

BAB 2 DASAR TEORI

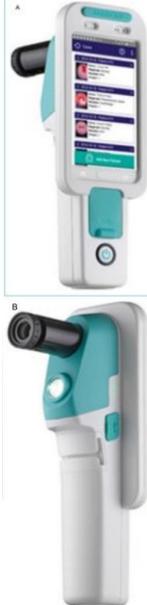
2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian sebelumnya di temukan bahwasanya di negara negara yang maju dengan sumber daya manusia dan gaya hidup yang mampu menanggulangi permasalahan kanker serviks, dengan diadakannya program vaksin dan skrining serviks tiap 6 bulan ini dapat mempengaruhi pengurangan faktor resiko dari kanker serviks. Di negara negara yang yang berpenghasilan tinggi seperti Amerika Utara, Eropa Utara dan Barat dan Australia merupakan contoh dari keberhasilan program program yang ada diatas dengan gencarnya program skrining tersebut maka tingkat pemaparan terhadap faktor resiko kanker serviks sangat dirasakan oleh masyarakat. Berbanding terbalik oleh Indonesia yang belum memilik alat *screening* kanker yang merata di seluruh Indonesia maka terjadi kelonjakan angka ada Wanita Indonesia yang terjangkit kanker serviks.

Lesi prakanker dapat dilihat dari skrining dengan papsmear setelah dilakukan skrining papsmear bila terlihat adanya perubahan sel yang abnormal maka dilanjutkan ke pemeriksaan selanjutnya yaitu pemeriksaan kolposkopi yang menggunakan alat kolposkop. Alat kolposkop ini masih jarang di temukan di daerah daerah terpencil di Indonesia dengan alasan harga dari kolposkopi ini mahal. Dengan hasil skrining kolposkopi dapat dilakukan perawatan lebih lanjut bila terlihat adanya sel abnormal lalu selanjutnya adanya *biopsy* dan dilakukan perawatan yang lebih awal di dibandingkan dengan tidak memeriksa serviks secara berkala [4].

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

Judul, Nama Peneliti, Tahun Terbit	Masalah, Metode, Solusi	Gambar	Perbedaan Dengan Penelitian Yang Dilakukan
<i>Remote Quality Assurance in Cervical Cancer Screening in Low Resource</i>	Alat skrining kolposkopi breasts smartphone, casing dan pegangan		Penelitian ini menggunakan pencetakan desain casing kolposkop menggunakan 3D <i>printing</i> ressin dan 3D <i>printing</i> menggunakan filament,

<p><i>Settings Using A Handheld Smartphone-Based Colposcope</i>, Chritophe Millien et al., 2015 [5]</p>	<p>dicetak 3D menggunakan printer uPrint,</p>		<p>alat yang terlalu besar bentuknya dan terlihat berat saat di genggam</p>
<p><i>Using a New Hand - Held Colposcope in Combination with Cryotherapy and LEEP in a See - and - Treat Cervical Cancer Screening</i>, Prachi N. Godiwala et al, 2019 [6]</p>	<p>Menggunakan, led yang berada di bawah,</p>		<p>Lensa tidak dapat di sesuaikan dengan letak kamera, handphone di posisi fixmoting, posisi led yang hanya di satu titik</p>
<p><i>Design of a Novel Low Cost Point of Care Tampon Colposcope for Use in Resource Limited Settings</i>, Christopher T. Lam et al., 2015[7]</p>	<p>Skrining kolposkopi berbasis smartphone yang berbentuk pocket memakai material berbentuk stainlesssteel</p>		<p>tidak memiliki fitur campture dan kurang fleksible Ketika dipakat karna antara layar dan pocket terpisah</p>

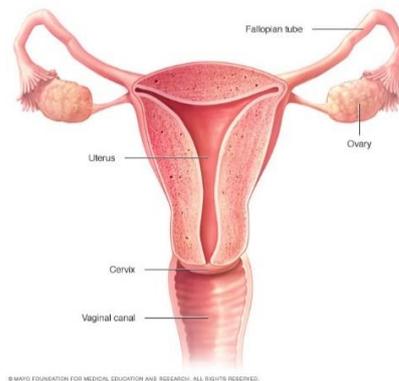
Penelitian tentang pemanfaatan additive manufacturing / 3d printing dalam pembuatan desain *handheld* colposcope menunjukkan potensi yang menjanjikan. Penggunaan teknologi ini dapat membantu Perusahaan dalam pembuatan *Prototype* alat dibandingkan harus mencetak dengan metode molding yang membutuhkan

biaya yang lebih besar. Selain itu juga teknologi 3d printing dapat mengoptimasi hasil yang baik pada *cassings colposcope handheld*.

