

PENGARUH JARAK CELAH TERHADAP KECEPATAN LAJU KOROSI CELAH BAJA SS 400 DAN KUNINGAN C27000

Darmawi Bayin^{*}, Sonny Pramanda

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya Kampus Indralaya,
Jalan Raya Palembang – Prabumulih Km.32
Indralaya-30662

*e-mail: keronteng@gmail.com

Abstrak

Korosi adalah musuh besar dalam dunia industri, telah banyak kasus kerugian yang disebabkan oleh korosi. Korosi dapat didefinisikan sebagai serangan tidak sengaja yang merusak logam dan berlangsung secara elektrokimia dengan lingkungan. Korosi celah adalah salah satu jenis korosi yang sering dijumpai di bidang industri. Korosi celah adalah jenis korosi yang terjadi dicelah yang terbentuk baik oleh dua permukaan logam ataupun permukaan logam dan non-logam. Korosi jenis ini terjadi akibat perbedaan konsentrasi oksigen didaerah dalam celah dan daerah luar celah yang terbentuk oleh dua permukaan logam. Logam baja dan kuningan adalah logam yang sering mengalami korosi celah, sambungan kedua logam ini banyak terdapat pada tube-tube yang sering dipakai pada dunia industri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami dan menganalisa pengaruh jarak celah terhadap kecepatan laju korosi baja dan kuningan dilingkungan amoniak. Dari penelitian didapat bahwa laju korosi baja pada lingkungan amoniak lebih tahan terhadap korosi dibandingkan dengan kuningan. Laju korosi baja yang berdiri sendiri pada lingkungan amoniak pada perendaman 168 jam adalah 0,4227 Mpy, perendaman 336 jam adalah 0,2025 Mpy, dan perendaman 504 jam adalah 0,7554 Mpy, sedangkan potensial pada logam baja saat berdiri sendiri adalah sebesar -130. Laju korosi kuningan yang berdiri sendiri pada lingkungan amoniak pada perendaman 168 jam adalah 9,3012 Mpy, pada perendaman 336 jam adalah 10,2956 Mpy, dan perendaman 504 jam adalah 20,1439 Mpy, sedangkan potensial pada logam kuningan saat berdiri sendiri adalah sebesar -1191. Ketika digabungkan membentuk celah laju korosi baja meningkat diakibatkan potensial logam tersebut menjadi semakin aktif, sedangkan potensial logam kuningan semakin pasif membuat laju korosi kuningan menurun. Peningkatan laju korosi baja setelah membentuk celah adalah, pada saat perendaman 168 jam sebesar 32%, pada perendaman 336 jam sebesar 38%, dan pada perendaman 504 jam sebesar 10%. Potensial baja yang membentuk celah tanpa jarak adalah sebesar -518, dengan jarak 0,23937 mm adalah sebesar -288, dengan jarak 0,39895 mm adalah sebesar -289. Penurunan laju korosi tersebut pada perendaman 168 jam sebesar 34%, pada perendaman 336 jam sebesar 40%, dan perendaman 504 jam sebesar 60%. Potensial kuningan yang membentuk celah tanpa jarak adalah sebesar -632, dengan jarak 0,23937 mm adalah sebesar -560, dengan jarak 0,39895 mm adalah sebesar -604.

Kata Kunci: Korosi Celah, Baja SS 400, Kuningan C27000

1. PENDAHULUAN

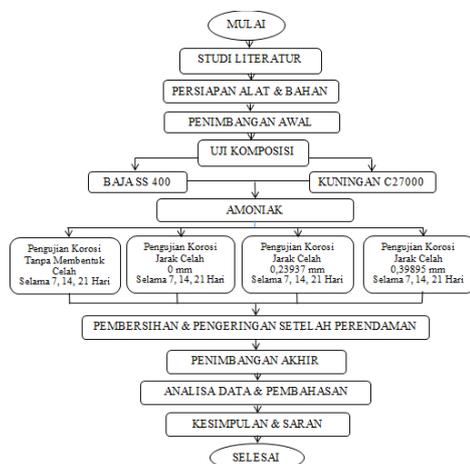
Era modern saat ini mendorong setiap perusahaan khususnya pada bidang industri untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi. Karenanya segala faktor yang dapat mengurangi proses produksi perlu diberikan perhatian khusus. Korosi adalah salah satu contoh faktor yang dapat

