
**ANALISIS PERUBAHAN MASSA PLAT LOGAM AKIBAT KOROSI DENGAN METODE
FACTORIAL DESIGN OF EXPERIMENT**

Oleh

Nabila Dearmi Jefri

Universitas Widyatama

Jl. Cikutra No.204A, Sukapada, Kec. Cibeunying Kidul, Kota Bandung, Jawa Barat
40125

Email: nabila.dearmi@widyatama.ac.id

Article History:

Received: 05-10-2024

Revised: 27-10-2024

Accepted: 08-11-2024

Keywords:

Korosi, Desain Faktorial,
Baja Karbon, Asam Asetat

Abstract: Korosi terjadi akibat adanya reaksi oksidasi dan reduksi antara material dengan lingkungannya. Reaksi oksidasi diartikan sebagai reaksi yang menghasilkan elektron dan reduksi adalah antara dua unsur yang mengikat elektron. Korosi merupakan peristiwa yang tidak mungkin dielakan dalam kehidupan baik dalam lingkungan industri maupun rumah tangga. Baja karbon rendah adalah jenis material logam yang ketahanan korosinya rendah jika dibandingkan dengan baja paduan lainnya. Interaksi baja karbon dengan air menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi logam sehingga seiring berjalannya waktu massa dari logam akan berkurang. Pengujian korosi dilakukan pada material baja karbon rendah untuk menentukan bagaimana interaksi baja pada lingkungan dengan konsentrasi garam dan variasi pH terhadap pengurangan massa. Pengujian ini menggunakan spesimen baja karbon yang akan diamati pengaruhnya yaitu kekasaran permukaan, konsentrasi garam dan pH larutan. Kekasaran permukaan dibagi menjadi dua yaitu dengan menggunakan amplas 80 grit dan 1000 grit. Larutan garam dibuat dengan cara mencampur garam dapur sesuai konsentrasi yang dibutuhkan dan untuk menurunkan pH larutan dicampur dengan asam asetat yang berasal dari cuka. Hasil analisa dengan menggunakan faktorial ketika desain menunjukkan bahwa faktor yang berpengaruh signifikan terhadap pengurangan massa adalah pH, namun terjadi pula interaksi antar faktor yang menyebabkan penurunan massa yang berbeda tergantung level dari setiap faktor

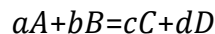
PENDAHULUAN

Baja karbon rendah adalah jenis material logam yang paling banyak digunakan karena harganya murah, ketersediannya banyak dan mudah diproses. Kelemahan dari baja karbon ini adalah ketahanan korosinya yang rendah jika dibandingkan dengan baja paduan lainnya. Interaksi baja dengan lingkungannya dapat menimbulkan reaksi kimia korosi atau degradasi yang menyebabkan penurunan kualitas material. Interaksi baja karbon dengan air menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi logam sehingga seiring berjalannya waktu massa dari logam berkurang dan *load bearing capacity* atau kemampuan logam untuk menahan gaya akan menurun. Keadaan ini diperparah pada kondisi aplikasi yang dekat dengan air laut seperti dermaga dan perkapalan karena kandungan klorin yang dapat meningkatkan reaksi korosi. Pada aplikasi yang kritis penurunan kualitas baja akibat fenomena korosi ini menjadi salah satu syarat awal pada tahap pendesainan struktur atau komponen. Penggunaan material yang tidak sesuai dengan lingkungan kerjanya dapat menimbulkan kegagalan dan menyebabkan kerugian. Oleh karena itu diperlukan pengujian untuk menentukan bagaimana interaksi baja pada lingkungan dengan konsentrasi garam dan variasi pH terhadap pengurangan massa. Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengetahui faktor (interaksi) yang berpengaruh terhadap pengurangan massa baja karbon akibat korosi.

DASAR TEORI

Korosi pada Baja Karbon

Korosi didefinisikan sebagai penurunan kualitas dari material akibat reaksi dengan lingkungan. Korosi merupakan reaksi kimia yang terjadi pada *interface* logam atau non logam yang melibatkan logam sendiri sebagai reaktan. Reaksi korosi dapat dituliskan sebagai berikut:



A adalah logam dan B adalah reaktan non logam yang merupakan faktor lingkungan sedangkan C dan D adalah produk dari reaksi. Salah satu dari produk reaksi merupakan bentuk teroksidasi dari logam dan produk yang lain merupakan bentuk tereduksi dari non logamnya[1].