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Kanker Serviks

Kanker serviks adalah jenis kanker yang terjadi pada leher rahim atau serviks. Serviks merupakan sepertiga bagian bawah uterus, berbentuk silindris, menonjol dan berhubungan dengan vagina melalui ostium uteri eksternum. Kanker biasanya disebabkan oleh infeksi virus papiloma (HPV), virus ini biasa ditemukan pada manusia yang sudah aktif pada kegiatan seksual [2][8]. Lebih dari 90% populasi yang terinfeksi akhirnya sembuh dari infeksi. HPV biasanya sembuh dengan sendirinya dan sebagian besar lesi prakanker sembuh secara spontan. Akan tetapi bila HPV ini dibiarkan tanpa adanya pengobatan maka HPV ini dapat berubah menjadi kronis dan lesi prakanker berkembang menjadi kanker serviks invansif. Kanker serviks merupakan perubahan yang abnormal yang terdapat pada di leher rahim. Kanker serviks berkembang pada sistem kekebalan tubuh wanita yang normal membutuhkan 15-20 tahun. Sedangkan pada sistem kekebalan tubuh yang lemah membutuhkan waktu 5-10 tahun [9]. Kanker serviks merupakan salah satu jenis kanker yang mempengaruhi organ reproduksi wanita, yaitu leher rahim. Leher rahim berfungsi sebagai pintu masuk menuju rahim dan berada di antara rahim (uterus) dan vagina [10]. Berbeda dari jenis kanker lainnya, kanker serviks merupakan satu-satunya jenis kanker yang diakibatkan oleh infeksi, khususnya infeksi virus *Human Papillomavirus* (HPV) dengan sub tipe onkogenik. Penularan virus HPV dapat terjadi melalui hubungan seksual, terutama dengan pasangan yang sering berganti. Virus ini dapat ditularkan melalui kontak genital-ke-genital, oral-ke-genital, atau manual-ke-genital. Salah satu cara menanggulangi penyebaran yang signifikan maka perlu dilakukannya skrining serviks tiap 6 bulan sekali untuk wanita yang sudah aktif pada kegiatan seksual.

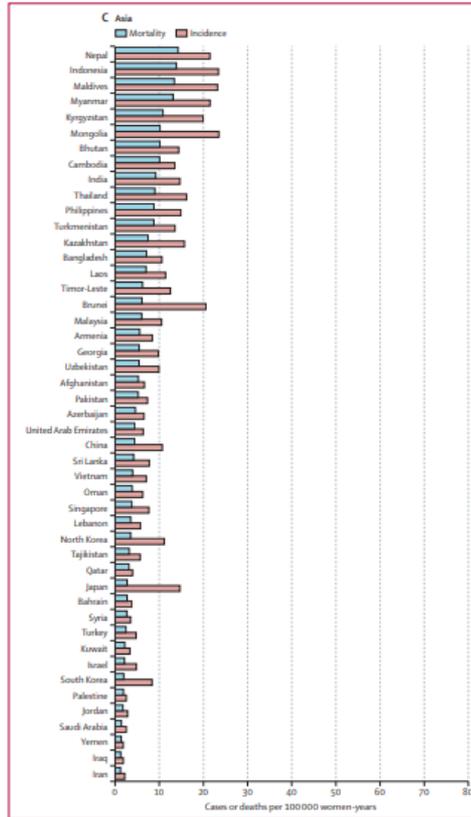


Gambar 2. 1 Reproduksi Wanita [4], [11]

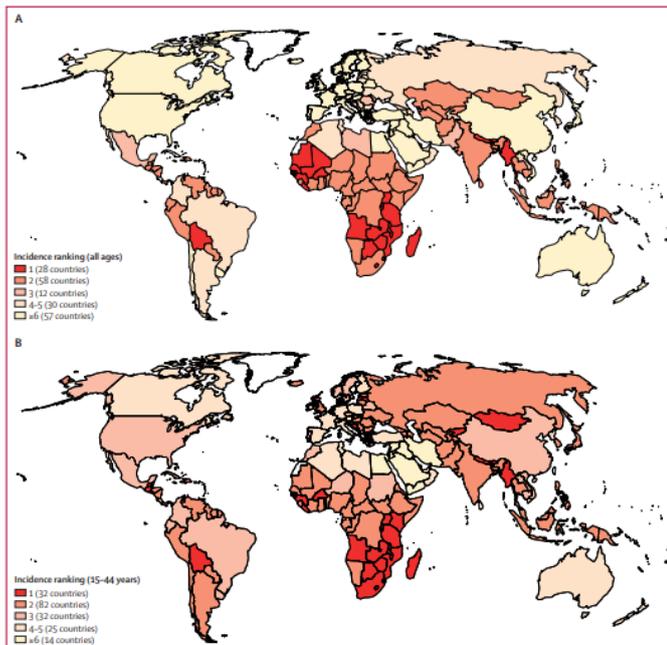
Serviks terdiri dari dua bagian dan ditutupi dengan dua jenis sel yang berbeda yaitu:

