

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Pada saat melakukan penelitian, sangat diperlukan literasi dan observasi sebagai referensi untuk mencari sumber yang berkaitan dengan judul yang diambil dalam penelitian.

Berikut adalah beberapa referensi yang diambil dalam penelitian ini, yaitu:

Tabel 2.1 Referensi (Sumber: Diolah)

No	Judul Penelitian	Peneliti (Tahun)	Sumber Penelitian	Kesimpulan
1	<i>Influence F Internal Fill Pattern, Polishing Time and Z-Axis Orientation on the Tensile Strength F the 3D Printed Part</i>	Dicky Seprianto, Iskandar, Romi Wilza, EYT Adesta (2019)	<i>International Journal F Recent Technology and Engineering (IJRTE)</i>	<i>Based on statistical analysis using Design Expert® software with design type 2 level factorial known interaction between internal fill pattern with Z-axis orientation contribute 52% to the tensile strength F specimens.</i>

2	Optimasi Parameter Pada Proses Pembuatan Objek 3D <i>Printing</i> Dengan Teknologi FDM Terhadap Akurasi Geometri	Dicky Seprianto, Romi Wilza, Iskandar (2017)	Seminar Nasional Teknik Industri Universitas Gadjah Mada 2017	Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa desain eksperimen tipe 2 level <i>factorial</i> dengan model 4 <i>factorial interaction</i> (4FI) berbantuan perangkat lunak <i>design-expert</i> telah berhasil dibuat untuk memprediksi pengaruh faktor-faktor terhadap akurasi geometri objek 3D <i>printing</i> dengan teknologi FDM. Dari persamaan regresi linier terhadap <i>respon length, width</i> dan <i>height</i> yang dihasilkan menggunakan ANOVA dan telah dilakukan uji konfirmasi dapat ditentukan kondisi optimal kombinasi factor yaitu <i>layer height</i> =0.14
---	--	--	---	---

3.	<i>CounterGravity Casting of IN625 Alloy in Thin-walled Investment Shell Moulds.</i>	Bhupathi, T. M. (2008)	<i>International Journal of Research gate 2008.</i>	<p><i>solutions for upgrading our current gravity pouring processes.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <i>1. All gravity poured castings would benefit from the elimination of all types of pouring basins, but particularly the elimination of the conical basin, and the consequent adoption of the contact pour technique.</i> <i>2. Large gravity poured castings, particularly ingots for subsequent forging or rolling, would additionally benefit from the adoption of a sandmolded naturally pressurised filling system.</i> <i>3. The full implementation.</i>
----	--	------------------------	---	---

4.	<p>Pengaruh Paduan Serbuk Fe12% pada Aluminium terhadap Porositas dan Struktur Mikro dengan Metode <i>Gravity Casting</i></p>	<p>Sumpena, S. (2017).</p>	<p>Jurnal ENGINE Vol.1 No.1, Mei 2017, pp 20-25 eISSN: 2579-7433</p>	<p>Benda coran secara umum mengalami porositas dan penyusutan, terutama pada bagian permukaan benda yang atas. Porositas terjadi karena terak yang ikut dalam logam cair dan membeku bersamaan logam cair. Porositas juga terjadi karena adanya gas hydrogen yang terjebak didalam logam cair tidak bisa keluar melalui pori-pori pasir cetak. Penyusutan. Pengaruh paduan Fe 12% terhadap porositas adalah rata – rata porositas yang terjadi pada spesimen A, B dan C sebesar 2,766 gr/cm³</p>
----	---	----------------------------	--	---

5.	Pengaruh kandungan alumina terhadap kekasaran permukaan dan foto mikro permesinan pada komposit Al-Al ₂ O ₃	Ahmad Ibnu Nafili ¹ , Sri Mulyo Bondan Respati, Budi Santoso (2017).	Jurnal Teknik Mesin Indonesia, Vol. 12 No. 2	Dari hasil pengujian kekasaran dapat diketahui nilai kekasaran pada material aluminium dengan variasi campuran 0%, 5%, 10%, dan 15% rata rata memiliki kekasaran adalah sebesar 1.02, 1.10, 1.16 dan , 1.27 Ra. Dengan hasil tersebut maka variasi alumina 15% memiliki nilai kekasaran paling tinggi, Apabila dilihat secara keseluruhan campuran alumina berpengaruh terhadap kekasaran material aluminium, semakin banyak campuran alumina semakin tinggi nilai kekasaran pada aluminium. Melihat hasil foto mikro bekas permesinan pada campuran 10
----	---	---	--	---

