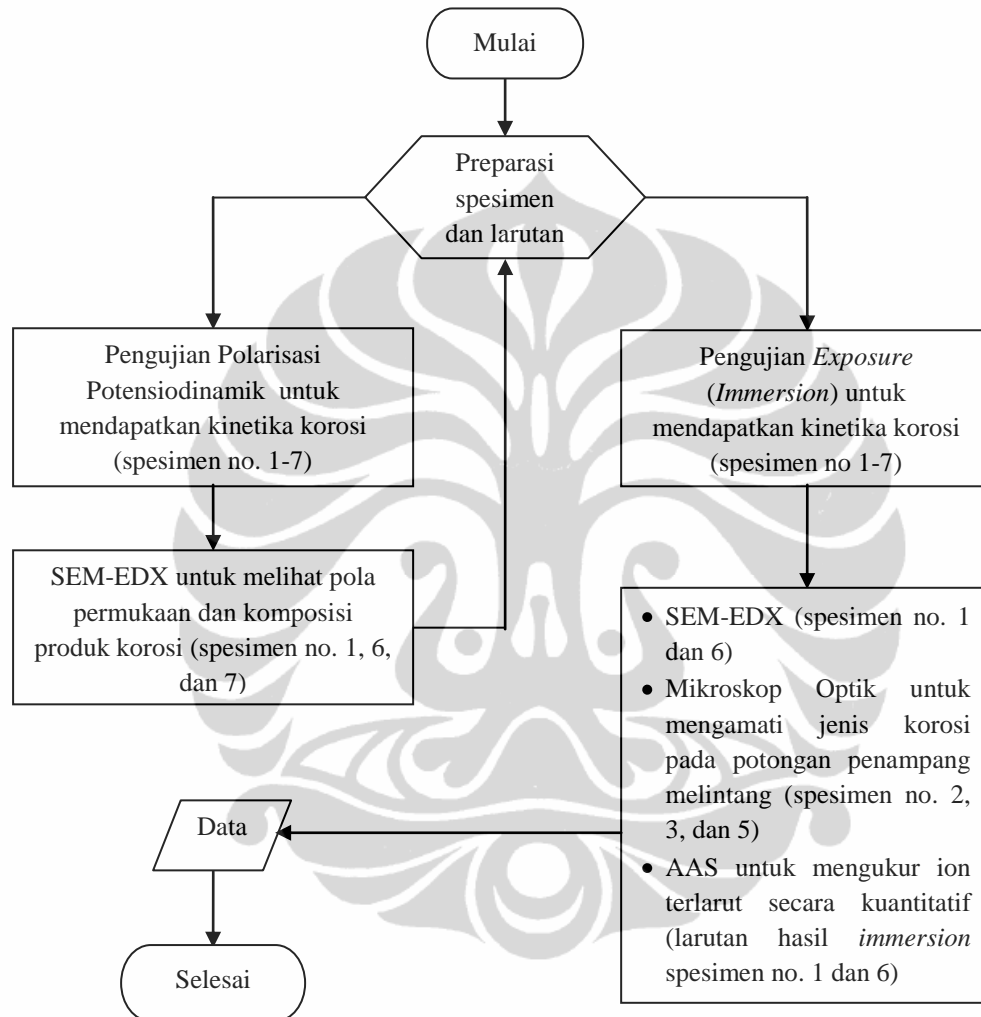


BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Proses Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Material (Spesimen Uji)

Spesimen yang diuji adalah paduan kobalt ASTM F 75 hasil metalurgi serbuk dengan variasi penambahan silikon dari 0 hingga 1%. Spesimen berbentuk *tablet* dengan diameter 26 mm, ketebalan 4 mm dan massa 17 gram. Selain disiapkan enam buah spesimen paduan kobalt ASTM F 75 hasil metalurgi serbuk (sampel nomor 1-6), disiapkan juga satu buah spesimen paduan kobalt ASTM F 75 hasil *casting* (sampel nomor 7). Sampel hasil *casting* berdiameter 13,4 mm, ketebalan 2 mm dan massa 2,335 gram.