- Endoserviks adalah pembukaan serviks yang mengarah ke rahim . Itu ditutupi dengan sel kelenjar .
- Eksoserviks (atau ektoserviks) adalah bagian luar serviks yang dapat dilihat oleh dokter selama pemeriksaan spekulum. Itu tercakup dalam sel skuamosa .

Data dari WHO kanker Serviks merupakan kanker yang paling berbahaya keempat di dunia dengan perkiraan 604.00 kasus pada tahun 2020. Dan diperkirakan 342.000 kasus kematian yang disebabkan oleh kanker serviks. Dengan hampir 0,6 juta kasus dan 0,3 juta kematian per tahun, kanker serviks terus menjadi masalah kesehatan masyarakat yang utama, menduduki peringkat keempat sebagai penyebab paling umum kejadian kanker dan kematian pada wanita di seluruh dunia [12]. Gambar 2.2 merupakan grafik angka insiden dan kematian yang kanker serviks pada tahun 2018 di asia.



Gambar 2. 2 Insiden dan angka kematian standar usia dunia untuk kanker serviks, perkiraan tahun 2018 di Asia [4]



Gambar 2. 3 Peringkat kejadian kanker serviks tahun 2018 pada wanita segala usia [4]

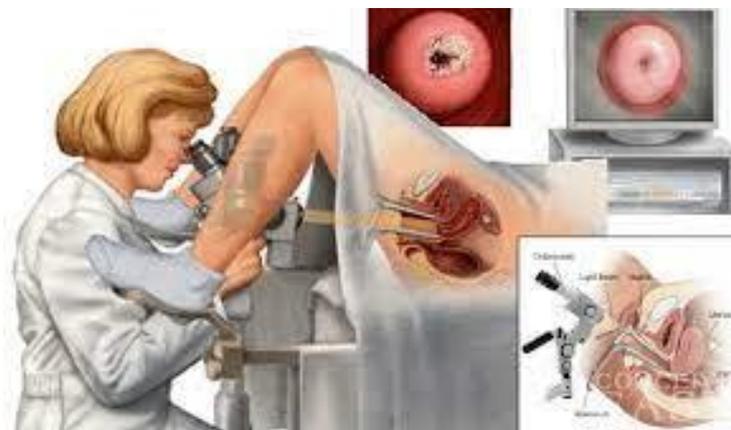
Usia rata-rata saat diagnosis kanker serviks cukup rendah dibandingkan dengan sebagian besar jenis kanker utama lainnya, mengakibatkan hilangnya tahun hidup secara proporsional lebih besar. Analisis spesifik usia gambar 2.3 menunjukkan dengan jelas bahwa kanker serviks terjadi pada rentang usia di mana wanita dewasa. Tidak adanya peningkatan kejadian setelah usia 40 tahun di negara-negara dengan sumber daya tinggi mungkin mencerminkan kanker yang dicegah dengan skrining, walaupun histerektomi mungkin juga berkontribusi sebagian terhadap penurunan tingkat kasus kanker serviks. Variasi tingkat yang cukup besar dicatat, dengan kejadian berkisar dari kurang dari 3 hingga lebih dari 70 per 100.000 wanita. Kematian akibat kanker serviks adalah keganasan dengan rentang variasi terbesar antar negara di antara semua jenis kanker. Kanker serviks tetap menjadi penyebab utama kematian akibat kanker pada wanita di 42 negara dengan sumber daya rendah gambar 2.2, berbeda dengan penyebab paling umum ke-19 di Finlandia (negara dengan sumber daya tinggi). Kontras geografis yang luar biasa seperti itu mencerminkan perbedaannya dalam paparan faktor risiko dan ketidaksetaraan yang serius dalam akses ke skrining yang memadai dan fasilitas pengobatan kanker yang efektif. Infeksi menular seksual risiko tinggi merupakan faktor etiologi utama serviks [4]. Pada tahun 2020 di Indonesia terdapat 396.914 kasus baru kanker. Dengan angka kematian 234.511 akibat kanker. Kanker tertinggi pada wanita adalah kanker payudara 65.858 kasus dan yang kedua adalah kanker serviks dengan jumlah 36.633 kasus. Untuk kanker tertinggi pada pria adalah kanker paru-paru 34.783 kasus dan kanker kolorektal 34.189 kasus. Kanker merupakan penyakit katastrofik dengan biaya tertinggi kedua setelah penyakit jantung 3,5 Triliun [13].