mengurangi efisiensi proses produksi. Indonesia merupakan negara yang memiliki kemungkinan besar untuk mengalami korosi, dikarenakan dua pertiga negara kita terdiri dari lautan dan terletak didaerah tropis dengan curah hujan yang tinggi dan kandungan senyawa klorida yang tinggi [1]. Korosi celah adalah salah satu jenis korosi yang

sering dijumpai di bidang industri. Korosi ini umumnya menyerang daerah celah sambungan las. Dampak dari korosi ini selain menyebabkan kerugian juga dapat mengancam keselamatan kerja. Kuningan dan baja adalah logam yang umum dipakai pada industri teknik. Akan tetapi pada kondisi dan lingkungan tertentu kedua logam ini masih dapat terserang korosi dikarenakan lingkungannya yang bersifat sangat korosif. Dari uraian diatas maka perlu diadakan penelitian pengaruh jarak celah terhadap laju jenis korosi celah pada logam baja dan kuningan dengan media korosif larutan amoniak. Adapun permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini yaitu pengaruh jarak celah terhadap laju korosi Baja SS 400 dan Kuningan C27000 dengan media korosif 2% larutan amoniak dihitung dari volume serta pengaruh laju korosi Baja SS 400 dan Kuningan C27000 dengan memberikan celah dan tanpa memberikan celah pada kedua permukaan logam tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa dan memahami pengaruh jarak celah sambungan logam terhadap laju korosi dan memahami dan mempelajari potensial logam pada larutan amoniak serta menganalisa dan memahami pengaruh celah dan tanpa celah permukaan terhadap serangan korosi.

2. METODOLOGI

Penulis menggunakan urutan kerja pada waktu penelitian ini dapat dilihat pada prosedur penelitian pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

Prosedur dalam pengambilan data dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan, yaitu :

1. Persiapan Penelitian :
 - a. Persiapan spesimen uji
 - b. Persiapan alat-alat pengujian
2. Siapkan spesimen plat Baja dan Kuningan dengan ukuran 4 x 10 cm dengan tebal 2 mm sebanyak 9 pasang dan 4 x 5 cm dengan tebal

2 mm sebanyak 4 pasang masing-masing untuk setiap spesimen :

- a. 3 pasang spesimen ukuran 4 x 10 cm, Baja dan Kuningan disatukan tanpa memberi celah yang direndam didalam larutan amoniak
- b. 3 pasang spesimen ukuran 4 x 10 cm, Baja dan Kuningan disatukan dengan memberikan celah kertas jilid bening 3 buah diantara kedua spesimen yang direndam didalam larutan amoniak
- c. 3 pasang spesimen ukuran 4 x 10 cm, Baja dan Kuningan disatukan dengan memberikan celah kertas jilid bening 5 buah diantara kedua spesimen yang direndam didalam larutan amoniak
- d. 3 buah spesimen Baja ukuran 4 x 5 cm direndam dalam larutan amoniak, masing masing dalam wadah yang terpisah
- e. 3 buah spesimen Kuningan ukuran 4 x 5 cm direndam dalam larutan amoniak, masing masing dalam wadah yang terpisah
- f. 1 pasang spesimen yang direndam dalam larutan amoniak untuk mengukur potensial logam.

