

PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT



MATERI SOSIALISASI DI JURUSAN
TEKNIK PEMESINAN SMK TUREN MALANG
DENGAN TEMA "IMPLEMENTASI ILMU
TEKNIK MESIN PADA DUNIA BIOMEDIC"

Oleh:
Dr. Wahyu Dwi Lestari, S.Pd.,M.T
Dr. T. Ir. Luluk Edahwati, M.T
Ndaru Adyono, S.Si.,M.T
Tria Puspa Sari, S.T.,M.S

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR

KATA PENGANTAR

Segala puji kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan taufiq yang diberikan sehingga kami dapat menyelesaikan modul ini. Modul ini kami susun sebagai pegangan peserta sosialisasi dengan tema “implementasi ilmu teknik mesin pada dunia biomedik” di jurusan teknik permesinan SMK Turen Malang.

Modul ini berisi tentang gambaran singkat teknik biomedik dan bagaimana hubungannya dengan Teknik Mesin. Pada modul ini disampaikan beberapa poin diantaranya yaitu tentang teknik mesin di masa depan, pengertian teknik biomedis dan sejarahnya, perkembangan teknik biomedis di Indonesia dan prospek kerja.

Sosialisasi dalam rangka pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan oleh program studi teknik mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur (UPNVJT) ini didanai secara mandiri oleh program studi. Kami menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu sehingga

modul ini dapat sampai ke tangan pembaca. Semoga modul ini bermanfaat.

Surabaya, 14 April 2021

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN	1
TEKNIK MESIN DI MASA DEPAN	4
TEKNIK BIOMEDIS	7
SEJARAH TEKNIK BIOMEDIS	16
PERKEMBANGAN TEKNIK BIOMEDIS DI INDONESIA	22
PROSPEK TEKNIK BIOMEDIS	24
DAFTAR PUSTAKA	26

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN UPN VETERAN JAWA TIMUR

Teknik mesin atau dapat disebut mechanical engineering adalah ilmu perrekaan yang mempelajari tentang sistem mekanis. Pada program studi Teknik Mesin dipelajari prinsip-prinsip fisika klasik yang kemudian diimplementasikan pada analisis sistem mekanis, karakter mekanis material, desain, manufaktur dan analisis maupun maintenance suatu mesin. Sesuai dengan Capaian Pembelajaran, mahasiswa teknik mesin dididik untuk memperdalam kemampuan pada beberapa ilmu eksakta, mulai dari basic science, seperti matematika, fisika, kimia, biologi, dsb. Lalu ada ilmu dasar keteknik-mesinan, seperti ilmu material, mekanika, kinematika, dinamika, termodinamika, metrologi, dsb. Lalu juga ada ilmu perancangan, seperti menggambar mesin, manufaktur, elemen mesin, sistem kendali, dsb. Selain itu juga ditunjang dengan ilmu FEM, CAD/CAM, K3L, dsb. Ditambah dengan berbagai mata kuliah pilihan konsentrasi dibidang teknik mesin. Keseluruhan bidang ilmu tersebut difokuskan menjadi beberapa

konsentrasi studi seperti, Teknik Material, Teknik Manufaktur, Teknik Konversi Energi dan Teknik Biomedik.

Sarjana Teknik dengan pemahaman tentang mechanical engineering sangat dibutuhkan oleh semua bidang industri, baik itu di Indonesia maupun di luar negeri. Berdasarkan kurikulum pendidikan Program Studi Teknik Mesin 2020, Mahasiswa dididik untuk menerapkan dan merekayasa pemecahan masalah teknik mulai dari desain hingga manufaktur untuk membawa suatu produk bisa masuk ke pasar. Peluang kerja lulusan Teknik Mesin sangat bervariasi. Lulusan Teknik Mesin dibutuhkan untuk pengembangan teknologi dan maintenance mesin pada berbagai industri. Semua bidang industri seperti manufaktur, otomotif, transportasi, baik itu darat, laut udara, pertambangan, konstruksi, elektronik, alat berat pertanian, komunikasi dan medis-pun membutuhkan keahlian Teknik Mesin. Masih ada miskonsepsi tentang prospek kerja lulusan Teknik Mesin dengan anggapan bahwa lulusan Teknik Mesin akan menjadi montir di bengkel. Padahal lulusan Teknik Mesin memiliki prospek karir yang cemerlang sebagai tenaga ahli di