Diperkirakan kematian akibat kanker serviks akan terus meningkat sebesar 25% dalam 10 tahun mendatang jika tidak dilakukan tindakan dan implementasi yang memadai. Berbagai program intervensi seperti program deteksi dini telah dilakukan untuk mencegah berkembangnya progresi penyakit sehingga dapat menurunkan angka kematian dan kesakitan kanker serviks yang tinggi sehingga dapat hidup sehat dan berkualitas. Meningkatnya jumlah kasus baru kanker serviks di Indonesia setiap tahunnya dapat menjadi ancaman besar bagi kesehatan dunia, karena mayoritas penderitanya baru terdeteksi dan datang dalam stadium lanjut. melanjutkan. Padahal kanker serviks dapat dicegah dan dideteksi lebih awal jika

wanita usia subur memiliki pengetahuan dan kesadaran yang baik untuk melakukan deteksi dini [14].

2.2.2 Kolposkopi

Kolposkopi merupakan Tindakan skrining yang menggunakan alat untuk memeriksa vagina dan serviks dengan menggunakan mikroskop binokular. Kata kolposkopi berasal dari bahasa Yunani yaitu *kolpos* yang artinya lipatan atau lekukan dan ruang lingkup yang berarti memeriksa. Kolposkop adalah Instrumen endoskopi digunakan untuk memeriksa epitel serviks dan vagina *in vivo* menggunakan pencahayaan dan pembesaran memadai. Objek utama pemeriksaan kolposkopi serviks, tetapi dapat diperluas ke *vulva* dan *vaginas* [15]. Kolposkopi adalah salah satu cara dokter untuk melihat secara dekat kondisi leher rahim untuk menemukan perubahan sel yang tumbuh secara abnormal di leher rahim. Kolposkopi merupakan salah satu *test* skrining lanjutan yang dilakukan setelah pemeriksaan papsmear bila hasil dari pemeriksaan papsmear ditemukan hal yang abnormal pada serviks, vagina, atau *vulva*. Kolposkopi dapat dilakukan pada saat kapanpun dalam siklus menstruasi. Pasien juga harus menginformasikan mengenai obat-obat yang sedang di konsumsi pada penyedia layanan kesehatan untuk mencegah adanya pembekuan darah. Jika sedang hamil maka pasien juga harus mengkonfirmasi. Pada proses pemeriksaan kolposkopi maka dapat di jalankan oleh dokter, praktisi perawat maupun asisten dokter yang sudah menjala ni pelatihan khusus. Dan dalam proses pemeriksaan membutuhkan waktu kurang lebih 5- 10 menit dan dapat menyebabkan sedikit ketidaknyaman pada pasien [16].



Gambar 2. 4 Tindakan Kolposkopi[17]

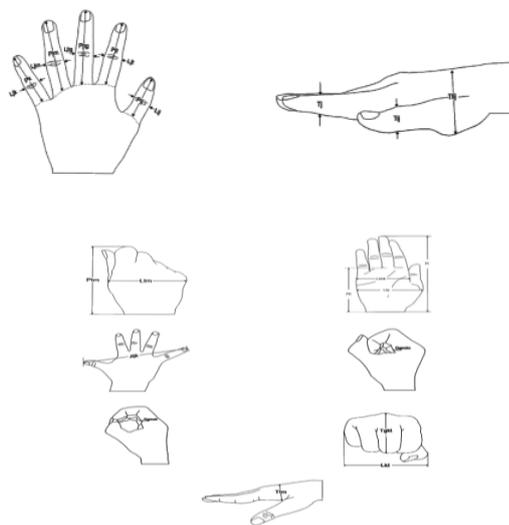
Tata laksana penggunaan kolposkopi yaitu setelah seseorang melakukan tes papsmear atau tes inspeksi Visual asam asetat (IVA) dan terdiagnosis kanker serviks maka dokter mengarahkan untuk melakukan Tindakan kolposkopi. Prosedur kolposkopi ini dilakukan dengan membuka vagina menggunakan *speculum*, selanjutnya dokter akan memberikan asam asetat lalu menggunakan kolposkop yang dilengkapi dengan led untuk melihat kondisi serviks [18]. Setelah terlihat adanya sel abnormal lalu dilakukan *biopsy* dengan mengambil jaringan abnormal. Selama proses kolposkopi adanya rasa kurang nyaman dan nyeri [19].