3. Amplas spesimen hingga permukaan benar-benar rata
4. Untuk spesimen berukuran 4 x 10 cm yang akan disatukan, permukaan yang berada diluar celah dilapisi dengan menggunakan isolasi.
5. Penimbangan berat awal spesimen tujuannya untuk mengetahui perbedaan sebelum dan sesudah dilakukan perendaman.
6. Menentukan Volume Uji Rendam
Volume larutan perendaman adalah 2 % larutan amoniak dihitung dari 1 liter volume.
7. Siapkan 15 wadah perendaman yang telah diisi larutan amoniak. Rendam Baja dan Kuningan masing masing setiap 1 pasang spesimen ukuran 4 x 10 cm 1 wadah perendaman dan untuk ukuran 4 x 5 cm setiap 1 buah spesimen 1 wadah perendaman. Kemudian diamkan setiap variasi jarak celah spesimen selama 168 jam (7 hari), 336 jam (14 hari) dan 480 jam (20 hari).
8. Setelah 168 jam, 336 jam dan 480 jam direndam, kemudian spesimen dibersihkan dan dikeringkan.
9. Bersihkan spesimen kemudian ditimbang.
10. Analisa perbandingan laju korosi antara spesimen yang membentuk celah tanpa jarak, jarak celah 3X kertas jilid bening, dan jarak celah 5X kertas jilid bening setiap variasi lama perendaman di dalam larutan amoniak.

2.1 Pengujian Komposisi Kimia

Dilakukan pengujian komposisi kimia logam baja dan kuningan dengan menggunakan alat uji PMI yang akan dilakukan di Laboratorium Inspeksi Teknik PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang.



Gambar 2. Alat Uji Komposisi PMI (*Positive Material Identification*)

2.2 Pengujian Korosi

Dilakukan pengujian korosi pada baja dan kuningan dengan menggunakan metode *immersion total* yaitu spesimen dicelupkan di media korosif larutan amoniak. Pengujian ini akan dilakukan di Laboratorium Kimia Unit Proses Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya selama 7 hari, 14 hari dan 21 hari. Sebelum dilakukan perendaman terlebih dahulu spesimen baja dan kuningan ditimbang menggunakan neraca analitis dan dilakukan juga penimbangan akhir setelah dilakukan perendaman selama 7 hari, 14 hari dan 21 hari.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian ini dilakukan pada dua titik permukaan spesimen baja yang berdimensi 100 x 50 mm dengan tebal 2 mm. Hasil dari pengujian tersebut membuktikan bahwa spesimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah termasuk dalam klasifikasi baja karbon tinggi dikarenakan kandungan karbon yang dimiliki spesimen tersebut mengandung 0,772 % dimana pada umumnya jenis baja karbon tinggi yaitu mengandung unsur karbon sebesar 0,6 % - 1,4 %. Pengujian spesimen baja ini dilakukan di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang dengan menggunakan alat uji komposisi PMI (*Positive Material Identification*).

Tabel 1. Komposisi Kimia Baja (% Berat)

Unsur	Kandungan (% Berat)
Fe	96,7
C	0,772
Si	0,353
Mn	0,747
Cr	0,115
Mo	0,0773
Ni	0,0983
Al	0,152
Co	0,0616
Cu	0,0219
Nb	0,105
Ti	0,0189
V	0,0478
W	0,619
Pb	0,0952

Hasil dari pengujian komposisi kimia pada spesimen kuningan membuktikan bahwa spesimen tersebut termasuk dalam jenis kuningan

alpha-beta (*Muntz*). Hal ini dikarenakan spesimen kuningan memiliki kandungan tembaga antara 65 – 55% dan kandungan seng antara 35 – 45%. Pengujian spesimen kuningan ini dilakukan di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang dengan menggunakan alat uji komposisi spektograf.

Tabel 2. Komposisi Kimia Kuningan (% Berat)

Ele	Unsur Kandungan %	$\pm 2\sigma$
Cu	64,54	0,55
Zn	35,41	0,47

3.2 Hasil Pengujian Korosi

Pada pengujian korosi ini menggunakan metode *immersion total* yang dimana material dicelup atau direndamkan pada media korosif larutan amoniak. Perendaman ini dilakukan selama 7 hari, 14 hari, dan 21 hari. Maka akan diketahui pengurangan berat dari spesimen yang berguna untuk menghitung laju korosi dari spesimen selama perendaman dilakukan. Penghitungan dimensi ketebalan juga diperlukan untuk menghitung luas permukaan dari spesimen tersebut.

