

## PERKEMBANGAN ILMU TEKNIK KIMIA DARI MASA PRA SEJARAH HINGGA MASA SEKARANG

**Dedy Anwar**

Email: [dedy.anwar@del.ac.id](mailto:dedy.anwar@del.ac.id)

Institut Teknologi Del, Indonesia

### ABSTRAK

Teknik Kimia adalah cabang ilmu teknik yang fokus pada pengaplikasian prinsip-prinsip kimia, fisika, matematika, dan ekonomi untuk merancang, mengembangkan, memproduksi, dan mengelola proses-proses industri yang melibatkan transformasi bahan kimia. Disiplin ini bertujuan untuk menciptakan proses yang efisien, aman, dan berkelanjutan dalam produksi berbagai produk kimia, material, dan energi. Pada masa sekarang masih banyak masyarakat yang mengidentikkan teknik kimia dan bidang ilmu kimia murni, oleh karena itu perlu ada artikel ataupun tulisan yang menjelaskan dasar dan sejarah dari teknik kimia. Penulisan artikel ini menggunakan metode sejarah untuk melacak bagaimana awal bidang ilmu kimia berkembang menjadi teknik kimia, sampai pada peranannya pada berbagai industri dalam masa revolusi industri dan masa sekarang. Dari penelusuran artikel sejarah ini ditemukan bahwa teknik kimia pertama sekali diperkenalkan dalam sebuah kuliah atau kursus di Britania Raya pada 1982 dan menjadi sebuah bidang keilmuan yang independen di Amerika pada 1880. Pada masa ini profesi insinyur kimia juga dipertegas dengan didirikannya asosiasi American Institute of Chemical Engineers (AIChE).

**Kata Kunci:** Teknik Kimia, Revolusi Industri, Didirikan.

### ABSTRACT

*Chemical Engineering is a branch of engineering that focuses on the application of principles from chemistry, physics, mathematics, and economics to design, develop, produce, and manage industrial processes involving the transformation of chemical substances. This discipline aims to create efficient, safe, and sustainable processes in the production of various chemical products, materials, and energy. In the present day, there is still a prevalent misconception among the public, equating chemical engineering with the pure field of chemistry. Therefore, there is a need for an article or writing that explains the fundamentals and history of chemical engineering. This article utilizes a historical method to trace the development of how the field of pure chemistry evolved into chemical engineering and its role in various industries during the industrial revolution and the present day. Through the exploration of historical articles, it was discovered that chemical engineering was first introduced as a course in the United Kingdom in 1882 and later became an independent field of study in America around 1880.*

*During this period, the profession of chemical engineering was further solidified with the establishment of the American Institute of Chemical Engineers (AIChE).*

**Keywords:** *Chemical Engineering, Industrial Revolution, Establishment.*

## 1. PENDAHULUAN

Masih banyak khalayak yang belum memahami profesi seorang insinyur teknik kimia. Tidak hanya kalangan masyarakat umum bahkan beberapa kalangan akademisi seperti siswa dari sekolah menengah atas yang akan masuk ke perguruan tinggi, bahkan yang sudah menjadi mahasiswa tidak mengetahui profil lulusan dari teknik kimia. Sangat umum dijumpai mahasiswa yang mengambil studi teknik kimia karena mereka menyukai mata pelajaran kimia ketika sekolah menengah atas (IChemE, 2014). Ada juga yang masuk program studi teknik kimia karena melihat orang tua ataupun keluarga yang merupakan lulusan teknik kimia mendapat pekerjaan yang bagus dan mapan dalam karirnya.

Pada dasarnya teknik kimia adalah bidang ilmu yang memadukan prinsip ilmu kimia dengan prinsip ilmu teknik untuk mengembangkan sebuah proses yang digunakan dalam industri kimia. Tujuan utama dari ilmu teknik kimia adalah untuk merancang, mengembangkan, dan mengoptimalkan proses produksi kimia, petrokimia, dan bioteknologi yang efisien, aman, dan ekonomis (Dudukovic, 2010; William & Sargent, 1990).

Saat ini insinyur atau lulusan teknik kimia banyak memegang peranan penting dalam dunia industri yang multidisiplin. Insinyur teknik kimia mampu berkontribusi dalam bidang ilmu molekuler maupun makro. Bidang keilmuan yang dicakup juga luas, meliputi bidang perminyakan, pertambangan, pengolahan sumber daya alam mineral, pengolahan biomassa bahkan pembuatan material. Sistem proses yang digunakan juga tidak terbatas pada proses kimia, tetapi juga mencakup bioproses.