Perpindahan massa pada *interface* material logam menggunakan prinsip elektrokimia. Dalam reaksi elektrokimia selain melibatkan reaksi kimia, reaksi juga melibatkan aliran listrik atau perpindahan elektron. Konduktivitas dari material dan kemampuan larutan untuk bermuatan ion merupakan syarat dari reaksi elektrokimia yang melibatkan pelepasan ion ke lingkungan dan pergerakan elektron di dalam material. Perbedaan potensial pada area katodik dan anodik logam menyebabkan elektron mengalir dari anodik ke katodik dan aliran arus listrik mengalir berlawanan arah.

Asam asetat merupakan asam lemah yang akan terionisasi sebagian, dalam larutan keberadaan asam asetat akan menjadi sumber tambahan H⁺. H⁺ tersebut akan mengalami adsorpsi di permukaan logam dan mengalami reaksi reduksi sehingga akan semakin banyak mengikat elektron dan meningkatkan laju oksidasi logam. Fenomena korosi pada air tawar dan juga air laut akan berbeda satu sama lain. Pada air laut korosi akan terjadi semakin cepat karena keberadaan ion terlarut yang lebih tinggi dibandingkan pada air tawar. Ion-ion tersebut akan mempercepat pergerakan elektron sehingga reaksi oksidasi pada logam juga akan semakin cepat[2].

Two-Factor Factorial Design

Factorial Design adalah suatu desain yang digunakan apabila percobaan terdiri atas dua faktor atau lebih. Desain faktorial memungkinkan untuk melakukan kombinasi antar level faktor. Setiap faktor hanya terdiri dari 2 level yaitu level tinggi (*High*) dan rendah (*Low*). Pada tiap kombinasi faktor, jumlah replikasi yang dilakukan sebanyak n . dimana n dapat dirumuskan dalam persamaan *factorial design* sebagai berikut.

$$n = 2^k$$

n = jumlah *run* percobaan

k = jumlah faktor

Desain perlakuan faktorial dapat digunakan untuk mengevaluasi apakah ada pengaruh antar faktor secara independen atau terdapat interaksi antar faktor. *Factorial design* digunakan untuk mengetahui dampak simultan lebih dari satu variabel bebas. Pada umumnya memiliki tiga tujuan utama yaitu mengukur pengaruh variabel terhadap hasil, menentukan variabel yang paling berpengaruh terhadap hasil, mengukur interaksi antar variabel terhadap hasil selain pengaruh faktor utama, pengaruh interaksi antar faktor terhadap hasil percobaan merupakan suatu hal yang penting untuk ditinjau. Hal ini disebabkan oleh pengaruh suatu faktor terhadap hasil bisa saja dipengaruhi oleh jumlah faktor atau ada tidaknya faktor lain.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian

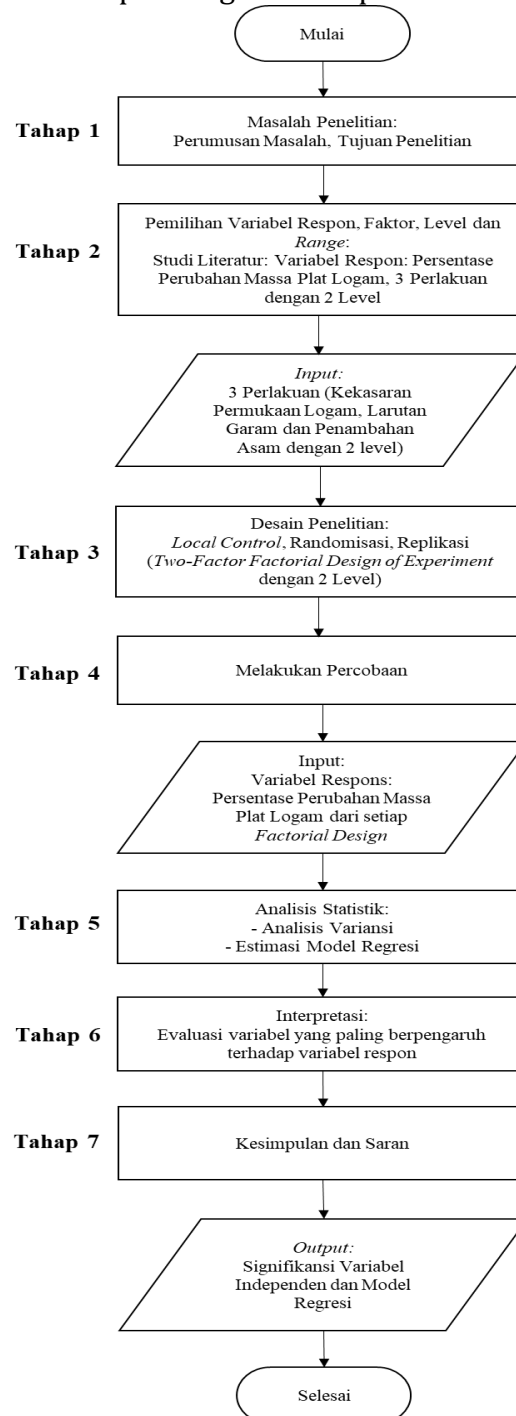
Metodologi penelitian menjelaskan mengenai tahapan dalam melakukan penelitian sampai mendapatkan hasil akhir yang diinginkan. Tahap 1 dimulai dengan perumusan masalah dan tujuan penelitian. Perumusan masalah penelitian ini adalah apa faktor (interaksi) yang berpengaruh terhadap pengurangan massa logam akibat korosi. Sedangkan, tujuan penelitian adalah mengetahui faktor (interaksi) yang berpengaruh terhadap pengurangan massa logam akibat korosi. Setelah itu, tahap 2 yaitu pemilihan variabel respon, faktor, level dan *range*. Variabel respon dalam penelitian ini adalah persentase perubahan massa logam terhadap korosi. Menurut Glass: 1990, larutan klorida dan keasaman berpengaruh terhadap korosi logam sehingga faktor atau perlakuan yang dilakukan dalam penelitian kali ini adalah larutan garam, larutan asam dan kekasaran permukaan logam.