Tabel 3. Penimbangan Berat Baja

Waktu (Jam)	Jarak Celah (mm)	Larutan Amoniak		
		Berat Awal (W_0) (gram)	Berat Akhir (W_1) (gram)	Berat Hilang (ΔW) (gram)
168	Berdiri Sendiri	38,5444	38,5372	0,0072
	0	76,3670	76,3159	0,0511
	0,23937	76,2005	76,1506	0,0499
	0,39895	77,4082	77,3643	0,0439
336	Berdiri Sendiri	38,0840	38,0771	0,0069
	0	79,1915	79,0647	0,1268
	0,23937	76,5154	76,3925	0,1229
	0,39895	75,1196	75,0061	0,1135
504	Berdiri Sendiri	39,6672	39,6286	0,0386
	0	75,7453	75,5986	0,1467
	0,23937	76,6033	76,4796	0,1237
	0,39895	76,4477	76,3636	0,0841

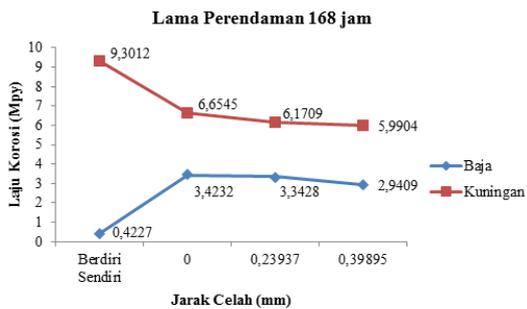
Tabel 4. Penimbangan Berat Kuningan

Waktu (Jam)	Jarak Celah (mm)	Larutan Amoniak		
		Berat Awal (W_0) (gram)	Berat Akhir (W_1) (gram)	Berat Hilang (ΔW) (gram)
168	Berdiri Sendiri	43,6839	43,4683	0,2156
	0	68,1329	68,0297	0,1032
	0,23937	67,8306	67,7349	0,0957
	0,39895	67,8941	67,8012	0,0929
336	Berdiri Sendiri	43,6824	43,2051	0,4773
	0	67,4301	67,2360	0,1941
	0,23937	68,0194	67,8242	0,1952
	0,39895	67,9328	67,7436	0,1892
504	Berdiri Sendiri	43,1054	41,7046	1,4008
	0	67,8537	67,4558	0,3979
	0,23937	67,7252	67,3289	0,3963
	0,39895	67,9608	67,5794	0,3814

Hasil pegujian berat yang hilang dapat memudahkan untuk mencari laju korosi tiap spesimen. Perhitungan laju korosi ini berdasarkan pada standar perhitungan ASTM G31-72 :

Tabel 5. Perhitungan Laju Korosi Spesimen Baja dan Kuningan

Waktu (Jam)	Jarak Celah (mm)	Laju Korosi	
		Baja (Mpy)	Kuningan (Mpy)
168	Berdiri Sendiri	0,4227	9,3012
	0	3,4232	6,6545
	0,23937	3,3428	6,1709
	0,39895	2,9409	5,9904
336	Berdiri Sendiri	0,2025	10,2956
	0	4,2472	6,2579
	0,23937	4,1166	6,2934
	0,39895	3,8017	6,0999
504	Berdiri Sendiri	0,7554	20,1439
	0	3,2759	8,5524
	0,23937	2,7623	8,5181
	0,39895	1,8780	8,1978



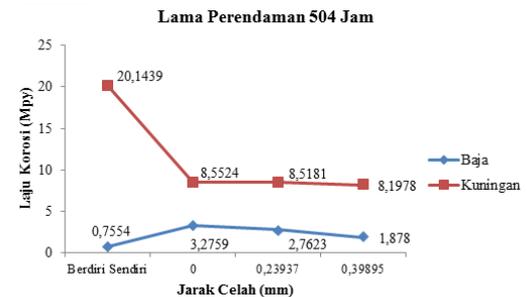
Gambar 3. Grafik Laju Korosi Perendaman 168 Jam

Grafik pada gambar 3 menunjukkan tingkat laju korosi baja dan kuningan pada perendaman 168 jam yang berdiri sendiri, digabungkan tanpa jarak, dan digabungkan dengan memberi celah dilingkungan amoniak. Laju korosi baja yang berdiri sendiri cenderung meningkat dibandingkan dengan logam baja yang telah membentuk celah dengan logam kuningan. Peningkatan laju korosi tersebut berkisar sebesar 32%. Sedangkan laju korosi kuningan yang berdiri sendiri cenderung menurun setelah membentuk celah dengan logam baja. Penurunan laju korosi tersebut berkisar sebesar 34%.



