

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

*Drug delivery system* merupakan suatu sistem penghantaran obat yang mengharuskan obat berdifusi pada tubuh hingga akhirnya mencapai sirkulasi sistemik untuk menimbulkan suatu efek terapi tertentu [1][2][3]. Dalam dunia medis saat ini *drug delivery system* yang digunakan yaitu dengan menggunakan obat-obatan, hingga *transdermal drug delivery system*. Obat-obatan konvensional pada umumnya dikonsumsi pasien dengan cara melakukan pelarutan obat dalam pencernaan. Sedangkan dampak samping pada *drug delivery system* konvensional ini adalah dapat terjadinya efek samping pada ginjal manusia karena terjadi reaksi kimia pada pencernaan dan selanjutnya disaring pada ginjal manusia. Selanjutnya terdapat perkembangan teknologi *drug delivery system* pada manusia yaitu *transdermal drug delivery system*.

*Transdermal Drug Delivery system* merupakan sebuah sistem penghantaran obat yang mengharuskan obat dapat berdifusi melalui lapisan-lapisan kulit hingga menuju lapisan kulit yang diharapkan. Untuk pengaplikasian *transdermal drug delivery system* pada saat ini sudah banyak digunakan pada dunia medis. Seperti contoh suntikan konvensional. Suntikan konvensional menggunakan jarum suntik dengan struktur berlubang saat ini banyak digunakan sebagai alat kesehatan terhadap manusia, Jarum suntik memiliki sistem kerja menghantarkan obat-obatan melalui lapisan kulit menuju ke dalam aliran darah, Namun, jarum suntik memiliki beberapa kelemahan utama seperti nyeri saat masuk menuju lapisan kulit karena diameter jarum yang besar, fobia terhadap jarum pada pasien hingga harga jarum suntik yang cukup mahal [3].

Dengan mengangkat beberapa permasalahan di atas suntikan konvensional dilakukan perkembangan teknologi berupa suntikan berukuran *micrometer* atau pada saat ini sering disebut dengan *microneedle*. *Microneedle* saat ini telah dikembangkan sebagai alternatif pilihan jarum suntik untuk memberikan rasa nyaman pada pasien karena *microneedles* dapat menembus lapisan terluar dalam

struktur kulit dermal yang dikenal sebagai *stratum corneum*, sehingga hal ini dapat mengurangi rasa sakit yang ditimbulkan pada pasien [4].

Secara umum, *microneedle* dapat dikategorikan menjadi dua struktur utama yaitu *solid* dan *hollow*. *Solidmicroneedles* terdiri dari bentuk melingkar pada bagian ujung jarum yang berfungsi untuk membuat lubang pada lapisan stratum korneum dengan tujuan memperlancar pengiriman obat melalui pori-pori pada lapisan kulit. Sedangkan *hollowmicroneedle* terdiri dari ruang kosong di ujung jarum. Dibandingkan dengan *hollow microneedle*, *solidmicroneedle* dengan ujung melingkar lebih disukai karena mudah menembus kulit dengan kerusakan minimal [4].

Pada tahun 2009, Abser telah menganalisis sifat mekanik pada *microneedlesolid* Si dengan ujung miring dengan menerapkan gaya tekuk [4]. Dia melaporkan bahwa nilai gaya tekuk harus lebih besar dari tekanan tusukan jaringan yang diberikan untuk menghindari adanya kerusakan ujung jarum atau deformasi lainnya pada struktur *microneedle*. Dari hasil penelitian tersebut juga didapatkan nilai gaya tekuk maksimum dan tekanan tusukan jaringan masing-masing sebesar 2,88 mN dan 0,28 mN [4].

Pada penelitian lain juga dilakukan Studi simulasi dengan menggunakan modul mekanika struktural di *COMSOL Multiphysics* dengan dimensi tinggi dan diameter ujung *microneedle* berkisar antara 60 sampai 100  $\mu\text{m}$  dan 1 sampai 4  $\mu\text{m}$  dengan beban yang diberikan pada ujung jarum memiliki rentang 50 hingga 800 gram. Pada setiap pemberian beban terjadi pengurangan ketinggian pada *microneedle* dengan rentan 4-5  $\mu\text{m}$ . Penelitian ini memiliki kelemahan yaitu tidak menjanjikan pada ukuran diameter 4,2  $\mu\text{m}$  karena dapat menimbulkan nyeri yang tidak menyenangkan. Namun ketinggian pada 67  $\mu\text{m}$  dianggap memiliki peluang untuk menembus lapisan stratum korneum pada lapisan kulit [5].