				<p>dan 15% berat alumina, terdapat cacat lobang Al₂O₃ yang mengelupas maka pada campuran tersebut tidak dapat dilakukan permesinan dan pada campuran 5% berat Al₂O₃ masih dapat dilakukan permesinan.</p>
6.	<i>Counter gravity casting.</i>	<i>Campbell, J. (2015).</i>	<i>University of Birmingham, UK</i>	<p><i>Counter gravity filling of molds can ensure the filling process itself does not introduce defects in the casting. However, to achieve optimum results, prior processes to eliminate the oxide skins on the charge, and to eliminate the oxide bifilm populations already present in the charge, require to be implemented</i></p>

7.	Rancang Bangun Dan Pembuatan Alat Vacuum Chamber Untuk Proses Pembuatan Mold Silicone Rubber Rtv 683	Ibnu Afana Jafar (2019)	Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara	<p>Berdasarkan penelitian dan simulasi yang telah dilakukan dan dilaporkan pada bab-bab sebelumnya, maka kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian ini adalah :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Telah dirancang dan dibangun alat vacuum chamber untuk proses pengeluaran gelembung gas berkapasitas 0,0216 m³ untuk mengetahui perbandingan menggunakan alat vacuum chamber dengan tidak menggunakan alat vacuum chamber. 2. Telah dirancang dan dibangun alat vacuum chamber untuk proses pengeluaran gelembung gas berkapasitas 0,0216
----	--	-------------------------	--	--

				<p>m3 dengan menggunakan bahan Stainless Steel 304; 18 Cr – 8 Ni dan ketebalan yang digunakan dalam pembuatan tabung vacuum chamber ini menggunakan ketebalan 1 mm atau 0,001 meter.</p> <p>3. Setelah dilakukan pengujian proses pengeluaran gas (degassing) didapatkan waktu optimum pada mold silicone rubber menggunakan silicone rubber RTV 683 dengan kekuatan vakum antara – 0,6 sampai dengan – 0,8 bar, dengan volume cetakan 20 cm³ lebar 5 cm dan tebal 2 cm adalah 120 detik.</p>
--	--	--	--	--

8.	<i>Optimasi desain cetakan pada mesin pengecoran bola timah putih untuk industri kecil</i>	Suwandi, A., Djatmiko, E., Ediyanto, T., Suwandi, A., Suhendar. 2012	Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik - Universitas Pancasila. 2012	Tinggi cawan penampungan (<i>pouring cup</i>) timah cair dibuat melengkung pada tiap sudutnya agar seluruh timah cair dapat turun dengan cepat ke <i>sprue</i> dengan hasil desain untuk tinggi cawan penampungan 20 mm dengan sudut kemiringan 101,5o Saluran pendingin dibuat menjadi satu dengan cetakan agar pendinginan material cetakan merata dan mengurangi deformasi akibat perlakuan panas yang berulang.
----	--	--	---	---

9.	<i>A Multiple-Gate runner System For Gravity Casting</i>	Hsu, F., Jolly, M. R., & Campbell, J. (2009).	<i>Journal of Material Processing Technology, Volume 209, Issue 17, 19 August 2009</i>	<i>Progressive filling of the L-junction geometry can be improved by reducing the area of the “dead zone” by converting to Bend type junctions. Bends have higher friction and advantageously reduce the speed of flow.</i>
10.	<i>The Desain Of L-Shaped Runners For Gravity Casting</i>	Hsu, F., Jolly, M. R., & Campbell, J. (2007).	<i>Shape Casting: 2 International Symposium nd Edited by Paul N. Crepeau, Murat Tiryakioğlu and John Campbell TMS (The Minerals, Metals & Materials Society), 2007</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guidelines for the designing of Ljunctions have been developed. 2. The 2D models are relatively poor simulations compared to the 3D models of junctions. 3. Progressive filling along the Ljunction geometry can be improved by reducing the area of the “dead zone”. 4. L-Junctions, if designed as in this study, have a relatively small