2.2.3 Kolposkop

Kolposkop terbukti bahwa risiko mengembangkan kanker serviks dapat dikurangi melalui pencegahan dengan deteksi dini. Kolposkop memiliki peran penting dalam diagnosis awal dari perubahan epitel pra-invasif dan invasif pada saluran vagina. Contoh kolposkop *handheld* yang ada di pasaran yaitu Kamera Video Digital *Handheld* Medis, *Colposcopy* Video Elektronik. Memiliki ukuran handling 15mm–40mm-15mm-480mm; tipe lensa penerangan LED; *zoom* lensa 1-128; antarmuka output gambar lensa yaitu video, s-vidio, pal.

2.2.4 Antropometri Tangan

Dimensi tangan yang diukur menurut Arunesh Chandra dengan beberapa modifikasi pengukuran dimensi tangan. Berikut adalah Gambar 2.5 beberapa dimensi tangan yang diukur [20].



Gambar 2. 5 Antropometri Tangan[21]

Berdasarkan pada Gambar 2.5 diatas didapat 25 dimensi tangan yang diukur yaitu : Lebar ibu jari (Lij), Lebar jari telunjuk (Ljt), Lebar jari tengah (Ljtg), Lebar jari manis (Ljm), Lebar jari kelingking (Ljk), Panjang ibu jari (Pij), Panjang jari telunjuk (Pjt), Panjang jari tengah (Pjtg), Panjang jari manis (Pjm), Panjang jari kelingking (Pjk), Tebal tangan metakarpal (Ttm), Tebal tangan ibu jari (Ttij), Tebal ibu jari (Tij), Tebal jari (Tj), Panjang tangan menggagam (Ptm), Lebar tangan menggagam (Ltm), Panjang tangan (Pt), Panjang telapak tangan (Ptt), Lebar tangan metakarpal (Ltmk), Lebar tangan sampai ibu jari (Ltij), Jarak ibu jari kelingking (Jjk), Diameter genggam maksimal (Dgmak), Diameter genggam minimal (Dgmin), Tinggi kepalan tangan (Tgkt), Lebar kepalan tangan (Lkt) [21].

Tabel 2.2 Data Presentil Perhitungan Antropometri Tangan [21]

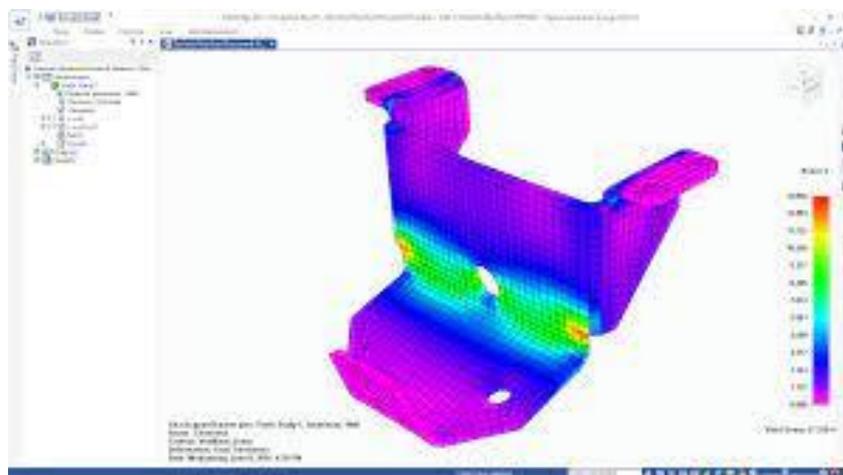
No	Antropometri tangan	Laki-laki (40)				Perempuan (40)			
		P ₅	P ₅₀	P ₉₅	SB	P ₅	P ₅₀	P ₉₅	SB
1	Lij	17,2	19,9	22,6	1,6	12,1	15,4	18,7	2,0
2	Pij	50,5	61,4	72,4	6,7	45,5	57,0	68,5	7,0
3	Ljt	16,0	18,9	21,7	1,7	10,1	14,3	18,5	2,6
4	Pjt	66,6	77,2	87,8	6,4	59,6	69,7	79,8	6,2
5	Ljtg	15,9	18,8	21,7	1,8	9,2	14,3	19,4	3,1
6	Pjtg	72,6	85,0	97,5	7,6	68,1	79,0	89,9	6,6
7	Pjm	69,6	80,7	91,8	6,8	61,9	72,4	82,9	6,4
8	Ljm	14,8	17,9	21,0	1,9	11,1	14,5	17,8	2,0
9	Pjk	53,1	63,6	74,0	6,3	47,1	56,3	65,5	5,6
10	Ljk	12,2	15,5	18,8	2,0	7,1	11,4	15,7	2,6
11	Pt	160,8	183,6	206,3	13,8	152,8	171,0	189,3	11,1
12	Ptt	84,1	101,8	119,6	10,8	84,8	96,3	107,7	6,9
13	Ltmk	72,0	81,4	90,9	5,8	59,4	67,9	76,4	5,2
14	Ltij	90,6	99,2	107,7	5,2	72,5	81,0	89,5	5,2
15	Ttij	36,4	47,1	57,9	6,5	26,8	37,9	49,0	6,7
16	Ttm	25,3	33,6	41,9	5,1	15,0	25,5	36,1	6,4
17	Tj	14,5	17,3	20,1	1,7	9,8	14,8	19,8	3,0
18	Tj	13,3	16,9	20,4	2,2	9,0	13,0	17,1	2,5
19	Ltm	77,4	89,0	100,6	7,1	62,3	75,3	88,2	7,9
20	Ptm	11,2	111,8	130,2	11,2	89,2	104,9	120,6	9,5
21	Jjk	195,3	212,3	229,3	10,3	141,5	179,3	217,0	22,9
22	Dgmak	30,9	42,7	54,4	7,1	27,9	37,4	46,9	5,8
23	Dgmin	14,9	24,9	35,0	6,1	10,7	20,5	30,2	5,9
24	Tgkt	59,1	65,7	72,2	4,0	49,1	57,5	65,8	5,1
25	Lkt	84,3	97,7	111,1	8,2	62,2	75,1	88,1	7,9