Tabel 1. Variabel Respon, Perlakuan, Level

Variabel	Deskripsi
<i>Response</i>	Y Perubahan massa logam (dalam persen)
<i>Treatment</i>	A Kekasaran Permukaan logam (dihaluskan dengan amplas) B Larutan Garam (Elektrolit) → Larutan air dengan garam C Penambahan Asam Asetat pada Larutan Garam
<i>Level</i>	A <i>High</i> (+1) : Dihaluskan dengan amplas 80 <i>Low</i> (-1) : Dihaluskan dengan amplas 1000 B <i>High</i> (+1) : Larutan Garam dengan konsentrasi 1 M <i>Low</i> (-1) : Larutan Garam dengan konsentrasi 0.5 M C <i>High</i> (+1) : Ditambahkan Asam Asetat <i>Low</i> (-1) : Tidak ditambahkan Asam Asetat

Tahap selanjutnya adalah desain penelitian yaitu dengan metode *two-factor factorial design of experiment* dengan 3 replikasi dan desain penelitian yang dibuat berdasarkan software Minitab yang akan dijelaskan lebih lanjut pada 3.4. Tahap 4 adalah melakukan percobaan yang secara lengkap pada 3.2 hingga 3.4 Setelah melakukan percobaan

didapatkan input baru yaitu variabel respon dari setiap *design factorial* yang dilakukan. Pada tahap 5, dilakukan analisis statistik dengan analisis variansi dan model regresi yang terbentuk. Selanjutnya dilakukan interpretasi yaitu evaluasi variabel yang berpengaruh terhadap variabel respon. Kemudian kesimpulan dan saran dari penelitian. Di bawah ini merupakan gambaran sistematis penyelesaian masalah yang dimulai dari rumusan masalah, dan tujuan penelitian sampai dengan kesimpulan dan saran.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Alat dan Bahan

1. Alat

- a. Wadah pengujian
- b. Sikat kawat
- c. Timbangan digital
- d. Gelas ukur
- e. Benang
- f. Penyangga gantungan
- g. Penggaris
- h. Lap/Tisu

2. Bahan

- a. Spesimen baja karbon dengan dimensi 50 x 20 x 2 mm sebanyak 24 buah
- b. Larutan garam 0.5 M dan 1 M
- c. Asam asetat
- d. Amplas 80 dan 1000 grit

Persiapan Pengujian

Spesimen baja karbon yang akan diuji dipotong dengan dimensi 50 mm x 20 mm x 2 mm yang merupakan baja karbon rendah. Sebelum dilakukan percobaan permukaan spesimen dibersihkan terlebih dahulu menggunakan amplas 80 grit untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada permukaan, kemudian massa awal spesimen ditimbang. Pada penelitian ini ada tiga faktor yang akan diamati pengaruhnya yaitu kekasaran permukaan, konsentrasi garam dan pH larutan. Kekasaran permukaan dibagi menjadi dua yaitu dengan menggunakan amplas 80 grit dan 1000 grit. Larutan garam dibuat dengan cara mencampur garam dapur sesuai konsentrasi yang dibutuhkan dan untuk menurunkan pH larutan dicampur dengan asam asetat yang berasal dari cuka.