Berangkat dari beberapa artikel mengenai ilmu teknik kimia, dalam tulisan ini akan dipaparkan mengenai sejarah bagaimana pertama kali profesi Insinyur kimia ada dan bagaimana sejarah terbentuknya Ilmu Teknik Kimia menjadi sebuah bidang keilmuan yang populer. Tujuan dari tulisan ini untuk memberikan pemahaman mengenai dasar ilmu teknik kimia, bidang keilmuan yang dicakup, dan profil insinyur teknik kimia sehingga memberikan wawasan lebih kepada khalayak umum yang ingin mengetahui atau bahkan memilih bidang teknik kimia sebagai

## 2. METODE PENELITIAN

Dalam penulisan artikel Perkembangan Ilmu Teknik Kimia dari Zaman Yunani Kuno Hingga Sekarang ini menggunakan metode review artikel. Dalam metode ini dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu: (1) Pemilihan topik, (2) Pengumpulan Pustaka, (3) Verifikasi dan Interpretasi, dan (4) Historiografi (Kuntowijoyo, 2012).

Dalam pemilihan topik, penulisan artikel ini dilakukan karena adanya kedekatan intelektual yang memang merupakan bidang keilmuan penulis. Tahapan kedua pengumpulan pustaka dilakukan untuk mendapatkan ide dalam merencanakan struktur artikel. Data sejarah yang digunakan dalam artikel ini merupakan sumber tertulis yang terdapat dalam beberapa jurnal ilmiah.

Dalam tahapan ketiga, jejak sejarah yang didapat dari sumber selain jurnal ilmiah perlu dilakukan verifikasi untuk menentukan kebenaran informasi. Sedangkan sumber yang didapat dari jurnal ilmiah bisa dituangkan langsung dalam tulisan tanpa melalui verifikasi lebih dalam. Tahapan selanjutnya adalah klasifikasi data berdasarkan struktur tulisan yang akan dibuat. Hal ini dilakukan agar dapat dilakukan interpretasi terhadap urutan sejarah dari awal hingga akhir. Dan tahap terakhir adalah menyusun tulisan sejarah yang utuh berdasarkan lingkup yang sudah ditetapkan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ilmu atau jurusan Teknik Kimia memiliki sejarah yang panjang dan kaya dalam perkembangannya. Perkembangan ilmu teknik kimia dimulai dari praktik ilmu kimia (chemistry). Perkembangan Teknik Kimia dibagi menjadi beberapa periode berdasarkan kemajuan abad yaitu:

### 1) Zaman Kuno - Abad Pertengahan

Rentang periode zaman yang dimaksud dalam sub-bab ini adalah dari Zaman kuno, Zaman kuno tengah, Abad Pertengahan awal sampai dengan Abad Pertengahan. Pada zaman kuno (4000 SM sampai 5 M) hingga Abad Pertengahan (5 sampai 15 M) tidak ditemukan bukti sejarah yang eksplisit menjelaskan mengenai Ilmu teknik kimia. Catatan sejarah terkait ilmu teknik kimia pada dalam rentang periode ini didapat dan disimpulkan dari beberapa artefak peninggalan sejarah yang diperkirakan memerlukan proses kimia.

Penggunaan dasar-dasar kimia dalam praktik teknik kimia yang telah ada sejak zaman ini misalnya, orang Mesir kuno dan Babilonia telah menggunakan pengetahuan kimia mereka

dalam pembuatan wine, bir, bahan gelas, pewarna, keramik, pengolahan logam, parfum hingga pada pembuatan obat-obatan. Pengetahuan mengenai pemrosesan perunggu dan logam lainnya telah ada di Mesir Kuno sejak 4000 SM. Hal ini diketahui dari penemuan benda seperti jarum, pahat dan sebagainya yang diperkirakan berasal dari zaman tersebut (Loyson, 2011).

Perkembangan lebih signifikan terjadi selama periode abad pertengahan, ketika penemuan bahan kimia semakin memudahkan manusia. Contohnya adalah produksi serbuk mesiu di Cina pada sekitar abad ke-9 M selama Dinasti Tang (Lorge, 2008). Selama periode ini, kayu menjadi sumber energi utama yang digunakan, karena sumber daya ini terbarukan, berkelanjutan, dan memiliki jejak karbon yang netral.