Tabel 2.2 menunjukkan nilai diameter genggam tangan minimal (Dgmin) yaitu 35,0 mm dan nilai diameter genggam tangan maksimal (Dgmak) yaitu 54,5mm pada laki laki. Sedangkkn untuk Perempuan menunjukkan nilai diameter genggam minimal yaitu 30,2mm dan nilai diameter genggam tangan maksilmal yaitu 46,94mm [21].

2.2.5 Solid Edge

Solid Edge merupakan perangkat lunak CAD tiga dimensi yang mudah dipakai dan menggunakan fitur parametric serta teknologi serempak. *Solid Edge* digunakan untuk membuat model benda padat, perakitan, simulasi, membuat

gambar kerja, manajemen desain, dan manufaktur. *Solid Edge* menyediakan fitur *finite element analysis* (FEA). *Solid Edge* juga terhubung 11 dengan banyak teknologi *product lifecycle management* (PLM). Kalangan pengguna *Solid Edge* antara lain perancang, penggambar, dan insinyur mesin. Saat ini *Solid Edge* dikembangkan oleh Siemens PLM Software, Inc. *Solid Edge* memiliki beberapa produk *solide edge* yaitu *Solid Edge ST*, *Solid Edge Design*, *Solid Edge Simulation*, *Solid Edge Manufacturing*, *Solid Edge Design Management*, *Solid Edge Apps*, *Solid Edge Industry Solutions*, *Solid Edge Academic Program*, dan *Solid Edge Videos* [22].



Gambar 2. 6 tampilan solid edge[11]

2.2.6 Solid Works

SolidWorks adalah perangkat lunak Computer-Aided *Design* (CAD) yang digunakan untuk membuat model 3D. SolidWorks memungkinkan pengguna untuk merancang berbagai produk, termasuk mobil, peralatan kelautan, bagian pesawat, ponsel, kamera, furnitur, dan banyak lagi. Cocok untuk desain mekanik, elektronik, dan industri lainnya.

Dalam SolidWorks, pengguna dapat membuat sketsa 2D yang kemudian diekstrusi menjadi model 3D. Fitur-fitur seperti *revolve*, *sweep*, *loft*, dan *cut* memungkinkan pembuatan bentuk kompleks. Selain itu, SolidWorks juga memungkinkan pengguna untuk menggabungkan beberapa komponen menjadi satu perakitan (*assembly*) dan membuat gambar teknis dengan detail dan dimensi.

Kelebihan SolidWorks meliputi prinsip desain parametrik yang memungkinkan pengguna menghubungkan parameter dan mengubahnya secara

dinamis. Pengguna juga dapat menerapkan gaya tampilan, material, dan melakukan *Rendering* untuk visualisasi yang lebih baik. SolidWorks tersedia dalam berbagai versi, termasuk edisi mahasiswa, profesional, dan industri, dengan harga yang bervariasi tergantung pada lisensi dan fitur yang diinginkan [11].