Desain Faktorial Uji Imersi

Desain percobaan faktorial digunakan untuk meneliti beberapa faktor sekaligus dengan memeriksa respons dari perubahan faktor dan level yang berbeda dari faktor tersebut. Desain faktorial juga dapat digunakan untuk mempelajari efek interaksi dari beberapa faktor terhadap respons. Pada penelitian ini respons yang akan diamati adalah perubahan massa dari spesimen baja karbon. Ketiga faktor yaitu kekasaran permukaan, konsentrasi garam dan pH larutan divariasikan menjadi dua level seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Faktor dan Level Percobaan

Faktor	Low level (-1)	High level (+1)
Kekasaran permukaan	1000	80
Konsentrasi garam	0.5 M	1 M
pH	7	2

Matriks percobaan yang dilakukan sebagai berikut.

Tabel 3. Matriks Percobaan

Run	Kekasaran Permukaan	Konsentrasi NaCl	pH
1	1	1	1
2	1	-1	1
3	1	-1	-1
4	-1	-1	1
5	1	1	-1
6	-1	1	-1
7	-1	1	1
8	-1	-1	-1

Tabel diatas menunjukkan *run* yang sudah dirandomisasi. Setiap percobaan dilakukan selama 60 jam dan dilakukan tiga replikasi setiap *run*. Setelah 60 jam spesimen baja dibersihkan dari sisa karat yang menempel dan diukur perubahan massanya.

Hipotesis Penelitian

H_0 = Tidak ada perbedaan signifikan antara setiap faktor

H_1 = Salah satu faktor memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pengurangan massa baja karbon

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Percobaan Imersi

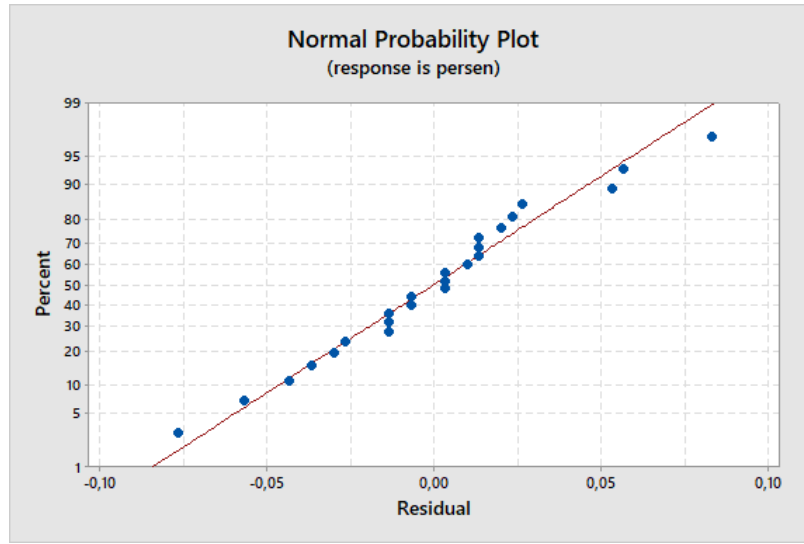
Pengujian imersi selama 60 jam dengan menggunakan faktorial desain penuh sebanyak tiga replikasi menghasilkan data seperti pada tabel di bawah ini. Dari data tersebut, diketahui rata-rata pengurangan massa baja karbon tertinggi akibat korosi adalah berada pada *run* percobaan nomor 1, 2, 4 dan 7 dengan perubahan di atas 0,4%. Sedangkan *run* percobaan yang menghasilkan rata-rata pengurangan massa baja terendah adalah berada pada *run* percobaan 5 dan 8 dengan perubahan di bawah 0,15%.