Tabel 3.1 Komposisi Paduan Kobalt ASTM F 75 Metalurgi Serbuk

No	Massa Cr	Massa Mo	Massa Co	Si		Massa Total
	(30 % wt)	(6 % wt)	(<i>Balance</i>)	Massa	(% wt)	
1	5,1 g	1,02 g	10,880 g	0 g	0	17 g
2	5,1 g	1,02 g	10,846 g	0,034 g	0,2	17 g
3	5,1 g	1,02 g	10,812 g	0,068 g	0,4	17 g
4	5,1 g	1,02 g	10,778 g	0,102 g	0,6	17 g
5	5,1 g	1,02 g	10,744 g	0,136 g	0,8	17 g
6	5,1 g	1,02 g	10,710 g	0,170 g	1	17 g



Gambar 3.2 Spesimen Uji Hasil Metalurgi Serbuk

Prosedur yang digunakan adalah ASTM G 1 (*Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimen*). Pembersihan permukaan spesimen dilakukan dengan cara mekanis (menggunakan mesin amplas dengan tingkat kekasaran 80, 120, 240, 400, 600 dan 1000) maupun kimia (HNO₃, HF dan alkohol 95%). Hal ini bertujuan untuk membersihkan permukaan spesimen dari produk korosi maupun mengevaluasi massa logam paduan yang hilang selama *exposure* pada lingkungan *Artificial Blood Plasma*. Persiapan spesimen dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Metalurgi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Serpong dan Laboratorium Korosi Fakultas Teknik Jurusan Metalurgi dan Mineral Universitas Indonesia.

3.3 Fluida (Larutan Uji)

Larutan biologis yang digunakan adalah *Artificial Blood Plasma* (ABP), pH 7,4 dan temperatur 37 °C (toleransi ± 1 °C). Persiapan larutan dilakukan di Laboratorium Kimia Pusat Penelitian Metalurgi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Serpong.

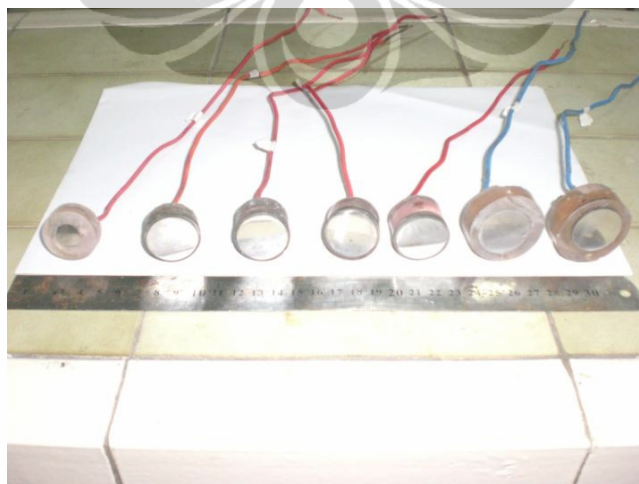
3.4 Pengujian Polarisasi Potensiodinamik

Pengujian ini menggunakan prosedur ASTM G 5 (*Standard Reference Test Method for Making Potentiostatic and Potentiodynamic Anodic Polarization Measurements*). Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Korosi Fakultas Teknik Jurusan Metalurgi dan Mineral Universitas Indonesia menggunakan peralatan CMS (*Corrosion Measurement System*) 100, *hot plate*, termometer air raksa, statif, dan *beaker glass*.



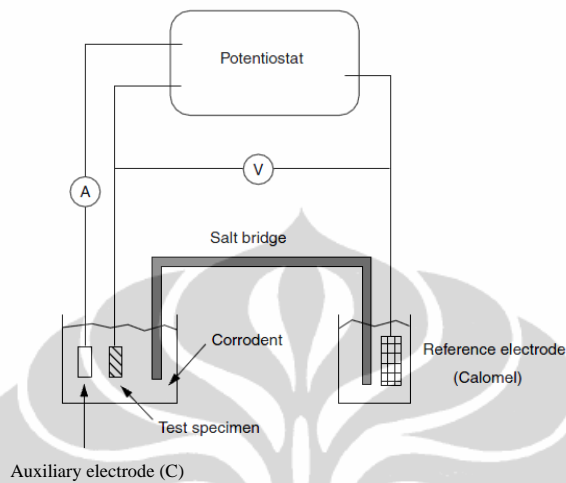
Gambar 3.3 Pengujian Polarisasi Potensiodinamik dengan CMS (*Corrosion Measurement System*) 100

Yang berlaku sebagai elektroda kerja (WE) adalah spesimen uji paduan kobalt. Spesimen yang berbentuk kepingan bundar (*tablet*) kemudian di *mounted* dengan resin dan dilengkapi penghantar elektron berupa kabel.