2.2.7 Additive Manufacturing (3D Printing)

Teknologi 3D adalah suatu inovasi yang membantu dan melengkapi kebutuhan desain produk di industri dan manufaktur. Meskipun tidak menggantikan peran utama dunia industri, teknologi ini menjadi alat yang berharga dengan kemampuannya menghasilkan prototipe dengan cepat dalam skala kecil, sekitar 79 kali lebih kecil dari produk akhir. Printer 3D, juga dikenal sebagai *Additive manufacturing* (AM), merupakan proses di mana objek tiga dimensi dibuat dengan membentuk lapisan-lapisan material di bawah kendali komputer. Objek yang diproduksi melalui printer 3D dapat memiliki bentuk atau geometri yang kompleks dan umumnya menggunakan data model digital, seperti file *Additive manufacturing File* (AMF) atau *Stereolithography* (STL), yang merupakan jenis file paling umum yang dibaca oleh printer 3D. Berbeda dengan proses pemesinan konvensional yang memotong material dari stok, pencetakan 3D atau AM membangun objek tiga dimensi dari model *Computer-Aided Design* (CAD) dengan cara menambahkan lapisan per lapisan secara berturut-turut. Istilah "pencetakan 3D" awalnya merujuk pada proses yang menggunakan bahan pengikat yang ditempatkan pada tempat tidur bedak dengan menggunakan kepala printer inkjet berlapis-lapis. Namun, saat ini istilah ini telah berkembang dalam bahasa sehari-hari untuk mencakup beragam teknik pembuatan aditif. Di Amerika Serikat dan dalam standar teknis global, istilah resmi yang digunakan adalah "manufaktur aditif" untuk mencakup arti yang lebih luas ini [22].

2.2.8 Ressin (PLA)

Penerapan pencetakan 3D dalam bidang kedokteran terus berkembang, baik volume maupun keragaman aplikasinya. Pencetakan 3D telah digunakan secara dominan untuk pembuatan model anatomi (60%) dan panduan bedah (38,7%), dengan contoh seperti itu sejak sekitar tahun 1990 seperti yang disajikan [23].

Dalam 5-10 tahun terakhir, telah terjadi peningkatan dan pergerakan besar menuju penggunaan teknologi untuk merawat pasien secara langsung [24]. Pencetakan 3D memiliki kemampuan untuk membuat perangkat khusus dengan cepat yang telah diadopsi oleh area komunitas medis yang membutuhkan solusi khusus. Contohnya termasuk *endoprostheses*, mahkota gigi sementara, *epitheses*, *stent endoluminal*, perangkat medis. Saat ini, metode pencetakan 3D menawarkan berbagai bahan dari logam, termoplastik, resin fotosensitif, organik, dan keramik. Studi ini secara khusus berfokus pada penggunaan resin fotosensitif untuk polimerisasi tong dan teknik pengaliran resin. Sementara teknik pencetakan polimerisasi tong sangat mirip dalam hal teknologi, *gantry* dan metode, mereka memiliki perbedaan teknologi utama, seperti sumber cahaya, panjang gelombang sumber cahaya, dan durasi paparan. Aspek-aspek ini harus khusus untuk resin yang digunakan untuk memastikan resin sepenuhnya bertransisi dari cair ke padat. Dengan bergerak menuju pencetakan 3D perangkat medis untuk merawat pasien secara langsung, baru-baru ini ada peningkatan perhatian untuk mengembangkan regulasi bimbingan dalam hal ini. Ini membutuhkan pengawasan biokompatibel. aspek relatif terhadap penggunaan akhir mereka.

Karena meningkatnya penggunaan pencetakan 3D untuk perangkat medis merawat pasien secara langsung, ada permintaan untuk bahan baru yang menyediakan berbagai karakteristik biokompatibel untuk potensi yang berbeda aplikasi. Resin bersertifikat diharapkan untuk melakukan seperti yang diuji selama mereka dicetak dan diproses pasca sesuai dengan protokol yang disediakan oleh pabrikan. Jika pengguna menyimpang dari produsen protokol, maka sifat biokompatibel juga dapat menyimpang [25].

Resin *Polylactic Acid* (PLA) adalah bahan polimer sintetik yang memiliki biokompatibilitas dan biodegradabilitas yang sangat baik, dengan viskositas 100-270 mPa·s, kepadatan 1.07-1.10 g/cm³, dan kekuatan tarik 24-55 MPa. Resin ini memiliki keuntungan berupa kompatibilitas lingkungan yang baik, dapat terdegradasi oleh mikroorganisme, serta tidak melepaskan bahan kimia berbahaya saat terbakar. Aplikasinya meliputi pembuatan berbagai model, pengemasan makanan, dan produk lainnya yang membutuhkan sifat fisik dan mekanik yang

baik. Ressin PLA juga memiliki sertifikasi keamanan seperti EN71-3 dan CE, dan dapat diolah melalui pembakaran, penimbunan, kompos, atau daur ulang [25].