Tabel 4. Hasil Percobaan

Run	Faktor			Replikasi	Massa sebelum (gr)	Massa sesudah (gr)	Persen Perubahan
	Kekasaran permukaan	Konsentrasi NaCl	pH				
1	+	+	+	1	18.88	18.81	0.37%
				2	19.17	19.09	0.42%
				3	18.57	18.49	0.43%
2	+	-	+	1	18.19	18.12	0.38%
				2	19.62	19.56	0.31%
				3	19.02	18.93	0.47%
3	+	-	-	1	20.23	20.17	0.30%
				2	19.97	19.91	0.30%
				3	19.44	19.39	0.26%
4	-	-	+	1	18.99	18.9	0.47%
				2	20.12	20.04	0.40%
				3	18.98	18.91	0.37%
5	+	+	-	1	18.84	18.82	0.11%
				2	19.57	19.54	0.15%
				3	18.31	18.29	0.11%
6	-	+	-	1	18.83	18.8	0.16%
				2	19.25	19.23	0.10%
				3	19.14	19.1	0.21%
7	-	+	+	1	18.58	18.5	0.43%
				2	18.76	18.68	0.43%
				3	19.04	18.96	0.42%
8	-	-	-	1	20.05	20.02	0.15%
				2	18.56	18.53	0.16%
				3	18.50	18.48	0.11%

Pengujian Asumsi Desain Faktorial
Uji Normalitas *Error*

Uji normalitas *error* dilakukan dengan membuat grafik *normal probability plot* dari residual. Pada kondisi error yang berdistribusi normal maka plot dari residual akan berada di sekitar garis lurus. Pada penelitian ini *normal probability plot* dari residual ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 2. Normal Probability Plot

Gambar diatas menunjukkan bahwa asumsi normalitas error terpenuhi karena plot dari residual berada di sekitar garis lurus.

Uji Equality of Variance

Pengujian *equality of variance* dilakukan dengan menggunakan *Levene test* dengan hipotesis nol bahwa semua variansi adalah sama dan hipotesis tandingan bahwa salah satu variansi memiliki nilai yang berbeda. Hasil dari *Levene test* adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Levene Test

Method	Statistic	P-Value
Levene Test	0,93	0,508

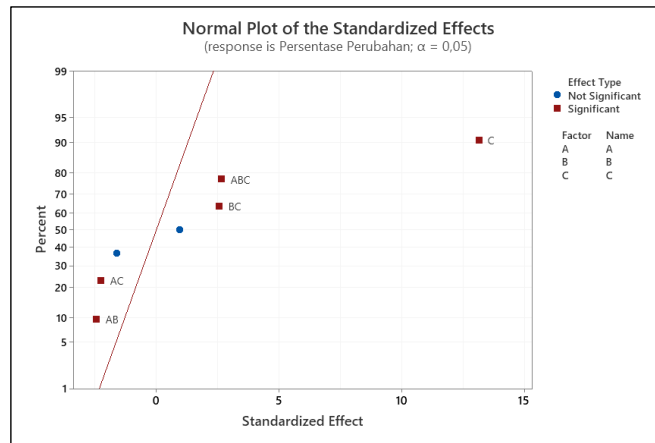
Hasil *Levene test* menunjukkan bahwa $p\text{-value } 0,508 > \alpha=0,05$ sehingga cukup bukti untuk menerima hipotesis nol bahwa semua variansi sama dan asumsi *equality of variance* terpenuhi.

Analisis Statistik

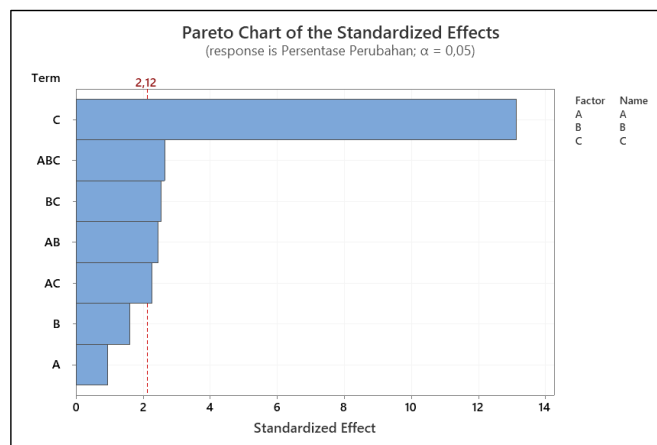
1. Analisis Variansi

Tabel 6. Analisis Variansi

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	0,374583	92,62%	0,374583	0,053512	28,67	0
Linear	3	0,3285	81,22%	0,3285	0,1095	58,66	0
A	1	0,001667	0,41%	0,001667	0,001667	0,89	0,359
B	1	0,004817	1,19%	0,004817	0,004817	2,58	0,128
C	1	0,322017	79,62%	0,322017	0,322017	172,51	0
2-Way Interactions	3	0,033017	8,16%	0,033017	0,011006	5,9	0,007
A*B	1	0,011267	2,79%	0,011267	0,011267	6,04	0,026
A*C	1	0,0096	2,37%	0,0096	0,0096	5,14	0,038
B*C	1	0,01215	3,00%	0,01215	0,01215	6,51	0,021
3-Way Interactions	1	0,013067	3,23%	0,013067	0,013067	7	0,018
A*B*C	1	0,013067	3,23%	0,013067	0,013067	7	0,018
Error	16	0,029867	7,38%	0,029867	0,001867		
Total	23	0,40445	100,00%				