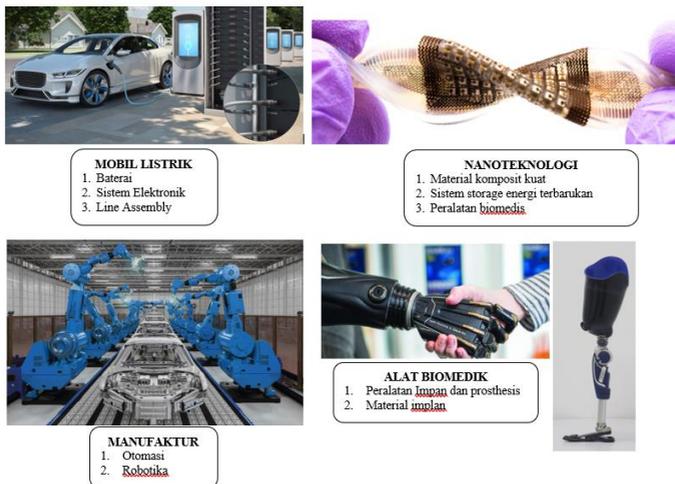
industri, teknisi struktural, konsultan mekanik, teknisi modelling/drafting, dsb.

Iklim industri yang baik yang terus diupayakan pemerintah, selain dengan pembangunan infrastruktur penopang industri, Pemerintah Indonesia juga mengeluarkan Undang-Undang Cipta Kerja atau Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja (disingkat UU Ciptaker atau UU CK) yang merupakan undang-undang di Indonesia yang telah disahkan pada tanggal 5 Oktober 2020 oleh DPR RI dan diundangkan pada 2 November 2020 dengan tujuan untuk menciptakan lapangan kerja dan meningkatkan investasi asing dan dalam negeri dengan mengurangi persyaratan peraturan untuk izin usaha dan pembebasan tanah. Kebijakan ini harus direspon dengan baik oleh Sarjana Lulusan Teknik Mesin UPN Veteran Jawa Timur untuk berani merintis industri sedini mungkin. Sejalan dengan visi-misi Universitas bahwa mahasiswa UPN Veteran Jawa Timur harus memiliki karakter belanegara dan juga produktif dalam mengembangkan ataupun menciptakan Teknologi Tepat Guna.

TEKNIK MESIN DI MASA DEPAN

Teknik mesin merupakan salah satu cabang ilmu teknik yang berfokus pada industri mesin. Bidang keilmuan teknik mesin mengaplikasikan prinsip dasar fisika untuk analisis, desain, manufaktur dan pemeliharaan sebuah sistem mekanik. Teknik mesin mulai berkembang sebagai suatu ilmu setelah adanya revolusi industri di Eropa pada abad ke-18, dan semakin berkembang lagi di abad 19 seiring dengan pesatnya perkembangan ilmu fisika. Ilmu Teknik Mesin terdiri dari sejumlah cabang ilmu, yaitu mekanika, kinematika, teknik material, termodinamika, dan energi. Ilmu teknik mesin juga mempunyai hubungan dengan beberapa ilmu teknik lainnya, diantaranya yaitu teknik penerbangan, teknik sipil, teknik perminyakan, dan teknik kimia. Berbicara tentang kemajuan teknologi dibidang mesin, pada awalnya kemajuan teknologi dikembangkan oleh beberapa ahli mesin yang dahulu kala berusaha mencari metode-metode untuk meningkatkan produktifitas kerja agar lebih efektif dan efisien, tentunya dengan sistem pengontrol di manusia itu

sendiri. Semakin ke sini, ilmu teknik mesin menjadi sebuah keilmuan yang berkontribusi besar dalam kecanggihan teknologi, diantaranya yaitu adanya keilmuan terkait komposit, mektronika, nanoteknologi, manufaktur, biomekatronik dan yang sedang mendapat sorotan saat ini adalah tentang alat-alat medis. Gambaran dari perkembangan keilmuan teknik mesin saat ini dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Teknik Mesin di Masa Depan

Dapat dikatakan bahwa bidang keahlian teknik mesin saat ini mempelajari bagaimana cara membuat sebuah mesin yang dibutuhkan untuk satu keperluan

industri atau keperluan sehari-hari. Jadi, keahlian teknik mesin tidak hanya menangani komponen otomotif.

