

# BAB 1

## ANALISIS KEBUTUHAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

**Logam merupakan salah satu unsur utama yang sering digunakan dalam dunia industri.** Logam sudah banyak digunakan untuk berbagai industri yang diolah menjadi berbagai produk, seperti komponen PC, pipa, dan juga mesin pabrik. Logam merupakan material yang paling mendominasi sebagai bahan utama pembuatan mesin [1]. Oleh karena itu, sering kita jumpai logam terutama besi di industri. Besi atau baja sering digunakan dalam pembangunan gedung-gedung. Namun tanpa sebuah proteksi, logam tidak akan bertahan lama dalam lingkungan yang terbuka dan logam dapat mengalami korosi. Interaksi logam dan lingkungan yang bersifat korosif, yaitu lingkungan yang diinduksi oleh adanya gas  $O_2$ ,  $CO_2$ , atau  $H_2S$  dapat mempercepat proses korosi pada logam [2].

**Korosi adalah kerusakan suatu logam akibat reaksi kimia yang membuat logam terkikis.** Korosi logam akan mengakibatkan turunnya kualitas pada logam, seperti terkikisnya permukaan logam sampai sisa umur logam menjadi rendah. Ketika logam mengalami oksidasi, sedangkan oksigen (udara) mengalami reduksi, maka permukaan logam perlahan akan mulai tergerus [3]. Misal terjadi korosi pada pipa logam di industri, pipa logam yang mengalami korosi akan menyebabkan kebocoran gas atau minyak sehingga dapat menyebabkan kebakaran.

Contoh lainnya, pada unit Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) banyak dijumpai material dasar logam sebagai bahan pembuatan pipa. Pipa ini digunakan untuk menyalurkan uap air bertekanan dan memiliki temperatur tinggi. Jika pipa tersebut mulai mengalami korosi, maka ketahanan pipa tersebut mulai melemah dan dapat meledak. Selain itu, pipa-pipa logam yang dipendam di dalam tanah berkondisi lembab. Kelembapan tanah dapat mempercepat proses korosi [4]. **Hal ini memperjelas, bahwa dampak dari korosi sangat merugikan.**

Proses proteksi korosi pada logam dapat terjadi jika ada yang bertindak sebagai anoda, sebagai katoda, adanya elektrolit dan adanya jalur listrik yang menghubungkan anoda dan katoda [5]. Selain itu, menurut Merriam-Webster [6], besi merupakan logam yang memiliki kekuatan tarik dan kekakuan yang baik, namun mudah berkarat di udara lembab. Besi dapat berkarat jika terjadi reaksi antara air dan oksigen. Menurut Supardi [7], korosi adalah proses terjadinya kerusakan logam akibat lingkungan yang lembab. Selain itu, di Indonesia,

biaya yang ditimbulkan akibat korosi dalam bidang industri mencapai 5 triliun rupiah [8]. **Nilai tersebut akan semakin meningkat, karena saat ini belum terlaksana pengendalian korosi yang baik di bidang industri.**

Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang dapat memantau dan memproteksi logam dari korosi. Melalui sebuah penelitian yang telah dilakukan Jasim A. Harbi yang berjudul *Monitoring and Control on Impressed Current Cathodic Protection for Oil Pipelines*, untuk meminimalisir dan memproteksi dari munculnya karat pada logam besi dapat dilakukannya dengan metode ICCP (*Impressed Current Cathodic Protection*) [9]. Riset yang mereka lakukan dapat mencegah korosi serta memantau kondisi pipa logam melalui nilai arus listrik yang mengalir pada pipa. Penelitian lain yang dilakukan oleh Isnii Utami dalam perancangan proteksi katodik menggunakan SACP (*Sacrificial Anode Cathodic Protection*) berhasil memproteksi korosi pada baja AISE SAE 1018 dengan menggunakan anoda inert dari aluminium karena potensial elektroda aluminium lebih elektronegatif [10]. Dari kedua penelitian dengan metode *cathodic protection* yang berbeda, keduanya menunjukkan sebagai metode yang efektif dalam melindungi logam proteksi dari bahaya korosi, namun keduanya memiliki kekurangan. Pada metode SACP karena menggunakan anoda inert dari logam yang potensialnya lebih elektronegatif dari logam yang diproteksi mengharuskan pengguna metode ini untuk mengganti logam korban baru ketika anoda logam korban sudah habis. Sedangkan pada metode ICCP, membutuhkan sumber daya eksternal untuk mencukupi kebutuhan elektron pada anoda inert sehingga elektron korban dapat berpindah ke logam yang diproteksi, serta dalam proses instalasi metode ICCP lebih rumit. Kedua penelitian tersebut juga memiliki kekurangan yaitu belum bisa dilakukan pemantauan dari jarak jauh.