Gambar 3. Normal Plot Main Effect



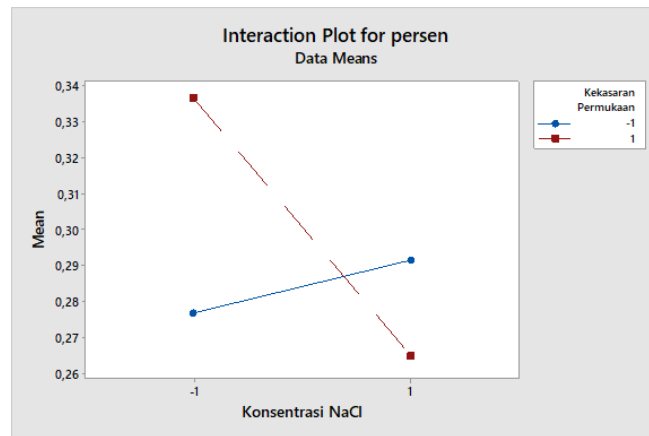
Gambar 4. Pareto Chart

Dengan menggunakan *Normal Plot Main Effect* dari faktor, dapat diketahui faktor dan interaksi antar faktor mana yang dapat signifikan berpengaruh terhadap pengurangan massa baja karbon akibat korosi. Apabila faktor dan interaksi antar faktor mendekati garis normal, maka faktor atau interaksi antar faktor tersebut tidak signifikan berpengaruh. Dari plot di atas dijelaskan bahwa faktor C (perubahan pH larutan) signifikan berpengaruh terhadap pengurangan massa baja akibat korosi, sedangkan untuk faktor B (konsentrasi larutan garam) dan A (kekasaran permukaan baja) tidak signifikan. Selain pengaruh dari masing-masing faktor tersebut, dijelaskan pula interaksi antar faktor, baik interaksi dua faktor (A-B, A-C, dan B-C) maupun tiga faktor (A-B-C), signifikan berpengaruh terhadap pengurangan massa baja akibat korosi. Pengamatan terkait pengaruh faktor dan interaksi antar faktor dapat dilakukan menggunakan *Pareto Chart*. Dalam diagram tersebut, terdapat nilai sebesar 2,12 yang merupakan nilai batas efek pada faktor yang berpengaruh signifikan terhadap pengurangan massa baja akibat korosi. Faktor A dan B memiliki standar *effect* yang kurang dari 2,12 sehingga kedua faktor tersebut tidak signifikan. Untuk mendukung pernyataan tersebut, dapat kita bandingkan *p-value* pada tabel Analisis Variansi, dengan nilai *p-value* faktor A (kekasaran permukaan baja karbon) sebesar 0,359, faktor B (konsentrasi larutan

garam) sebesar 0,128, faktor C (perubahan pH larutan) kurang dari 0,001 yaitu semakin rendah pH maka pengurangan massa dari baja karbon semakin besar, sedangkan interaksi antar faktor A-B sebesar 0,026, faktor A-C sebesar 0,038, faktor B-C sebesar 0,021, dan tiga faktor A-B-C sebesar 0,018. Dapat dilihat bahwa hanya faktor A dan faktor B saja yang memiliki nilai p-value lebih dari 0,05.

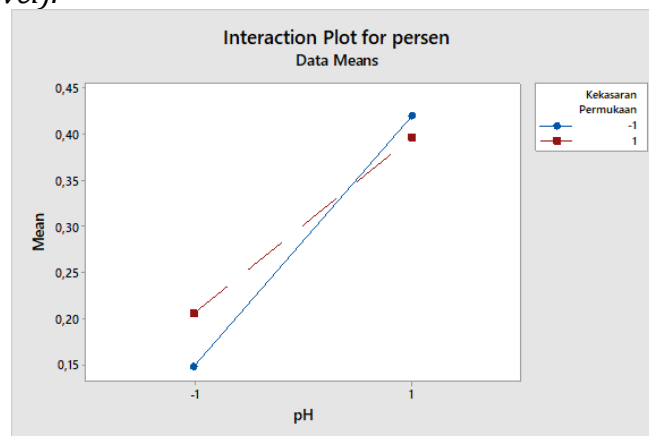
2. Interaksi antar Faktor terhadap Variabel Respon

Seperti yang ditunjukkan pada tabel Analisis Variansi bahwa *main effect* dari kekasaran permukaan dan konsentrasi larutan garam tidak berpengaruh signifikan terhadap respons namun interaksi dua arah dari setiap faktor memiliki nilai $p\text{-value} < 0.05$ sehingga interaksi antar faktor memberikan pengaruh yang berbeda dibandingkan faktor tersebut secara individual. Untuk itu perlu dilakukan analisis terhadap grafik interaksi setiap faktor.