## 2) Renaissance (Abad Kebangkitan)

Renaissance adalah abad kebangkitan seni, budaya dan ilmu pengetahuan di Eropa (Abad 14 – 17 M). Pada masa ini, ilmu kimia dan praktiknya mengalami perkembangan yang signifikan. Dari catatan sejarah praktik ilmu kimia pada masa ini pernah dilakukan seorang ahli kimia yang juga seorang fisikawan Paracelsus (1493-1541) yang memperkenalkan era baru dunia medis yang dikenal sebagai *iatrochemistry* (Krebs, 1992).

Pada tahun 1661 Robert Boyle (1627-1691), ilmuwan kimia dari Inggris Raya mempublikasikan buku berjudul *The Skeptical Chymist* yang menjadi permulaan berakhirnya masa alkimia (ilmu yang menggabungkan unsur kimia, fisika, seni, astrologi, metalurgi, kedokteran yang bertujuan menemukan bagaimana cara alam bekerja sehingga kemudian dimanfaatkan untuk tujuan tertentu). Buku tersebut menjadi model pemikiran berbagai percobaan dalam ilmu kimia pada abad tersebut.

Ilmuan lainnya yang menjadi dasar perkembangan ilmu kimia pada abad selanjutnya adalah Goerg Ernst Stahl (1660-1743), seorang ilmuan Jerman yang mengemukakan teori mengenai pembakaran. Teori ini sangat penting sebagai dasar beberapa percobaan pembakaran dalam aplikasi lebih lanjut teknik kimia (Krebs, 1992)

## 3) Masa Revolusi Industri

Revolusi Industri dimulai pada akhir abad ke-18 dan berlanjut hingga abad ke-19. Ini adalah periode ketika produksi dan transportasi dunia mengalami perubahan revolusioner berkat perkembangan teknologi. Revolusi Industri membawa perubahan besar dalam produksi dan pengolahan bahan kimia. Pabrik-pabrik kimia, seperti pabrik pemurnian logam dan pembuatan pupuk, menjadi semakin penting (Peppas, 2008). Hal ini memicu kebutuhan akan

profesional yang memiliki pengetahuan dalam kimia untuk mengelola dan memperbaiki proses-proses industri ini. Ini mempengaruhi dramatis cara manusia hidup dan bekerja.

Pada awal abad ke-18, salah satu ilmuwan kimia asal Perancis yang sangat terkenal yaitu Antoine Laurent Lavoiser (1743-1794) menyumbangkan banyak kontribusi terhadap profesi kimiawan termasuk konsep penting bahwa seseorang harus melakukan pengukuran observasi dan menyimpan catatan tertulis yang akurat. Lavoisier mencampurkan zat, membakar bahan-bahan umum, dan menimbang serta mengukur hasilnya. Karyanya mengarah pada penemuan lebih dari 30 elemen. Lavoiser juga yang menjelaskan teori mengenai asam, basa, dan garam (Krebs, 1992).

Kemajuan dalam bidang kimia mengalami kemajuan signifikan selama abad ke-18 dan 19. Universitas dan industri menjadi pusat penelitian kimia, menghasilkan penemuan beragam jenis bahan kimia yang memiliki potensi untuk meningkatkan kualitas hidup manusia. Produksi amoniak untuk pupuk pertanian menghasilkan peningkatan produksi pangan yang substansial. Selain itu, proses Bessemer ditemukan untuk mengubah besi menjadi baja (Birat, 2004). Nitrogliserin dan TNT juga ditemukan, dengan Alfred Nobel menemukan dinamit pada tahun 1866 (Schantz, 2019). Pada periode ini, batubara menjadi sumber energi utama dan bahan baku untuk banyak proses kimia. Terutama, ini adalah masa di mana kimia berbasis batubara mulai berkembang. Meskipun ada kemajuan, pembuatan bahan kimia pada pertengahan abad ke-19 masih terbatas pada operasi kerajinan tangan yang berskala kecil. Peningkatan permintaan, perhatian terhadap dampak lingkungan akibat limbah beracun, dan persaingan antara berbagai proses mendorong dorongan untuk meningkatkan efisiensi. Inilah yang akhirnya mendorong peralihan dari produksi berbasis kerajinan tangan menjadi industri yang didasarkan pada ilmu pengetahuan.