				<i>frictional loss compared to the longer length channels of the filling system such as the sprue and the runner.</i>
--	--	--	--	---

2.2 Computer Aided Design (CAD)

Computer Aided Design adalah suatu perangkat lunak komputer untuk menggambar suatu produk atau bagian dari suatu produk. Produk yang ingin digambarkan bisa diwakili oleh garis-garis maupun simbol-simbol yang memiliki makna tertentu. CAD bisa berupa gambar 2 dimensi, 3 dimensi dan *solid modeling*. Berawal dari menggantikan fungsi meja gambar kini perangkat lunak CAD telah berevolusi dan terintegrasi dengan perangkat lunak CAE (*Computer Aided Engineering*) dan CAM (*Computer Aided Manufacturing*). Integrasi itu dimungkinkan karena perangkat lunak CAD saat ini merupakan aplikasi desain produk/komponen dalam bentuk *solid* dan/atau *surface modelling*. *Solid* model memungkinkan kita untuk memvisualisasikan komponen dan rakitan yang kita buat secara realistis. Selain itu model mempunyai properti seperti *massa*, *volume*, pusat gravitasi, luas permukaan dan sebagainya. Beberapa perangkat lunak CAD yang digunakan di Indonesia yaitu: *Alias*, *CATIA*, *Autodesk® Inventor®*, *Pro/ENGINEER®*, *Parasolid®*, *SolidWorks™* dan *Power Shape* dan *UGS NX*. (Dicky Seprianto, Romi Wilza, Iskandar, 2017).

2.3 Pengecoran Logam

Pengecoran merupakan salah satu proses pembentukan bahan baku / bahan benda kerja dengan proses peleburan/pencairan logam di dalam tungku peleburan yang kemudian hasil peleburan di masukkan kedalam cetakan. Tahapan dalam proses pengecoran adalah pembuatan model (pola), pembuatan cetakan, peleburan logam, menuang logam ke dalam cetakan dan membongkar serta membersihkan hasil pengecoran (Surdia, 1982).

2.4 Perkembangan Teknik Pengecoran Logam

Sejak tahun 4000 sebelum Masehi teknologi pengecoran terus berkembang mengikuti perkembangan material dan perkembangan teknologi lainnya yang ikut berkontribusi bagi proses pengecoran. Penemuan-penemuan di bidang elektronika juga berdampak pada perkembangan proses pengecoran yang lebih produktif dan efisien. Sistem robot masuk ke dalam proses pengecoran sekitar tahun 1970 Masehi dan sejak itu proses pengecoran terus mengalami penyempurnaan dalam berbagai bagian baik sistem produksi maupun manajemen produksinya.

Secara umum berbagai penemuan penting dalam perkembangan teknologi pengecoran dirangkum sebagai berikut:

- 4000 SM : Berbagai perhiasan dibuat dengan cara pengecoran
- 2500 SM : Pengecoran dengan pola lilin mulai dikenal.
- 2000 SM : Paduan tembaga mulai dikembangkan.
- 1500 SM : Mesir menggunakan tungku pelebur dengan peniup (cikal bakal tanur kupola)
- 1000 SM : Awal jaman besi, namun cara peleburan besi belum ditemukan.
- 500 SM : Cina menemukan cara peleburan besi.
- 500 SM : Tuangan berongga dikembangkan di Yunani dari bahan perunggu.
- 200 SM : Cina mengembangkan teknik pengerjaan panas.
- 70 M : Pilinus SR, mulai memasyarakatkan pengetahuan teknik pengolahan dan pengerjaan logam.
- 747 M : Jepang membuat patung budha seberat 380 ton (rekor tuangan tembaga terberat di dunia, sampai saat ini belum terpecahkan).
- 1707 M : A Darby (inggris) mendapatkan hak kapten untuk menggunakan cetakan dengan pasir cetak
- 1740 M : Huntsman (inggris) menemukan cara peleburan baja
- 1860 M : Tanur kapola dengan konstruksi modern mulai
- 879 M : Wilhelm Siemens memperkenalkan tanur bertenaga listrik pertama, yaitu tanur busur api