Gambar 3.4 Spesimen Polarisasi Potensiodinamik

Elektroda pembantu (CE) yang digunakan adalah karbon. Elektroda acuan (RE) yang digunakan adalah elektroda Kalomel Jenuh ($\text{Hg}/\text{Hg}_2\text{Cl}_2$), KCl, dengan $E^0 = + 0,2444$ Volt (Vs SHE). Volume larutan yang digunakan untuk pengujian tiap spesimen adalah 500 mL.



Gambar 3.5 Skema Polarisasi Potensiodinamik³²

Dari pengujian ini akan mendapatkan hasil potensiodinamik dengan kurva E (potensial) terhadap logaritma rapat arus. Prosedur yang digunakan untuk menghitung laju korosi sesuai ASTM G 102 (*Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements*).

3.5 Pengujian *Exposure (Immersion)*

Pengujian ini dilakukan menurut standar ASTM G 31 (*Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion testing of Metals*). Pengujian dilakukan di Laboratorium Kimia Pusat Penelitian Metalurgi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Serpong. Sistem peralatan dirancang secara sederhana tetapi tetap mendekati kondisi sebenarnya. Peralatan yang digunakan adalah *water bath*, perangkat elemen pemanas, *beaker glass*, termometer raksa dan statif panjang.

Tabel 3.2 *Immersion Plan Interval Test*

No. Spesimen	% Si	Minggu I	Minggu II	Minggu III	Minggu IV
1	0	A			
2	0,2	B			
3	0,4		C		
4	0,6		D		
5	0,8			E	
6	1				F

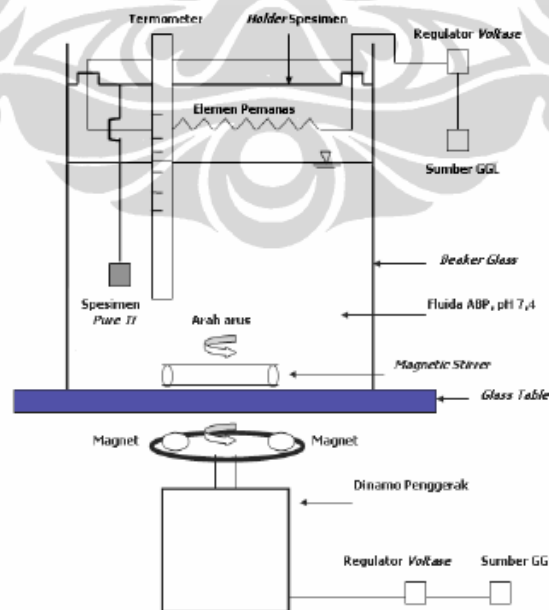
7	Cast			G	
---	------	--	--	---	--

*Tujuh buah spesimen (no. 1-7) diimmersi dalam 7 *beaker glass* (A-G) berisi larutan *Artificial Blood Plasma* dengan volume 300 mL, masing-masing secara berurutan



Gambar 3.6 Pengujian *Exposure* (*Immersion*)

Pengujian *exposure* dilakukan selama empat minggu. Penimbangan kehilangan massa (*mass loss*) dilakukan setiap akhir minggu.



Gambar 3.7 Rancangan Sistem Pengujian Korosi Metode *Exposure*⁴⁰

Untuk mengetahui konsentrasi ion terlarut maka dilakukan pengujian terhadap larutan *Artificial Blood Plasma* (ABP) pada akhir minggu pertama dan keempat

exposure. Sampel fluida tersebut diuji komposisinya dengan alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) di Pusat Penelitian Metalurgi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Serpong. Unsur-unsur yang diuji adalah Fe, Mn, Co, Ni, Cr, dan V. Keenam unsur tersebut memiliki nilai ambang batas CCR₅₀ yang sangat penting untuk diketahui. Jika sampel fluida ABP memiliki nilai yang mendekati ambang batas yang ditentukan, maka spesimen uji mengindikasikan dapat mengakibatkan efek *toxic* bagi jaringan biologis. Akibatnya bisa menimbulkan peradangan seperti iritasi, bengkak dan gatal-gatal bagi pasien yang memakai implan. Dengan kata lain tidak memenuhi persyaratan sebagai *biomaterial*.