Pada tahun 1823, di Inggris, terjadi pencapaian signifikan dalam industri kimia dengan pengembangan proses kimia volume besar pertama untuk produksi soda abu. Soda abu ini digunakan dalam pembuatan kaca dan sabun. Pada saat yang hampir bersamaan, kemajuan dalam kimia organik mendorong perkembangan proses kimia untuk menghasilkan pewarna sintetis dari batubara yang digunakan dalam industri tekstil, dimulai sekitar tahun 1850 (Rowe, 1930).

Pembentukan Teknik Kimia secara jelas dan signifikan dimulai pada akhir abad ke-19 dengan persaingan Britania Raya, Jerman dan Amerika Serikat dalam industri kimia. Persaingan ini menjadi sangat sengit dan keahlian rekayasa kimia sangat diminati. Di Jerman

meskipun perkembangannya sangat baik di universitas dan juga industri, pendidikan dalam kimia dan rekayasa kimia belum terformalisasi. Para mahasiswa pada dasarnya hanya memperoleh pengetahuan yang sekadar permukaan tentang proses kimia industri baru dalam mata kuliah kimia mereka. Operasi kolom distilasi, unit filtrasi, dan sejenisnya diajarkan di sekolah teknis, bukan di universitas. Misalnya, *The Technical University of Braunschweig* yang pada saat itu menawarkan kursus "industri", tetapi pandangan akademisi Liebig di Göttingen, Heidelberg, dan Berlin, itu tidak dianggap sebagai sebuah kuliah formal.

Kursus pertama dalam rekayasa kimia atau yang kemudian menjadi teknik kimia ditawarkan oleh penjelajah industri dari Manchester, Inggris, bernama George E. Davis (Peppas, 2008). Davis menobatkan dirinya sebagai seorang Insinyur Teknik Kimia (Cohen, 1996). Pada saat itu belum ada program pendidikan yang khusus terkait teknik kimia. Pendidikan rekayasa kimia atau teknik kimia masih berupa kursus. Kursus-kursus yang tercatat seperti pada tahun 1882, sejumlah kuliah tentang teknik kimia diselenggarakan di Inggris. Misalnya, University College London menawarkan kuliah dalam "teknologi kimia" pada tahun 1882, sementara Central College (yang kemudian menjadi Imperial College London) memberikan kuliah dalam teknik kimia pada tahun 1885 (Cohen, 1996).

Di Amerika pada akhir abad yang sama Lewis M. Norton (1855–1893) dari departemen kimia *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) menawarkan kursus baru dalam rekayasa kimia. Materi kursus sebagian besar diambil dari catatan Norton tentang praktik industri di Jerman, yang pada saat itu mungkin memiliki industri proses kimia paling maju di dunia. Kuliah-kuliah ini mencakup praktik industri kimia yang pada gilirannya mendorong pembentukan kurikulum teknik kimia pertama di MIT pada tahun 1888. Pada masa ini teknik kimia di MIT masih tergabung dalam departemen kimia hingga pada tahun 1921 menjadi Departemen Teknik Kimia (Peppas, 2012; Servos, 1980; Van Antwerpen, 1980). Selama 10 hingga 15 tahun berikutnya, berbagai universitas di Amerika Serikat mulai menawarkan program studi dalam bidang teknik kimia (Cohen, 1996). Terlihat pada Gambar 1. Dokumentasi yang menunjukkan laboratorium industri kimia di MIT pada tahun 1893.



Gambar 1. Laboratorium Industri Kimia di MIT tahun 1893.

(sumber: MIT museum dalam (Peppas, 2008))

Norton meninggal pada tahun 1893, Frank H. Thorpe, lulusan MIT yang pada tahun yang sama meraih gelar doktor dari Universitas Heidelberg, mengambil alih tanggung jawab atas kursus Norton. Lima tahun kemudian, ia menerbitkan yang mungkin dapat dianggap sebagai buku teks pertama tentang rekayasa kimia, berjudul *Outlines of Industrial Chemistry*. Buku teks ini menyebutkan perlakuan kimia terhadap produk-produk sampingan biologis, dan menjadi awal dari proses bioteknologi.