- 1890 M : Mekanisasi pengecoran dengan ban berjalan dikembangkan di pittsburg USA.
- 1891 M : Kjellin memperkenalkan tanur induksi frekwensi rendah
- 1893 M : H. Rolle mendapatkan hak paten pengecoran dengan cetakan logam dan merupakan pengecoran pertama dengan cara ini.
- 1915 M : Pengecoran sentrifugal pertama kali digunakan di sao Paulo, Brazil
- 1943 M : Johannes Croning mendapatkan hak paten untuk penemuannya yaitu cetakan kulit
- 1942 M : Pengembangan besi tuang kelabu menjadi besi tuang kelabu bergrafit bulat
- 1955 M : Analisa panas mulai digunakan pada pabrik pengecoran
- 1970 M : Robot memasuki industri pengecoran

Peralihan menuju ke produksi massal menuntun para ahli pengecoran untuk merencanakan peralatan peleburan, pembuatan cetakan dan pengerjaan akhir yang mampu bekerja terus menerus secara mekanis (Surdia, Tata dan Chijiiwa, Kenji, 1991).

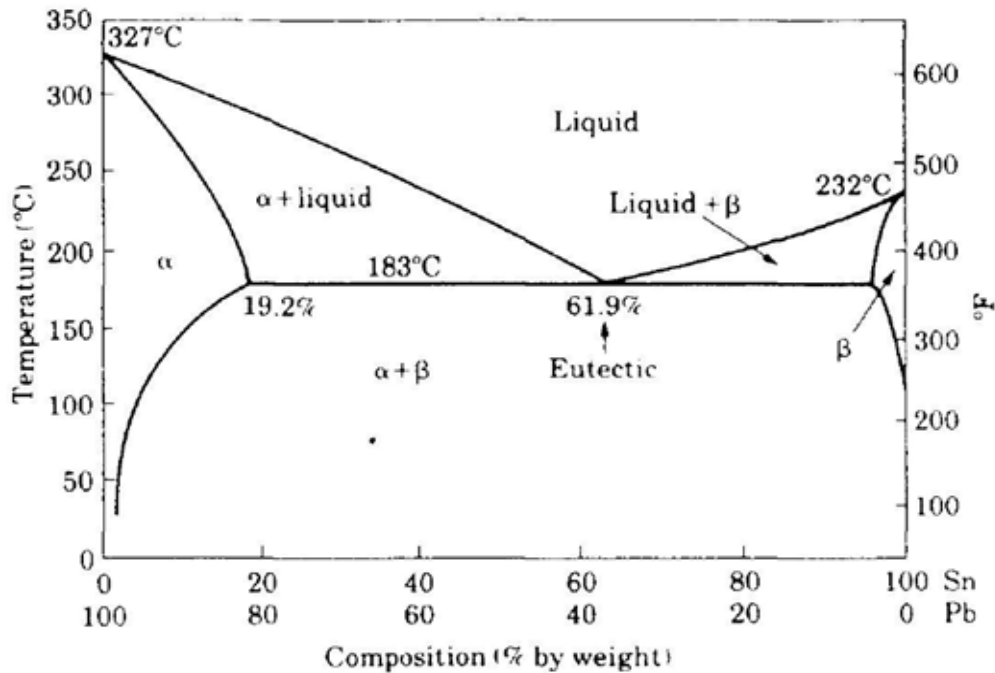
2.5 Timah

2.5.1 Timah Putih (Sn)

Timah atau timah putih (untuk membedakannya dari timbel yang secara salah kaprah disebut timah hitam) adalah unsur berupa logam putih lunak, mudah ditempa, bewarna putih keperakan. Timah mempunyai lambang kimia Sn, nomor atom 50, masa atom relatif 118,71, dan rapatan 7,2984 gram per sentimeter kubik. Timah meleleh pada 232.0°C dan mendidih pada 270°C. Timah termasuk logam yang sudah dikenal dan digunakan sejak zaman kuno. Sekitar 3500 SM orang di kota Ur.Mesopotamia utara (sekarang Irak) menggunakan benda-benda perunggu suatu aliase timah dan tembaga (Ensiklopedia Nasional Indonesia , 1997 : 314). Di Indonesia timah mulai ditemukan sekitar tahun 1709 di Pulau Bangka, yang mula mula digali di Sungai Olin di Kecamatan Toboali oleh orang-orang johor atas pengalaman mereka di semenanjung Malaka. Dengan diketemukannya timah ini, mulailah Pulau Bangka disinggahi oleh segala macam perahu dari Asia maupun Eropa. Perusahaan-perusahaan penggalian timah pun semakin maju, sehingga

Sultan Palembang mengirimkan orang-orangnya ke Semenanjung Negeri Cina untuk mencari tenaga-tenaga ahli yang kian terasa sangat diperlukan. Pada tahun 1717 mulai diadakan perhubungan dagang dengan V^oC untuk penjualan timah (Erwiza Erman, 1992: 56)

2.5.2 Paduan Sn - Pb



Gambar 2.1 Diagram fasa Pb-Sn

Sumber; (Literatur 3)

Diagram fasa merupakan suatu kumpulan kurva limit kelarutan. Tiga pasangan kurva ini menghasilkan diagram Pb-Sn :

1. Limit kelarutan timah membentuk fasa fcc yang disebut α (alpha) dan limit kelarutan timbal bcc disebut β (beta). Kurva ini berlaku pada suhu tanpa cairan.