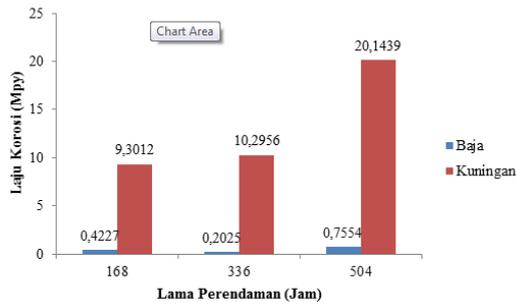
Gambar 4. Grafik Laju Korosi Perendaman 336 Jam

Grafik pada gambar 4 menunjukkan tingkat laju korosi baja dan kuningan pada perendaman 336 jam yang berdiri sendiri, digabungkan tanpa jarak, dan digabungkan dengan memberi celah dilingkungan amoniak. Laju korosi baja yang berdiri sendiri cenderung meningkat dibandingkan dengan logam baja yang telah membentuk celah dengan logam kuningan. Peningkatan laju korosi tersebut berkisar sebesar 38%. Sedangkan laju korosi kuningan yang berdiri sendiri cenderung menurun setelah membentuk celah dengan logam baja. Penurunan laju korosi tersebut berkisar sebesar 40%.



Gambar 5. Grafik Laju Korosi Perendaman 504 Jam

Grafik pada gambar 5 menunjukkan tingkat laju korosi baja dan kuningan pada perendaman 504 jam yang berdiri sendiri, digabungkan tanpa jarak, dan digabungkan dengan memberi celah dilingkungan amoniak. Laju korosi baja yang berdiri sendiri cenderung meningkat dibandingkan dengan logam baja yang telah membentuk celah dengan logam kuningan. Peningkatan laju korosi tersebut berkisar sebesar 10%. Sedangkan laju korosi kuningan yang berdiri sendiri cenderung menurun setelah membentuk celah dengan logam baja. Penurunan laju korosi tersebut berkisar sebesar 60%.



Gambar 6. Diagram Perbandingan laju Korosi Baja dan Kuningan yang Berdiri Sendiri.

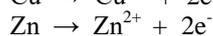
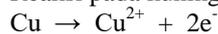
Grafik diatas menunjukkan perbandingan laju korosi antara baja dan kuningan yang berdiri sendiri di lingkungan amoniak. Laju korosi kuningan dilingkungan amoniak lebih ganas dibandingkan laju korosi baja. Laju korosi kuningan yang tinggi ini dapat terbukti dengan potensial logam kuningan di lingkungan amoniak yang sangat aktif sebesar -1191 . Sedangkan potensial untuk logam baja lebih pasif daripada kuningan yaitu sebesar -130 . Sehingga baja lebih katodik dan kuningan menjadi lebih anodik yang membuat kuningan sangat ganas terserang korosi. Dan sebaliknya terhadap baja lebih tahan terhadap korosi. Pengujian korosi celah dilakukan dengan cara merendam Baja SS 400 dan Kuningan C27000 yang telah digabungkan dengan membentuk celah dilingkungan amoniak. Adapun mekanisme korosi celah yang terjadi pada baja dan kuningan dilingkungan amoniak dapat diwakili pada persamaan reaksi berikut ini :

Dalam celah :

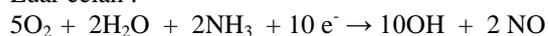
Reaksi pada baja :



Reaksi pada kuningan :



Luar celah :