Di Inggris, selama periode yang sama, Davis melanjutkan penerbitan *Handbook of Chemical Engineering* (1901), yang direvisi dan diterbitkan dalam edisi kedua lebih dari 1.000 halaman pada tahun 1904. Buku teks Davis dianggap sangat penting karena memperkenalkan konsep "unit operasi," meskipun istilah itu sendiri baru diciptakan pada tahun 1915 oleh Arthur D. Little di MIT. Sebagaimana dikembangkan oleh kedua pria ini, "unit operasi" merujuk pada gagasan bahwa semua proses kimia dapat dianalisis dengan membaginya menjadi operasi-operasi yang berbeda, seperti distilasi, ekstraksi, filtrasi, dan kristalisasi, yang semuanya diatur oleh prinsip-prinsip tertentu. Namun, lebih dari segala hal, Davis bertanggung jawab atas penciptaan istilah rekayasa kimia untuk mendeskripsikan area rekayasa baru ini yang menangani masalah-masalah industri kimia.

Di Amerika Serikat, MIT dianggap sebagai universitas pertama yang menawarkan kurikulum empat tahun dalam rekayasa kimia pada tahun 1888. Universitas lain segera mengikuti contoh MIT: *University of Pennsylvania* (1894), *Tulane University* (1894), *University of Michigan* (1898), dan *Tufts University* (1898). Setiap program empat tahun dalam rekayasa kimia tersebut berada di bawah naungan departemen kimia.

#### 4) Abad 20 dan Abad 21

Pada masa ini keberadaan Teknik Kimia sebagai Bidang Keilmuan sudah sangat jelas. Selain karena sudah adanya kurikulum spesifik di berbagai perguruan tinggi, pada tahun 1908, *American Institute of Chemical Engineers* (AIChE) dibentuk untuk mempromosikan dan mewakili minat dalam bidang teknik kimia. Hal ini untuk memperlihatkan perbedaan antara insinyur mesin yang memahami aspek mekanik operasi proses, seperti aliran fluida dan perpindahan panas, dengan ilmuwan kimia yang memiliki pemahaman mendalam tentang kimia tetapi kurang dalam hal keterampilan proses. Kedua kelompok tersebut juga kurang memiliki latar belakang dalam ilmu pemisahan, yang sangat penting dalam industri proses kimia. Keberadaan AIChE juga menegaskan keberadaan Insinyur Kimia yang berbeda dari kedua disiplin ilmu tersebut (Reynolds, 1986). Di Inggris pada tahun 1921 organisasi serupa didirikan dengan nama *Institut of Chemical Engineers* (IChemE) (Cohen, 1996).

Dalam rentang abad ini, sejarah yang tercatat mengenai teknik kimia adalah perkembangan bidang keilmuan, misal pada 1930an dan 1940an sudah ada beberapa nomograf yang dikembangkan untuk membantu dalam merancang dan menganalisis operasi industri kimia. Selanjutnya pada tahun 1965an, teknologi berbasis komputer mulai tersedia, yang menjadi landasan bagi penggunaan komputer yang umum dalam disiplin ini saat ini. Pada 1980-2000, muncul berbagai industri baru yang mengandalkan keterampilan dasar insinyur kimia, termasuk industri mikroelektronika, farmasi, bioteknologi, dan teknologi nano (Favre et al., 2008).

Di Indonesia, teknik kimia pertama kali diperkenalkan dalam bentuk *Chemische Technologie Department* yang berada dibawah *Technische Hoogeschool* (THS) yang didirikan pemerintah Hindia Belanda di Bandung yang saat ini lebih dikenal dengan nama Institut Teknologi Bandung (ITB).

Teknik kimia modern mencakup jauh lebih dari sekadar rekayasa proses. Insinyur kimia saat ini terlibat dalam pengembangan dan produksi beragam produk, termasuk bahan kimia komoditas dan khusus. Produk-produk ini meliputi bahan berkinerja tinggi yang diperlukan untuk aplikasi penerbangan, otomotif, biomedis, elektronik, lingkungan, serta aplikasi antariksa dan militer. Contohnya termasuk serat ultra-kuat, kain, perekat, dan komposit untuk kendaraan, bahan yang kompatibel dengan tubuh untuk implan dan prostetika, gel untuk aplikasi medis, farmasi, dan film dengan properti dielektrik, optik, atau spektroskopik khusus untuk perangkat opto-elektronik.