2. Limit kelarutan Sn pada logam cair (61,9% Sn pada 183 derajat Celcius hingga 100% Sn pada 232 derajat celcius). Limit kelarutan timbal pada logam cair (38,1% Pb pada suhu 183 derajat celcius hingga 100% Pb pada 327 derajat celcius).
3. Limit kelarutan timah pada alpha dan timbal pada beta, ketika ada cairan. Kurva pertama turun dari 19,2% Sn pada 183 derajat celcius menjadi 0

pada titik cair timbal (327 derajat celcius). Kurva berikutnya turun dari 2,5% b Pb pada 183 derajat celcius menjadi 0 pada titik cair timah (232 derajat celcius).

Diagram ini memperlihatkan komposisi fasa dan berguna untuk menghitung kuantitas fasa setiap campuran tibal-timah pada sembarang suhu.

1. Suhu dan komposisi eutektik :

timbal murni mencair pada 327 derajat celcius dan timah murni mencair pada suhu 232 derajat celcius. Paduan timah-timbal mencair pada suhu lebih rendah yaitu 183 derajat celcius pada 61,9% b Sn – 38,1% b Pb.

2. Label huruf Yunani lebih dikenal dibanding nama fasa, karena lebih mudah diingat.

3. Alpha dan beta merupakan label paduan padat Pb-Sn. Alpha memiliki struktur fcc timbal namun mengandung timah hingga limit kelarutan. beta memiliki struktur bcc timah tetapi mengandung timah seperti yang ditunjukkan kurva.

2.5.3 Timah Hitam (Pb)

Timbel adalah unsur logam kelabu kebiruan dan berat. Ribuan tahun yang lalu manusia menggunakan untuk bahan bangunan, tembikar, dan benda lain. Timbel penting bagi industri yang menghasilkan bahan kimia, energi nuklir, dan minyak bumi. Timbel mudah ditempa dan ditarik menjadi kawat. Timbel tahan terhadap air dan asam sulfat karena terlindung oleh lapisan oksida tipis. Timbel mempunyai lambang kimia Pb (dari nama Latin Plumbum), dengan nomor atom 82, masa atom relatif 207,19. Timbel meleleh pada 327,5°C dan mendidih pada 1740°C. Rapatannya 11,35 gram per sentimeter kubik. Penggunaan terbesar timbel adalah dalam pembuatan aki. Aki menggunakan lempeng spons timbel dan timbel dioksida serta aliase timbel stibium. Penggunaan terbanyak kedua adalah untuk membuat peramu bensin (tetraetiltimbel) agar penampilan motor bakarnya meningkat, namun gas buangnya akan mencemari lingkungan. Selanjutnya timbel digunakan untuk membuat cat dan zat warna, bahan peledak, insektisida dan produk karet. Timbel juga digunakan untuk menutupi kabel telepon karena timbel tidak menghantarkan listrik dengan baik (Ensiklopedia Nasional Indonesia , 1997 : 323).