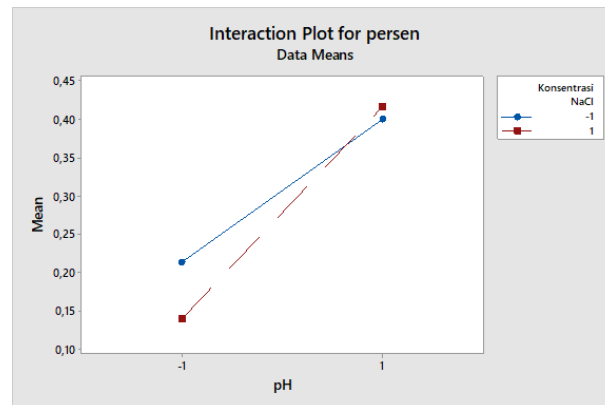
Gambar 5. Plot Interaksi Konsentrasi Garam dan Kekasaran Permukaan

Pada gambar 5 menunjukkan plot adanya interaksi antara faktor konsentrasi larutan garam dan faktor kekasaran permukaan. Interaksi antar kedua faktor tersebut bersifat *disharmony* atau tidak searah, terlihat bahwa pada konsentrasi larutan garam 0,5 M (*low level*), persentase pengurangan massa cenderung lebih tinggi pada kekasaran permukaan 80 (*high level*) dibandingkan pada 1000 (*low level*), namun pada konsentrasi larutan garam 1 M persentase massa lebih tinggi pada kekasaran permukaan 1000 (*low level*) dibandingkan kekasaran 80 (*high level*).



Gambar 6. Plot Interaksi pH Larutan dan Kekasaran Permukaan

Pada gambar 6 menunjukkan adanya interaksi antara faktor perubahan pH larutan dan faktor kekasaran permukaan terhadap pengurangan massa baja. Interaksi antar kedua faktor tersebut bersifat searah. Dapat diamati bahwa pada pH 7 (*low level*) kekasaran permukaan 80 menyebabkan pengurangan massa yang lebih besar namun pada pH 3 (*high level*), kekasaran permukaan 1000 yang menyebabkan pengurangan massa yang lebih besar dibandingkan 80.



Gambar 7. Plot Interaksi pH Larutan dan Konsentrasi Garam

Pada gambar 7 menunjukkan plot adanya interaksi antara faktor perubahan pH larutan dan faktor konsentrasi larutan garam terhadap pengurangan massa baja karbon. Interaksi antar kedua faktor tersebut bersifat searah, terlihat bahwa pada pH 7 (*low level*) pengurangan massa akibat konsentrasi larutan garam 0.5 M (*low level*) lebih besar jika dibandingkan 1 M (*high level*) sementara pada pH 3 (*high level*) konsentrasi larutan garam 1 M menyebabkan pengurangan massa yang lebih besar jika dibandingkan konsentrasi 0,5 M (*low level*).

4.4 Persamaan Model Regresi

Berdasarkan hasil analisis desain faktorial, didapatkan model regresi sebagai berikut.

$$\hat{Y} = 0,29250 + 0,00833 A - 0,01417 B + 0,11583 C - 0,02167 AB - 0,02000 AC + 0,02250 BC + 0,02333 ABC$$

Keterangan:

A : Kekasaran permukaan baja

B : Konsentrasi larutan garam

C : Perubahan pH larutan

Pada model regresi tersebut diketahui koefisien pH larutan memiliki nilai yang paling tinggi sehingga jika pH larutan berada pada posisi *high level* (+1, yaitu semakin asam karena *high level* percobaan adalah pH 2) maka persentase pengurangan massa baja karbon akan meningkat sebesar 0,11583%. Meskipun berdasarkan uji *p-value* faktor kekasaran permukaan baja dan faktor konsentrasi larutan garam tidak signifikan, tetapi interaksi antar faktor yang terjadi dengan melibatkan kedua faktor tersebut teruji signifikan (sesuai pada Tabel 5), maka dari itu, kedua faktor tersebut tidak dapat dihilangkan dari persamaan model regresi di atas.

