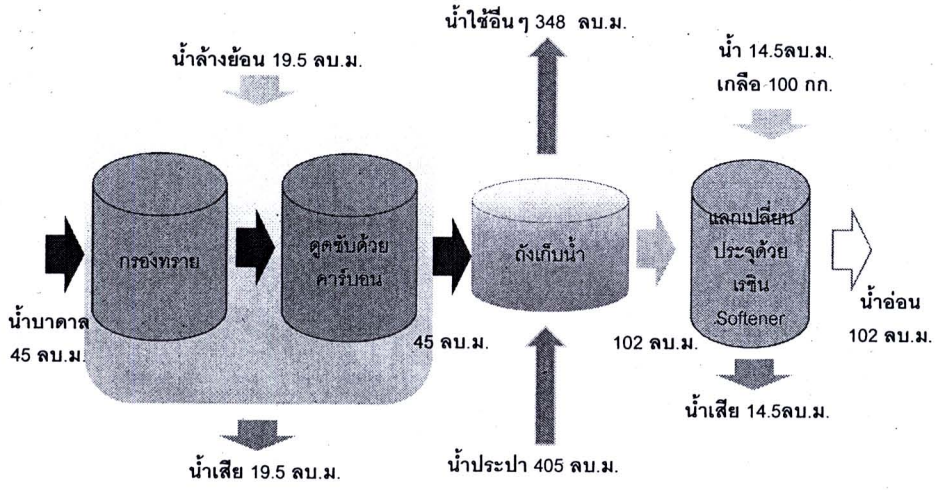
จากข้อมูลการใช้น้ำของโรงงานแห่งหนึ่งที่ผู้วิจัยได้ใช้เป็นกรณีศึกษาในการวิจัยนี้พบว่าจุดที่ใช้น้ำในปริมาณมากที่สุดคือน้ำป้อนสำหรับหอผึ่งเย็น (Make-up water) ซึ่งมีปริมาณการใช้มากกว่า 200 ลบ.ม.ต่อวันโดยที่น้ำจะหมุนเวียนอยู่ในระบบแลกเปลี่ยนความร้อนหรือ condenser ของเครื่องทำความเย็น (Chiller) ที่ใช้ในระบบปรับอากาศของโรงงานได้ 3-5 รอบ จากนั้นจะต้องระบายน้ำทิ้งไปเพื่อไม่ให้มีแร่ธาตุและเชื้อจุลินทรีย์สะสมในระบบ โดยน้ำที่นำมาหมุนเวียนในระบบจะต้องมีคุณสมบัติที่ไม่ก่อให้เกิดตะกรันและการกัดกร่อนผิวภายในท่อมากเกินไปเพื่อประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนความร้อนที่ดี คุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับใช้เติมหอผึ่งเย็นควรมี

ค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity) ≤ 300 µS/cm และมีค่าความกระด้างทั้งหมด (Total Hardness) น้อยกว่า 50 mg/l as $CaCO_3$ จะทำให้เพิ่มอัตราการหมุนเวียนน้ำและลดอัตราการระบายน้ำลงได้ เพื่อควบคุมคุณภาพน้ำให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดดังกล่าว ทางโรงงานจึงไม่สามารถใช้น้ำบาดาลเป็นน้ำป้อนหอผึ่งเย็นเพียงอย่างเดียว จำเป็นจะต้องนำน้ำประปามาผสมเพื่อเจือจางสารละลายต่างๆ ในน้ำเพื่อให้น้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ โดยคุณภาพของน้ำป้อนที่ได้จากการนำน้ำประปาผสมกับน้ำบาดาลที่ผ่านการกรองแล้วมีค่าความกระด้างทั้งหมดอยู่ในช่วง 0-150 mg/L as $CaCO_3$ ค่าความนำไฟฟ้าอยู่ในช่วงระหว่าง 300-1,200 µs/cm ขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำประปาจากการประปาส่วนภูมิภาค น้ำบาดาลที่สูบมาใช้ และสภาพของสารกรองรวมถึงเรซินแลกเปลี่ยนประจุ