3.6 Data Yang Akan Diperoleh

Tabel 3.3 Data Pengujian Polarisasi dan Data atau Pengujian Pendukung

Nama Pengujian	Metode	Jenis Alat Uji	Spesifikasi Spesimen	Hasil (satuan atau keterangan)
Uji Polarisasi	Polarisasi Potensiodinamik	<i>Corrosion Measurement System 100</i>	Spesimen hasil metalurgi serbuk (no. 1-6) dan hasil <i>casting</i> (no. 7) dalam larutan ABP volume 500 mL	Kurva Polarisasi Potensiodinamik, potensial korosi (V), rapat arus korosi (A/cm ²), laju korosi (mpy)
Foto pola permukaan spesimen	<i>Scanning Electron Microscopy</i>	<i>Scanning Electron Microscopy</i>	Spesimen hasil metalurgi	Foto morfologi permukaan, termasuk jenis

	(SEM) dengan perbesaran 1250 dan 2000X	(SEM) LEO 420i	serbuk (no. 1 dan 6) serta hasil <i>casting</i> (no. 7)	korosi
Uji kuantitatif komposisi kimia elemen permukaan spesimen	Analisa komposisi kimia elemen permukaan (% <i>element</i> dan % <i>atomic</i>)	<i>Energy Dispersive X-Ray Analysis</i> LEO 420i	Spesimen hasil metalurgi serbuk (no. 1 dan 6) serta hasil <i>casting</i> (no. 7)	Komposisi kimia elemen permukaan (termasuk produk korosi) dan kurva puncaknya

Tabel 3.4 Data Pengujian *Exposure* dan Data atau Pengujian Pendukung

Nama Pengujian	Metode	Jenis Alat Uji	Spesifikasi Spesimen	Hasil (satuan atau keterangan)
Uji <i>Exposure</i>	<i>Immersion</i> (waktu <i>exposure</i> 4 minggu) dengan <i>Plan Interval Test</i> dan penimbangan massa sebelum dan sesudah <i>exposure</i>	Rancangan peralatan sistem <i>exposure</i> dan timbangan digital dengan ketelitian alat 10^{-4} g	Spesimen hasil metalurgi serbuk (no. 1-6) dan hasil <i>casting</i> (no. 7) dalam larutan ABP volume 300 mL	Data <i>mass loss per area vs time</i> , laju korosi (mpy)
Foto pola permukaan spesimen	<i>Scanning Electron Microscopy</i>	<i>Scanning Electron Microscopy</i>	Spesimen hasil metalurgi	Foto morfologi permukaan, termasuk jenis

	(SEM) dengan perbesaran 2000X	(SEM) LEO 420i	serbuk (no. 1 dan 6)	korosi
Uji kuantitatif komposisi kimia elemen permukaan spesimen	Analisa komposisi kimia elemen permukaan (% <i>element</i> dan % <i>atomic</i>)	<i>Energy Dispersive X-Ray Analysis</i> LEO 420i	Spesimen hasil metalurgi serbuk (no. 1 dan 6)	Komposisi kimia elemen permukaan (termasuk produk korosi) dan kurva puncaknya
Foto penampang melintang	Foto optik	Mikroskop Optik	Spesimen hasil metalurgi serbuk (no. 2, 3, dan 5)	Foto optik penampang melintang (jenis korosi yang terjadi)
Pengukuran konsentrasi ion Fe, Mn, Co, Ni, Cr, dan V terlarut	<i>Chemical analysis</i> (analisa basah)	<i>Atomic Absorption Spectrometry</i> (AAS)	Larutan <i>Artificial Blood Plasma</i> (ABP) akhir minggu I dan IV	Konsentrasi ion-ion Fe, Mn, Co, Ni, Cr, dan V terlarut ($\mu\text{g ml}^{-1}$ atau ppm)