## 1.2 Informasi Pendukung

Biaya yang dibutuhkan perawatan logam di industri kimia dan petrokimia, untuk menanggulangi masalah korosi mencapai 70 – 80%. Oleh karena itu, masalah korosi tidak dapat dianggap enteng. Berikut merupakan perkiraan biaya kerugian korosi pada sektor industri:

**Tabel 1. 1 Estimated direct cost of corrosion.**

CATEGORY	INDUSTRY SECTORS	APPENDIX	ESTIMATED DIRECT COST OF CORROSION PER SECTOR	
			\$ x billion	percent
Infrastructure (16.4% of total)	Highway Bridges	D	8.3	37
	Gas and Liquid Transmission Pipelines	E	7.0	31
	Waterways and Ports	F	0.3	1
	Hazardous Materials Storage	G	7.0	31
	Airports	H	-	-
	Railroads	I	-	-
<b>SUBTOTAL</b>			<b>\$22.6</b>	<b>100%</b>
Utilities (34.7% of total)	Gas Distribution	J	5.0	10
	Drinking Water and Sewer Systems	K	36.0	75
	Electrical Utilities	L	6.9	14
	Telecommunication	M	-	-
<b>SUBTOTAL</b>			<b>\$47.9</b>	<b>100%*</b>
Transportation (21.5% of total)	Motor Vehicles	N	23.4	79
	Ships	O	2.7	9
	Aircraft	P	2.2	7
	Railroad Cars	Q	0.5	2
	Hazardous Materials Transport	R	0.9	3
<b>SUBTOTAL</b>			<b>\$29.7</b>	<b>100%</b>

Pada Tabel 1.1 di atas, biaya perawatan logam terbesar terhadap permasalahan korosi ditemui pada saluran pembuangan. Nilai yang dikeluarkan sebesar \$36.0 miliar per tahun dikarenakan sistem pada perpipaan logam akan menua dan membutuhkan pemeliharaan pertahunnya. Untuk jembatan, jalan raya (\$8.3 miliar per tahun), gas dan *pipeline* (\$7.0 miliar per tahun) dan lain-lainnya. Faktor yang diperhatikan dalam sektor industri yaitu besar unit dan lingkungan yang korosif [11]. Pada Tabel 1.2 adalah perawatan dari pipa sambungan yang banyak digunakan di sektor industri.

**Tabel 1. 2 Perawatan berkala pipeline**

Jenis	Cek kebocoran	Tes Kualitas	Pembersihan lembam	Pemeriksaan	Penggantian
Nonkorosif	Setiap bulan	Setiap tahun	-	5 tahun sekali	10 tahun sekali
Semi-korosif	2 x sebulan	6 bulan sekali	Pada shutdown	2 tahun sekali	4 tahun sekali
Korosif	2 x sebulan	3 bulan sekali	Pada shutdown	1-2 tahun sekali	3-4 tahun sekali

### 1.3 *Constraint*

Dari permasalahan yang telah dijelaskan diatas, kelompok kami menganalisa *Constraint* yang membatasi perilaku atau karakteristik solusi dari sistem ini dilihat dari 3 aspek yaitu:

#### 1.3.1 Aspek Ekonomi

Dalam aspek ekonomi ini, logam merupakan bahan baku yang paling banyak digunakan diberbagai lingkup kehidupan, terutama logam besi. Dari segi biaya, logam besi itu tidak murah terlihat dari biaya perawatan tahunnya yang telah dipaparkan dalam informasi pendukung mencapai **\$29.7**. Berdasarkan rincian biaya kerugian pada Tabel 1.1, implementasi sistem ini diharapkan dapat menghemat pengeluaran biaya bulanan pada logam sebesar *\$2.48 billion / month* dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Corrosion cost reduction} &= \$29.7 : 12 \\ &= \$2.48 \text{ billion / month} \end{aligned}$$

#### 1.3.2 Aspek Keberlanjutan (*sustainability*)

Aspek selanjutnya yang dibatasi pada penerapan sistem *monitoring* dan proteksi logam ini adalah aspek keberlanjutan. Dari beberapa informasi yang telah kelompok kami gali, ketahanan sistem ini diharapkan dapat mencegah korosi sampai dengan 5 tahun. Hal ini memperhitungkan *metal failure* yang terjadi jika logam yang tidak korosi menjadi korosi.

#### 1.3.3 Aspek Lingkungan

Proteksi korosi yang efektif harus sesuai dengan lingkungannya, karena sifat lingkungan yang berbeda-beda dapat mempengaruhi tingkat korosi. Diperlukan pemilihan metode proteksi yang optimal agar mampu bertahan dalam kondisi lingkungan yang berbeda-beda.

### 1.4 **Kebutuhan yang Harus Dipenuhi**

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, bahwa sistem yang dapat memantau dan memproteksi korosi pada logam sangat dibutuhkan dalam dunia industri, mengingat sekuat apa kandungan logamnya, dapat terkikis juga jika terjadi reaksi yang melibatkan anoda dan katoda pada logamnya. Oleh karena itu dibutuhkan sistem cerdas sebagai berikut:

1. Sistem yang memproteksi logam dari korosi.
2. Sistem yang memantau nilai tegangan dan arus pada logam dari korosi.
3. Sistem yang mampu menampilkan grafik tegangan logam secara *real-time*.
4. Sistem dapat berkomunikasi secara nirkabel dengan perangkat lain.

## 1.5 Tujuan

Berdasarkan kebutuhan yang harus dipenuhi, tujuan yang ingin dicapai ialah:

1. Dapat membuat sistem yang dapat memproteksi logam.
2. Dapat membuat sistem yang dapat memantau tegangan dan arus pada logam.
3. Dapat membuat sistem berbasis IoT yang terhubung ke *smartphone* dan website.