Gambar 2. 7 Essun Ressin PLA

2.2.9 Uji Validitas

Uji validitas adalah proses untuk memastikan bahwa suatu alat atau instrumen pengukuran benar-benar mengukur apa yang seharusnya diukur. Dalam konteks desain alat, uji validitas penting untuk memastikan bahwa alat yang dirancang berfungsi sesuai dengan tujuan dan memberikan hasil yang akurat serta relevan [26].

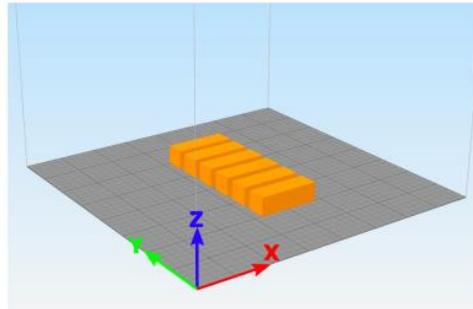
2.2.10 Uji Tekan

Uji tekan adalah salah satu metode pengujian mekanik yang digunakan untuk menentukan sifat-sifat material, termasuk plastik, di bawah kondisi tekanan. Uji ini memberikan informasi tentang kekuatan, kekakuan, dan perilaku material saat ditekan sampai deformasi atau kerusakan terjadi. Tujuan Uji Tekan untuk Material Plastik

- Menentukan Kekuatan Tekan: Mengukur seberapa besar beban yang dapat ditahan oleh material plastik sebelum mengalami kegagalan.
- Menentukan Modulus Elastisitas: Mengukur kekakuan material atau seberapa besar material tersebut dapat mengalami deformasi elastis (non-permanen) di bawah tekanan.

- Mengidentifikasi Perilaku Deformasi: Mengamati bagaimana material berdeformasi di bawah beban, termasuk apakah material mengalami deformasi elastis atau plastis.

Gambar di bawah merupakan contoh spesimen uji tekan yang berbentuk balok. Dengan hasil pemodelan CAD sebagai berikut.



Gambar 2. 8 Spesimen uji balok model CAD [27].

Nilai sasaran untuk beratnya adalah 8.06 g dan diperoleh dengan mempertimbangkan volume sampel (seperti yang diberikan oleh model CAD) dikalikan dengan kepadatan pengisi (setara 1) dan untuk ketumpatan massa PLA sama dengan 1,25 g/cm³. Data geometris nyata untuk setiap spesimen yang diproduksi diukur dengan menggunakan kaliber digital dan berat masing-masing sampel ditentukan menggunakan skala berat digital. Data aktual dan nilai sasaran atau nominal diberikan dalam Tabel 2.3 di mana 12 sampel dibagi menjadi dua bagian yang terdiri dari 6 sampel masing-masing lihat Table 2.3. Nilai sasaran selalu diberikan di baris terakhir dari tabel. Kolom kedua menunjukkan panjang sampel dalam arah x. Kolom ketiga memberikan lebar yang diukur dari bagian persimpangan dalam arah y. Kolom keempat memberikan lebar yang diukur dari bagian persimpangan dalam arah z. Kolom kelima memberikan berat setiap sampel yang ditentukan dengan menggunakan kaliber berat digital. Kolom terakhir memberikan kepadatan massa yang dihitung sebagai berat dibagi untuk volume nominal $V = 6.452 \text{ cm}^3$ seperti yang diberikan oleh perangkat lunak untuk gambar CAD [27].

Tabel 2. 3 Data geometris dan berat yang diukur untuk uji tekan [27]

Specimen (Family)	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	W [g]	$\bar{\rho}$ [g/cm ³]
1 (1)	39.75	12.46	12.56	7.73	1.198
2 (1)	39.77	12.49	12.58	7.77	1.204
3 (1)	39.78	12.45	12.56	7.72	1.197
4 (1)	39.80	12.49	12.59	7.77	1.204
5 (1)	39.84	12.49	12.63	7.73	1.198
6 (1)	39.80	12.43	12.60	7.68	1.190
7 (2)	39.84	12.55	12.63	7.77	1.204
8 (2)	39.79	12.55	12.62	7.79	1.207
9 (2)	39.79	12.52	12.59	7.76	1.203
10 (2)	39.84	12.49	12.61	7.74	1.200
11 (2)	39.76	12.53	12.59	7.77	1.204
12 (2)	39.83	12.46	12.60	7.71	1.195
TARGET	40.00	12.70	12.70	8.06	1.250