Dari beberapa penelitian tersebut terdapat beberapa parameter kegagalan lain seperti terjadi tekuk pada ujung *microneedle* yang memiliki peluang untuk terjadinya kerusakan pada jarum [1][3][4][5]. Berdasarkan masalah yang telah dipaparkan di atas diperlukan pengembangan teknologi *microneedle* untuk mencapai lapisan epidermis tanpa terjadinya kerusakan atau gaya tekuk pada ujung jarum. Pada pengembangan teknologi *microneedle* ini menggunakan *COMSOL*

*Multiphysics 5.5* sebagai aplikasi untuk memberikan desain dan simulasi *microneedle* dengan variasi 3 geometri yang memiliki perbedaan nilai ujung tip pada *microneedle* agar dapat mencapai lapisan epidermis tanpa terjadinya tekuk, serta dapat memberikan hasil yang optimal dengan harapan dapat dijadikan sebagai tolak ukur peneliti sebelum dilakukannya fabrikasi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun Rumusan masalah dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana desain dan simulasi *microneedle* dengan ukuran tersebut agar dapat menembus lapisan epidermis pada kulit?
2. Berapa nilai *force* yang diberikan agar jarum dapat menembus lapisan epidermis?
3. Bagaimana pengaruh ukuran ujung tip jarum terhadap ketahanan dan pergeseran ketika dilakukannya injeksi pada kulit?
4. Bagaimana ketahanan ke 3 geometri *solid microneedle* yang digunakan pada penelitian Tugas Akhir ini?
5. Desain mana yang lebih efektif untuk dijadikan acuan sebagai tolak ukur fabrikasi *solid microneedle*?

## **1.3 Tujuan dan Manfaat**

Adapun tujuan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mampu melakukan desain dan simulasi *microneedle* dengan *COMSOL Multiphysics 5.5* yang dapat menembus lapisan kulit epidermis tanpa terjadi kerusakan sebelum dilakukannya fabrikasi.
2. Mampu menghasilkan 3 geometri *microneedle* yang memiliki nilai ketahanan yang baik ketika dilakukannya injeksi pada kulit
3. Mampu menganalisis pengaruh *force* yang diberikan terhadap hasil *von-mises stress* dan *displacement* yang di hasilkan
4. Mampu menganalisis desain mana yang lebih efektif untuk digunakan pada fabrikasi melalui hasil simulasi yang didapatkan.

## **1.4 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan *COMSOL Multiphysics* sebagai aplikasi untuk melakukan simulasi pada *microneedle* sebelum dilakukannya fabrikasi.
2. Menciptakan 3 geometri dengan perbedaan ukuran ujung tip yaitu 20, 25 dan 30  $\mu\text{m}$  untuk mengetahui ketahanan jarum dalam proses injeksi..
3. *Microneedle* yang digunakan adalah *Solid microneedle* dengan bahan *silicon*.
4. Memberikan *force* dengan *range* 0 – 2 mN dalam analisis *stationary*.
5. Menggunakan analisis *stationary* dan *linier buckling* sebagai uji ketahanan jarum.

### **1.5 Metode Penelitian**

Adapun metode penelitian dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan informasi dan data seputaran medis dan material.

2. Perancangan dan Simulasi

Melakukan rancangan dan simulasi 3 geometri *microneedle* berbahan *silicon (Si)* dengan ukuran tinggi 150  $\mu\text{m}$  dan diameter alas 20, 25 dan 30  $\mu\text{m}$ .

3. Analisis dan Kesimpulan Hasil Desain dan Simulasi

Data yang diperoleh dari hasil design dan simulasi yang saya lakukan akan saya analisis dan membuat kesimpulan dari hasil tersebut.

4. Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Hasil data yang telah didapatkan akan disusun dalam laporan Tugas Akhir.