Baja dan kuningan teroksidasi didaerah dalam celah pada lingkungan amoniak. Kedua logam tersebut melepas elektron sebanyak valensi yang dimiliki oleh logam paduannya. Elektron yang dilepas oleh kedua logam tersebut bermuatan bebas sehingga elektron tersebut bergerak menuju daerah yang banyak mengandung oksigen. Daerah yang banyak mengandung oksigen adalah daerah luar celah. Pada daerah luar celah, elektron tersebut bereaksi dengan oksigen, air, dan amoniak. Reaksi yang terjadi diluar celah tersebut menghasilkan 10 OH dan 2 NO.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai pengaruh jarak celah terhadap kecepatan laju korosi celah baja ss 400 dan

kuningan c27000 dilingkungan amoniak didapat bahwa laju korosi baja pada lingkungan amoniak lebih tahan terhadap korosi dibandingkan dengan kuningan. Laju korosi baja yang berdiri sendiri pada lingkungan amoniak pada perendaman 168 jam adalah 0,4227 Mpy, perendaman 336 jam adalah 0,2025 Mpy, dan perendaman 504 jam adalah 0,7554 Mpy, sedangkan potensial pada logam baja saat berdiri sendiri adalah sebesar -130 . Laju korosi kuningan yang berdiri sendiri pada lingkungan amoniak pada perendaman 168 jam adalah 9,3012 Mpy, pada perendaman 336 jam adalah 10,2956 Mpy, dan perendaman 504 jam adalah 20,1439 Mpy, sedangkan potensial pada logam kuningan saat berdiri sendiri adalah sebesar -1191 . Ketika digabungkan membentuk celah laju korosi baja meningkat diakibatkan potensial logam tersebut menjadi semakin aktif, sedangkan potensial logam kuningan semakin pasif membuat laju korosi kuningan menurun. Peningkatan laju korosi baja setelah membentuk celah adalah, pada saat perendaman 168 jam sebesar 32%, pada perendaman 336 jam sebesar 38%, dan pada perendaman 504 jam sebesar 10%. Potensial baja yang membentuk celah tanpa jarak adalah sebesar -518 , dengan jarak 0,23937 mm adalah sebesar -288 , dengan jarak 0,39895 mm adalah sebesar -289 . Penurunan laju korosi tersebut pada perendaman 168 jam sebesar 34%, pada perendaman 336 jam sebesar 40%, dan perendaman 504 jam sebesar 60%. Potensial kuningan yang membentuk celah tanpa jarak adalah sebesar -632 , dengan jarak 0,23937 mm adalah sebesar -560 , dengan jarak 0,39895 mm adalah sebesar -604 .

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Asdim (2001) 'Pengaruh Senyawa n-Alkilamina Terhadap Korosi Baja Dalam Larutan Asam Sulfat', Tesis, Pasca Sarjana Universitas Andalas, Padang.
- [2] ASM (1992) 'Vol 13 - Corrosion', ASM Handbook, p. 3455. Available at: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Metals+Handbook.+Volume+13:+Corrosion#0%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Metals+Handbook.+Vol.+13:+Corrosion#0>.
- [3] ASTM G31-72 (2004) 'Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals 1', Corrosion, 72(Reapproved), pp. 1-8. doi: 10.1520/G0031-72R04.
- [4] Callister, W. D. and Rethwisch, D. G. (2012) 'Fundamentals of Material Scienc and Engineering An Integrated Approach', in Fundamentals Of Material Scienc and Engineering An Intergrated Approach. 4 th. United States Of America, p. 1087.

- [5] Fontana, M. (1987) Corrosion Engineering. 1987, McGraw-Hill.
- [6] Jones, D. A. (1996) *Principles and Prevention of CORROSION*. 2nd edn. Edited by R. Kernan. United States Of America: Prentice-Hall, Inc.
- [7] Sumarji (2011) 'Studi Perbandingan Ketahanan Korosi Stainless Steel Tipe SS 304 dan SS 201 Menggunakan Metode U-Bend Test Secara Siklik Dengan Variasi Suhu dan pH', *Jurnal Rotor*, 4(1), pp. 1–8.
- [8] Sumarji (2012) 'Evaluasi Korosi Baja Karbon Rendah ASTM A36 Pada Lingkungan Atmosferik di Kabupaten Jember', *Jurnal Rotor*, 5(1), pp. 44–51.
- [9] Trethewey, K. R. and Chamberlain, J. (1991) *Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan* Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.