TEKNIK BIOMEDIS

Kesehatan merupakan aset yang sangat berharga dalam menunjang berbagai macam aktivitas pada kehidupan modern yang serba cepat ini. Ketergantungan kepada dunia medis dan peralatan pendukungnya merupakan salah satu bentuk dari ketergantungan manusia dalam hal menunjang kesehatannya baik untuk menghilangkan rasa sakit maupun untuk menjaga stamina tubuh agar tetap fit. Bertambahnya populasi manusia di dunia ditambah dengan pola hidup dan pola makan yang tidak sehat sangat mempengaruhi kondisi kesehatan manusia. Kehidupan manusia sangat dipengaruhi oleh situasi dan kondisi kesehatannya. Selain faktor kesehatan, ada faktor lain yang mempengaruhi keadaan manusia yakni kondisi kebugaran, tekanan kejiwaan dan permasalahan hidup yang sedang dihadapi.

Seiring berkembangnya zaman dan pola hidup manusia, perubahan dalam mekanisme kehidupan dapat menyebabkan munculnya berbagai penyakit yang kompleks. Teknik Biomedis berperan dalam mengupayakan peningkatan dalam dunia kesehatan,

contohnya dalam hal deteksi dini, diagnosa, terapi, rehabilitasi, pengobatan berbagai penyakit serta penyediaan alat-alat kesehatan untuk menunjang aktivitas normal manusia. Beberapa permasalahan hidup terkait dengan kesehatan pada masyarakat diantaranya yaitu munculnya kondisi cacat lahir pada anggota tubuh seperti ketiadaan atau kelainan pada salah satu anggota tubuh, yang dibutuhkan alat implan untuk menunjang kegiatan sehari-hari agar dapat berjalan dengan normal. Selanjutnya, penyakit diabetes melitus (kencing manis) yang banyak diderita oleh masyarakat, dimana salah satu kendalanya yaitu kaki atau telapak kaki yang tidak nyaman digunakan untuk berjalan sehingga juga diperlukan sebuah alat untuk memberikan solusi tersebut. Selain itu, tingginya mobilitas manusia juga menyebabkan terjadinya banyak kecelakaan yang menyebabkan cacat ataupun kehilangan anggota tubuh, sehingga juga dibutuhkan alat yang bisa mengembalikan aktivitas normal mereka. Alat-alat tersebut merupakan bagian dari alat kesehatan. Adapun ilmu keteknikan yang diperlukan untuk membuat alat-alat penunjang

kesehatan tersebut saat ini dikenal dengan sebutan Teknik Biomedis.

Teknik biomedis atau *biomedical engineering* merupakan ilmu yang bersifat multidisipliner (menggabungkan prinsip-prinsip ilmu teknik dalam bidang medis atau kedokteran). Elemen-elemen dari ilmu teknik diterapkan ke dalam praktik kedokteran dengan tujuan untuk meningkatkan tingkat kesehatan dan tingkat kesembuhan pasien atau individu secara umum. Selain itu juga harus menguasai bidang sosial seperti etika dan hukum. Teknik biomedik juga melibatkan pembelajaran seputar dunia biologi dengan cara yang baru dan diharapkan sekali untuk dapat mengembangkan peralatan atau metode-metode baru untuk memudahkan diagnosis dan ilmu pengobatan, serta untuk memperbaiki organ/bagian badan yang sakit pada tubuh manusia.

The National Institutes of Health pada tahun 1997 mendefinisikan biomedis sebagai "*Bioengineering integrates physical, chemical, or mathematical sciences and engineering principles for the study of biology, medicine, behavior, or health. It*

advances fundamental concepts, creates knowledge from the molecular to the organ systems levels, and develops innovative biologics, materials, implants, devices, and informatics approaches for the prevention, diagnosis, and treatment of disease, for patient rehabilitation, and for improving health."