Tabel 7. Koefisien Determinasi

S	R-sq	R-sq(adj)	PRESS	R-sq(pred)	AICc	BIC
0,043205	92,62%	89,38%	0,0672	83,38%	-61,57	-63,83

Model regresi yang terbentuk memiliki koefisien determinasi atau *R-square* sebesar 92,62% sehingga variabel dependen (variabel respon) dipengaruhi oleh variabel independen (faktor/interaksi) sebesar 92,62%.

Pembahasan

Dari hasil percobaan dan analisis statistik diketahui bahwa faktor C yaitu pH larutan berpengaruh signifikan terhadap persentase pengurangan massa baja karbon. Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa keberadaan asam akan meningkatkan konsentrasi H⁺ pada larutan sehingga reaksi korosi akan berjalan lebih cepat. Begitu juga dengan interaksi dua faktor antara AB (kekasaran permukaan baja karbon dan larutan garam), BC (larutan garam dan pH larutan) dan CA (pH larutan dan kekasaran permukaan) maupun interaksi 3 faktor yaitu ABC (kekasaran permukaan, larutan garam dan pH larutan. Perlu diperhatikan bahwa interaksi antar faktor akan berbeda tergantung level dari masing-masing faktor yang mengacu pada grafik interaksi antar faktor. Dengan demikian, tingkat keasaman dari lingkungan perlu sangat diperhatikan dalam penggunaan baja karbon untuk mengurangi efek dari korosi karena memiliki koefisien yang paling besar pada model regresi.

Dengan besarnya signifikansi dan koefisien regresi faktor C, maka nilai maksimum response, yaitu pengurangan massa baja karbon terbesar adalah ketika faktor C berada pada kondisi *high level*. Begitupun sebaliknya, untuk nilai minimum pengurangan massa baja karbon terkecil adalah ketika faktor C berada pada kondisi *low level*. Dalam 8 (delapan) *run* percobaan dalam desain faktorial ini, terdapat 4 (empat) *run* percobaan yang memiliki faktor C *high level* dan 4 (empat) *run* percobaan yang memiliki faktor C *low level*. Maka dari itu untuk mendapatkan satu kombinasi faktor yang menunjukkan hasil paling minimum ditentukan dengan melihat juga interaksi antar faktor lainnya, yaitu faktor B dan A. Pada Gambar 5, dapat dilihat bahwa yang menghasilkan *mean effect* terkecil adalah ketika kombinasi faktor B dan faktor A masing masing pada kondisi *high level*, sehingga kombinasi faktor yang akan menghasilkan pengurangan massa baja minimum adalah ketika faktor kekasaran permukaan baja karbon dengan amplas 80 grit (*high level*), faktor konsentrasi larutan garam sebesar 1M (*high level*), dan faktor pH larutan pada kondisi pH 7 (*low level*).

KESIMPULAN

Setelah melakukan *two-factor factorial design of experiment* dan analisis statistik diketahui bahwa:

- H₀ = Tidak ada perbedaan signifikan antara setiap faktor (**Tidak Terbukti**)
- H₁ = Salah satu faktor memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pengurangan massa baja karbon (**Terbukti**)

SARAN

1. Peneliti memiliki batasan dalam hal waktu penelitian, sehingga ditetapkan waktu percobaan adalah 60 jam, untuk percobaan berikutnya agar didapatkan pengurangan berat yang lebih signifikan, akan lebih baik jika waktu percobaan lebih lama.
2. Karena keterbatasan alat maka pengukuran kekasaran dihitung berdasarkan nomor *sandpaper* (amplas) dan tidak dilakukan pengukuran menggunakan mesin *roughness*

check, untuk percobaan selanjutnya akan lebih baik jika pengukuran kekasaran dilakukan menggunakan mesin *roughness check*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. G. Fontana, Corrosion Engineering, Singapore: McGraw-Hill Book Co - Singapore, 1987.
- [2] Glass, G. K., et al. Factors Affecting the Corrosion Rate of Steel in Carbonated Mortars. Corrosion Science, Vol. 32, No. 12. 1991.
- [3] Montgomery, D. C. Design and Analysis of Experiments, 8th Edition. John Wiley & Sons, Inc. 2013.
- [4] Vicente, G., et al. Application of Factorial Design of Experiments and Response Surface Methodology to Optimize Biodiesel Production. Industrial Crops and Products 8. 1998.