2.6 Desain Eksperimen

Desain eksperimen dapat diartikan sebagai rancangan percobaan yang dilakukan melalui perubahan-perubahan terencana terhadap variabel input suatu proses atau system sehingga dapat ditelusuri penyebab dan faktor-faktor sehingga membawa perubahan pada output sebagai respon dari eksperimen yang telah dilakukan (Johan Trygg dan Svante Wold, 2002). Pada umumnya eksperimen digunakan untuk mempelajari performance proses atau sistem yang biasanya divisualisasikan seperti kombinasi mesin, metode, orang dan sumber daya lainnya. Karena itu perlu digunakan suatu pendekatan statistik yang diaplikasikan pada proses eksperimen. Desain eksperimen bertujuan untuk memperoleh atau mengumpulkan informasi/data sebanyak-banyaknya yang diperlukan dan berguna dalam melakukan penelitian persoalan yang akan dibahas. Penelitian juga hendaknya dilakukan seefisien mungkin mengingat waktu, biaya, tenaga dan bahan yang harus digunakan. (Dicky Seprianto, Romi Wilza, Iskandar, 2017).

2.7 *Liquid Photopolymer Resin*

Suatu *photopolymer* atau resin yang diaktifkan cahaya adalah suatu polimer yang mengubah sifat-sifatnya ketika terpapar cahaya, seringkali dalam daerah *ultraviolet* atau terlihat dari spektrum elektromagnetik. Gambar ilustrasi resin setelah proses pencetakan dengan SLA-DLP 3D *Printer* seperti pada Gambar 2.4 dibawah ini. (Mon°Cure 3D, 2019).



Gambar 2.1 *Liquid photopolymer resin* setelah proses pencetakan

Sumber; (Literatur 5)

2.8 *Analysis F Variance (Two-Way ANOVA)*

(Dicky Seprianto, Romi Wilza, Iskandar, 2018) Asumsi adanya homogenitas variansi menjelaskan bahwa variansi dalam masing-masing kelompok dianggap sama, sedangkan asumsi bebas menjelaskan bahwa variansi masing-masing terhadap rata-ratanya pada setiap kelompok bersifat saling bebas. Jadi secara umum analisis variansi adalah suatu prosedur untuk uji perbedaan *mean* beberapa populasi (lebih dari dua). Untuk mengetahui apakah asumsi tersebut terpenuhi, maka dilakukan uji

IIDN (Identik, independen dan distribusi normal). Asumsi tersebut dapat dilihat dengan membuat grafik berdasarkan residual dari selisih data hasil pengujian aktual dan data hasil prediksi, ditunjukkan pada persamaan 2.1.

$$\text{Residual} = \text{actual value} - \text{predicted value} \quad (2.1)$$

Two-Way ANOVA (analysis of variance) pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh perbedaan beberapa variabel bebas (faktor) dengan variabel terikat (respon) dan masing-masing variabel memiliki dua taraf (*level*). Untuk mengetahui pengaruh variabel terhadap respon, maka pada ANOVA perlu dihitung jumlah-jumlah kuadrat. Adapun langkah-langkah menghitung dengan *Two-Way ANOVA*, yaitu :

- a) Asumsikan bahwa data masing-masing dipilih secara acak
- b) Asumsikan bahwa data masing-masing berdistribusi normal
- c) Menentukan hipotesis :
 - $H_0 : b_1 = b_2 = b_3 = \dots = \mu_a$ (tidak ada efek terhadap perlakuan)
 - $H_1 : b_1 \neq b_j$ (terdapat efek terhadap perlakuan)
 - Menentukan jumlah kuadrat total :

$$SS_T = \left[\sum_{i=1}^N y_i^2 \right] - \frac{T^2}{N} \quad (2.2)$$

- Menentukan jumlah kuadrat faktor A dengan rumus :

$$SS_A = \left[\sum_{i=1}^{k_A} (A_i^2) \right] - \frac{T^2}{N} \quad (2.3)$$

- Menentukan Jumlah kuadrat faktor B dengan rumus :

$$SS_B = \left[\sum_{i=1}^{k_B} (B_i^2) \right] - \frac{T^2}{N} \quad (2.4)$$

- Menentukan jumlah kuadrat interaksi faktor A dan B :

$$SS_{AxB} = \left[\sum_{i=1}^c \left(\frac{(AxB)_i^2}{n_{AxB_i}} \right) \right] - \frac{T^2}{N} - SS_A - SS_B \quad (2.5)$$