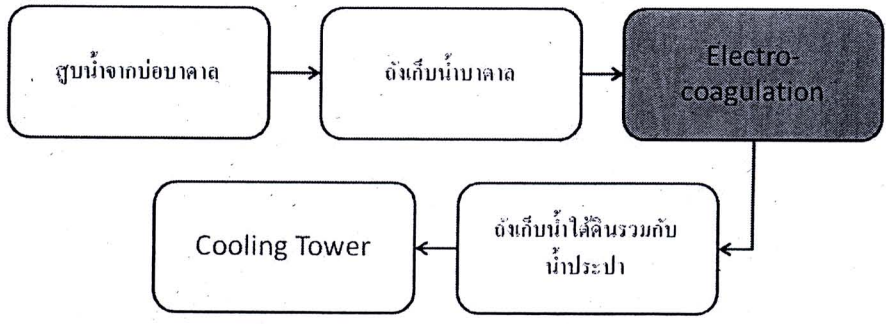
ดังนั้นน้ำที่ใช้เป็นน้ำป้อนสำหรับหอผึ่งเย็นจะต้องผ่านการปรับปรุงคุณภาพน้ำเบื้องต้นด้วยการกรองทราย ผ่านกระบวนการดูดซับด้วยคาร์บอนเพื่อกำจัดสารแขวนลอยและสารอินทรีย์ จากนั้นน้ำทั้งหมดจะผ่านหน่วยผลิตน้ำอ่อน (Softener) เพื่อกำจัดความกระด้าง ก่อนเติมในหอผึ่งเย็นดังแสดงในภาพที่ 1-a ถึงแม้ว่าหน่วยผลิตน้ำอ่อนจะสามารถกำจัดความกระด้างออกจากน้ำได้ อย่างไรก็ดีอัตราการกำจัดความกระด้างจะลดลงเมื่อเรซินเสื่อมสภาพตามการใช้งาน จึงต้องทำการฟื้นฟูสภาพเรซินด้วยสารละลายเกลือ นอกจากนี้ยังต้องทำการล้างย้อน (Backwash) ถังกรองทรายและถังดูดซับด้วยคาร์บอนเมื่อชั้นสารกรองเกิดการอุดตัน ทำให้มีน้ำเสียที่มีสารแขวนลอย และเกลือที่ต้องกำจัดต่อไป ในกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำนี้สามารถแสดงปริมาณน้ำที่เข้าและออกจากระบบในขั้นตอนต่างๆ ได้ดังภาพที่ 1-b และเนื่องจากโรงงานแห่งนี้ตั้งอยู่ในเขตลุ่มน้ำเจ้าพระยาจึงเข้าข่ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่องมาตรการควบคุมความสกปรกของน้ำทิ้งจากภาคอุตสาหกรรมเพื่อฟื้นฟูคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา พ.ศ. 2551 (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2551) ซึ่งกำหนดให้โรงงานที่ต้องการขออนุญาตตั้งหรือขยายโรงงานในพื้นที่ 9 จังหวัดที่มีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียที่สามารถนำน้ำเสียจากการประกอบกิจการกลับมาใช้ได้ทั้งหมด โรงงานจึงจำเป็นจะต้องมีระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถลดปริมาณการใช้น้ำในขั้นตอนการบำรุงรักษา ลดปริมาณของเสียที่ต้องกำจัด และไม่ขัดต่อกฎหมาย ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาแนวทางการใช้ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยกระบวนการไฟฟ้า-เคมี หรือ Electro-coagulation Process เพื่อใช้ทดแทนระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำแบบที่ใช้ในปัจจุบันดังแสดงในภาพที่ 1-c




(a)




(b)




(c)

ภาพที่ 1 (a) ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำปัจจุบัน (2553) (b) สมดุลมวลของน้ำที่ผ่านระบบการปรับปรุงคุณภาพน้ำเบื้องต้น (ลบ.มต่อวัน) (c) ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยกระบวนการไฟฟ้า-เคมีเพื่อทดแทนระบบเดิม

## 1.2 วัตถุประสงค์

ศึกษาความเป็นไปได้และประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้เติมหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) ในโรงงานอุตสาหกรรมด้วยกระบวนการไฟฟ้า-เคมี (Electro-coagulation) เพื่อทดแทนระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำแบบเดิมซึ่งคือการกรองทราย การดูดซับด้วยคาร์บอนและการแลกเปลี่ยนประจุด้วยเรซินในระบบทำน้ำอ่อน (Softener) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและลดปริมาณการใช้น้ำในการฟื้นฟูระบบ

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ทำการวิจัยในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลโดยวิธี Electro-coagulation ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อใช้เป็นน้ำป้อนสำหรับหอผึ่งเย็นโดยใช้น้ำบาดาลจากบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์แห่งหนึ่งใน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จังหวัดปทุมธานี โดยประเมินประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ การใช้พลังงงาน และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในขั้นตอนการใช้งานโดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1.3.1 ศึกษาข้อมูลปริมาณการใช้น้ำ วิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลโดยการกรองทราย ดูดซับด้วยคาร์บอน และแลกเปลี่ยนประจุด้วยเรซินสำหรับหอผึ่งเย็นขนาด 1500 ตันความเย็น

1.3.2 นำตัวอย่างน้ำบาดาลมาวิเคราะห์ค่าความนำไฟฟ้า ความขุ่น ค่าของแข็งละลายทั้งหมด ความกระด้างของน้ำ อุณหภูมิและปริมาณอลูมิเนียมในน้ำ

1.3.3 ทำการทดลองปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลด้วย Electro-coagulation โดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรงที่ระดับแรงดัน 5 Volt, 10 Volt, 15 Volt และ 20 Volt ตามลำดับ จากนั้นนำน้ำที่แยกตะกอนออกแล้วมาวิเคราะห์ค่าความกระด้าง ความขุ่น และปริมาณอลูมิเนียม ค่าดัชนี Langelier Saturation Index: LSI และ Ryznar Stability Index: RSI เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและสภาวะที่เหมาะสมในการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล

1.3.4 คำนวณขนาดถังปฏิกรณ์และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในขั้นตอนการใช้งานสำหรับอุตสาหกรรมที่มีความต้องการใช้น้ำ 120 ลบ.ม.ต่อวันโดยเปรียบเทียบกับการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยการกรองทราย ดูดซับด้วยคาร์บอนและการแลกเปลี่ยนประจุด้วยเรซิน