Selain itu, ilmu teknik kimia sering terkait erat dengan biologi dan rekayasa biomedis. Banyak insinyur kimia bekerja pada proyek-proyek biologis seperti memahami biopolimer (protein) dan pemetaan genom manusia. Pendekatan lintas disiplin ini menyoroti peran yang beragam dan berkembang pesat yang mengharuskan insinyur kimia berperan dalam mengatasi tantangan kompleks dan mendorong inovasi di berbagai domain ilmiah dan teknologi.

#### **4. KESIMPULAN**

Teknik Kimia adalah bidang ilmu yang berasal dari keilmuan kimia dan ilmu mekanika yang kemudian menjadi bidang keilmuan yang mandiri pada awal abad ke-20. Teknik Kimia pertama sekali diperkenalkan sebagai mata kuliah atau kursus oleh George E. Davis di University College London, Inggris.

Pendidikan resmi Teknik Kimia selama 4 tahun pertama sekali diperkenalkan di Massachusetts Institute of Technology, Amerika pada tahun 1880 dalam departemen kimia. Teknik Kimia MIT secara resmi memisahkan diri menjadi program studi independen pada 1921. Asosiasi pertama teknik kimia dibentuk pada 1908 di Amerika dengan nama, American Institute of Chemical Engineers (AIChE). Asosiasi ini dibentuk untuk mempertegas bidang keilmuan dan profesi insinyur teknik kimia.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Birat, J. P. (2004). The relevance of Sir Henry Bessemer's ideas to the steel industry in the twenty-first century. *Ironmaking and Steelmaking*, 31(3), 183–189. <https://doi.org/10.1179/030192304225018145>
- Cohen, C. (1996). The Early History of Chemical Engineering: A Reassessment. *The British Journal for the History of Science*, 29(2), 171–194. <https://www.jstor.org/stable/4027832?seq=1&cid=pdf->
- Dudukovic, M. P. (2010). Reaction engineering: Status and future challenges. In *Chemical Engineering Science* (Vol. 65, Issue 1, pp. 3–11). <https://doi.org/10.1016/j.ces.2009.09.018>
- Favre, E., Falk, V., Roizard, C., & Schaer, E. (2008). Trends in chemical engineering education: Process, product and sustainable chemical engineering challenges. *Education for Chemical Engineers*, 3(1). <https://doi.org/10.1016/j.ece.2007.12.002>
- ICHEM. (2014). *Ten differences between chemistry and chemical engineering*.
- Krebs, R. E. (1992). *The History and Use of Our Earth's Chemical Elements: A Reference*

- Guide, Second Edition*. Greenwood Press.
- Kuntowijoyo. (2012). *Pengantar Ilmu Sejarah*. Tiara Wacana.
- Lorge, P. A. (2008). *The Asian military revolution : from gunpowder to the bomb*. Cambridge University Press.
- Loyson, P. (2011). Chemistry in the time of the pharaohs. *Journal of Chemical Education*, 88(2), 146–150. <https://doi.org/10.1021/ed100492a>
- M Rowe, D. J. (1930). *History of the chemical industry, 1750 to 1930*.
- Peppas, N. A. (2008, November 11). The First Century of Chemical Engineering. *Science History Institute - Distillations Magazine* “Unexpected Stories from Science’s Past.”
- Peppas, N. A. (2012). *One Hundred Years of Chemical Engineering: From Lewis M. Norton (M.I.T. 1888) to Present*. Springer Netherlands. <https://books.google.co.id/books?id=RWjoCAAAQBAJ>
- Reynolds, T. S. (1986). Defining Professional Boundaries: Chemical Engineering in the Early 20th Century. In *Source: Technology and Culture* (Vol. 27, Issue 4). <https://about.jstor.org/terms>
- Schantz, P. (2019, December 18). Alfred Nobel and his unknown coworker. *Norrbottens-Kuriren* “Kultur,” 21–23.
- Servos, J. W. (1980). *The Industrial Relations of Science: Chemical Engineering at MIT, 1900-1939*. <https://about.jstor.org/terms>
- Van Antwerpen, F. J. (1980). *The Origin of Chemical Engineering*. American Chemical Society.
- William, R., & Sargent, H. (1990). *What is chemical engineering?* <https://www.researchgate.net/publication/272091837>