- Menentukan jumlah kuadrat kemungkinan kesalahan (*error*) :

$$SS_e = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AxB} \quad (2.6)$$

- Menentukan derajat kebebasan total :

$$v_T = N - 1 \quad (2.7)$$

- Menentukan derajat kebebasan faktor (*main Effect*) A :

$$v_A = k_A - 1 \quad (2.8)$$

- Menentukan derajat kebebasan faktor (*main Effect*) B :

$$v_B = k_B - 1 \quad (2.9)$$

- Menentukan derajat kebebasan faktor interaksi A dan B :

$$v_{AxB} = (v_A)(v_B) \quad (2.10)$$

- Menentukan derajat kebebasan kemungkinan kesalahan (*error*) :

$$v_e = v_T - v_A - v_B - v_{AxB} \quad (2.11)$$

- Melengkapi tabel 3.4 untuk *analysis of variance* dari data yang didapat.

- Menentukan taraf signifikansi (α)

- Menentukan nilai distribusi F_{TABEL}

$$F_{TABEL} = F_{(1-\alpha)(v,v_T)} \quad (2.12)$$

- Jika $F_{HITUNG} (F_o) < F_{TABEL}$, maka hipotesis (H_o) dapat diterima.

Tabel 2.2 ANOVA Table For Select Factorial Model (Sumber: Literatur 5)

Source	Sum of Squares	Degrees of Freedom	Mean Square	F_0
Overall model	SS_{model}	$(k_A.k_B)-1$	$SS_{model}/(k_A.k_B)-1$	MS_{model}/MS_E
Main Effect of A	SS_A	v_A	SS_A / v_A	MS_A/MS_E
Main Effect of B	SS_B	v_B	SS_B / v_B	MS_B/MS_E
A x B interaction	SS_{AB}	v_{AxB}	SS_{AB}/ v_{AxB}	MS_{AB}/MS_E
Error	SS_E	v_e	SS_E / v_e	
Total	SS_{Total}	v_T		

2.9 Filament PolySmooth

PolySmooth (PVB) adalah filamen yang dibuat oleh *Polymaker* untuk mendapatkan hasil akhir yang mengkilap dan halus saat terpapar alkohol isopropil atau etanol, tetapi mempertahankan sifat mekanik yang seimbang dan mudah dicetak. Fokus pengembangan filamen ini adalah untuk menemukan komposisi

kimia yang ideal untuk mendapatkan pasca-pemrosesan tanpa garis khas antara lapisan dan dengan kecerahan yang spektakuler. Ini dicapai berkat *Polysher*, sebuah mesin yang menciptakan awan homogen (tetes 5 hingga 10 mikron) alkohol isopropil di sekitar potongan yang dicetak dengan *PolySmooth*. Menghilangkan semua tanda eksternal dan penawaran sebagai hasil akhir gloss halus dan seragam, seolah-olah itu dicat atau dipernis sepotong tapi tanpa mengorbankan ekonomi yang besar atau waktu yang terlibat dalam perawatan ini, terutama dalam potongan-potongan kecil (*Filament 2 Print*, 2019).

2.10 Gravity Casting

Metode pengecoran yang sering digunakan dan paling sederhana adalah menggunakan metode pengecoran gravitasi. Dalam pengecoran gravitasi lelehan dituangkan secara manual dari cawan ke dalam cetakan yang ditempatkan di bawah cawan. Logam cair memperoleh kecepatan logam cair meningkat dengan meningkatnya ketinggian drop. Penelitian terbaru tentang proses pengecoran gravitasi telah menunjukkan bahwa logam cair dengan mudah melampaui kecepatan kritis 0,5 m / detik dan masuk ke dalam rongga cetakan dengan cara yang bergejolak. Kecepatan dampak tinggi dan aliran turbulen logam menghasilkan erosi permukaan cetakan, reoksidasi logam dan pemasukan gas dan inklusi oksida dalam pengecoran. (Amit Jyoti Banerjee, Gopal Prasad Sinha, 2007).

2.11 Vacuum Chamber

Dalam penggunaan sehari-hari, vakum adalah volume ruang yang kosong pada dasarnya adalah materi, seperti bahwa tekanan gas jauh lebih kecil dari pada tekanan atmosfer. Keadaan vakum dapat dibedakan menjadi 3, yaitu soft vacuum (Ruang bertekanan 10^{-2} pa), hard vacuum ($< 10^{-2}$ pa), dan Ultrahigh vacuum ($< 10^{-7}$ Pa). Untuk mengukur kadar vakum suatu ruangan dibutuhkan suatu alat yang dapat membandingkan tekanan dalam ruang tersebut, salah satunya adalah pressure gauge (Darsono, Suprpto, Djasmin, 1999).

Alat yang digunakan untuk membuat keadaan menjadi vakum adalah vacuum pump (pompa vakum). Pompa vakum adalah alat yang menghilangkan molekul gas dari volume yang tertutup rapat untuk meninggalkan vakum parsial. Kecepatan pemompaan mengacu pada laju aliran volume sebuah pompa pada bagian inlet, sering diukur dalam volume per unit waktu. Momentum transfer dan

jebakan pompa akan lebih efektif pada beberapa gas daripada yang lain, sehingga tingkat memompa dapat berbeda untuk masing-masing gas yang dipompa, dan rata-rata laju aliran volume pompa akan bervariasi tergantung pada komposisi kimia dari sisa gas di ruangan. Cara kerja dari pompa vakum adalah sebagai berikut, gaya sentrifugal yang ditimbulkan dari motor mendorong baling-baling untuk saling menekan yang menciptakan ruang untuk udara masuk dari inlet. Setelah udara terperangkap di dalam pompa, baling-baling tersebut kembali saling menekan yang akan mendorong udara tersebut keluar dari pompa vakum melalui exhaust (Darsono, Suprpto, Djasmin. 1999).

2.12 Mol Max 60™

Silikon mol max 60™ adalah salah satu jenis karet silikon yang dapat menahan panas hingga 560°F/294°C. Cetakan karet silikon ini akan mereproduksi detail terbaik dari berbagai aplikasi industri dan seni yang terkait termasuk mereproduksi prototipe, *furnitur*, patung dan elemen arsitektur. Gunakan mereka untuk melemparkan berbagai bahan termasuk lilin, gipsum, paduan logam rendah / logam dan uretan, *resin epoksi* atau *polyester*. (SmootOn 2019).

2.13 Pengujian Kekasaran

Kekasaran permukaan adalah salah satu penyimpangan yang disebabkan oleh kondisi pemotongan dari proses pemesinan. Sedangkan permukaan itu sendiri ialah batas yang memisahkan benda padat dengan sekelilingnya. Karakter suatu permukaan memegang peranan penting dalam perancangan komponen mesin/peralatan. Dimana karakteristik permukaan dinyatakan dengan jelas misalnya dalam kaitannya dengan gesekan, keausan, pelumasan, tahanan kelelahan, dan lain-lain. Karakteristik perancangan sedapat mungkin harus dipenuhi oleh si pembuat komponen. Kekasaran permukaan dapat diwakilkan kedalam sebuah grafik yang memiliki bentuk yang sama dengan profil yang diukur. Grafik tersebut merupakan pembesaran dari kekasaran permukaan pada profil tersebut. Dari grafik yang didapatkan tersebut, dapat dicari beberapa parameter-parameter guna menganalisa dan mengidentifikasi konfigurasi suatu permukaan (Jossy Kolata, 2012). Berdasarkan profil-profil yang diterangkan diatas, dapat didefinisikan beberapa parameter permukaan, yaitu yang berhubungan dimensi pada arah tegak dan arah memanjang/mendatar.