Berdasarkan definisi tersebut dapat dikatakan bahwa teknik biomedika merupakan gabungan dari beberapa prinsip dasar ilmu kimia, biologi, sains matematika, dan *engineering* untuk membantu memecahkan masalah yang ada pada bidang kesehatan baik dari segi material sampai proses rehabilitasi. Adapun, ilmu biomedis yang pertama kali dikembangkan secara edukasi oleh Universitas Pennsylvania di Philadelphia didefinisikan oleh Prof. Kenneth R. Foster sebagai "*Biomedical engineering is presently undergoing explosive growth. The field began when engineers partnered with physicians to develop solutions to medical problems. The discipline has now developed an identity of its own, and is moving into areas such as tissue engineering and neuroscience that are far from the original engineering roots of the field. At the same time, biomedical engineers are still*

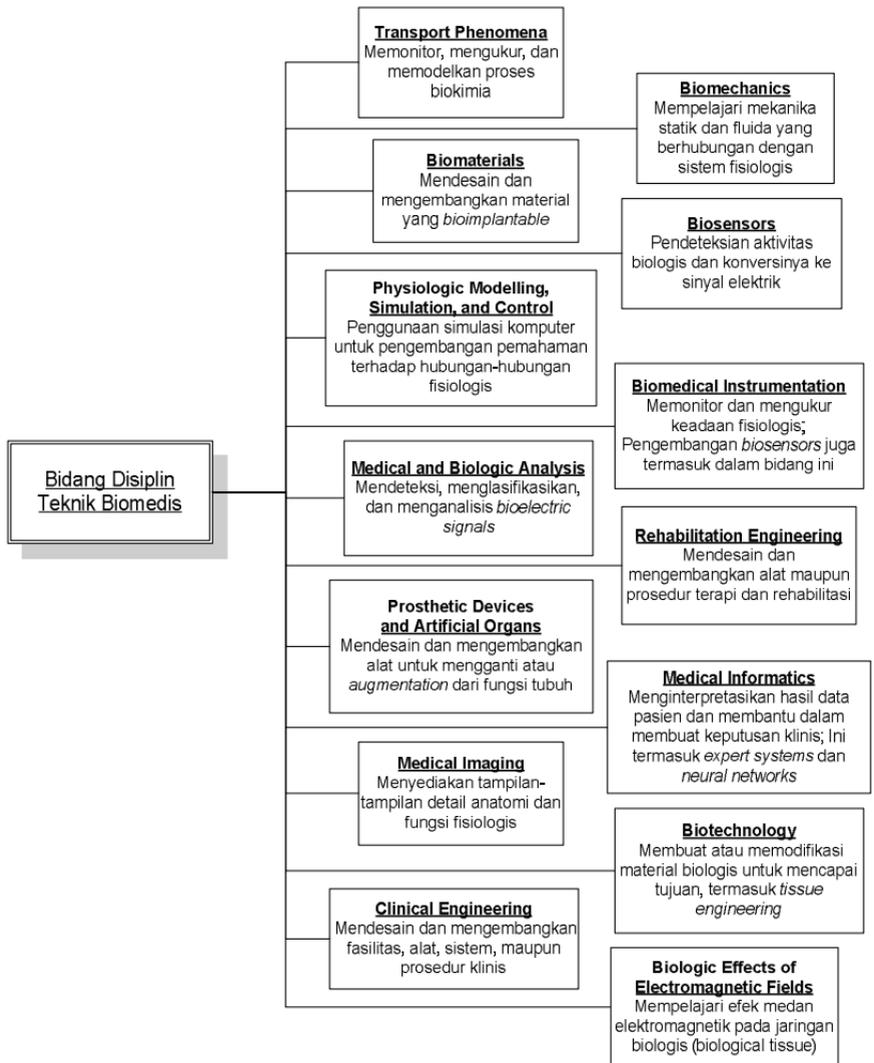
making important contributions to such traditional subjects such as biomedical signal analysis, physiological modeling, and instrumentation."

Apabila didefinisikan juga hampir sama dengan yang dikatakan oleh The National Institutes of Health, dimana teknik biomedika merupakan integrasi dari beberapa disiplin ilmu seperti *engineer* dan kedokteran untuk menemukan solusi pada masalah bidang kesehatan. Saat ini perkembangan teknik biomedika sangat pesat dari sisi engineeringnya. Sisi teknik ini salah satunya adalah teknik mesin. Beberapa bidang disiplin teknik biomedis dapat dilihat pada sebuah diagram pada Gambar 2.

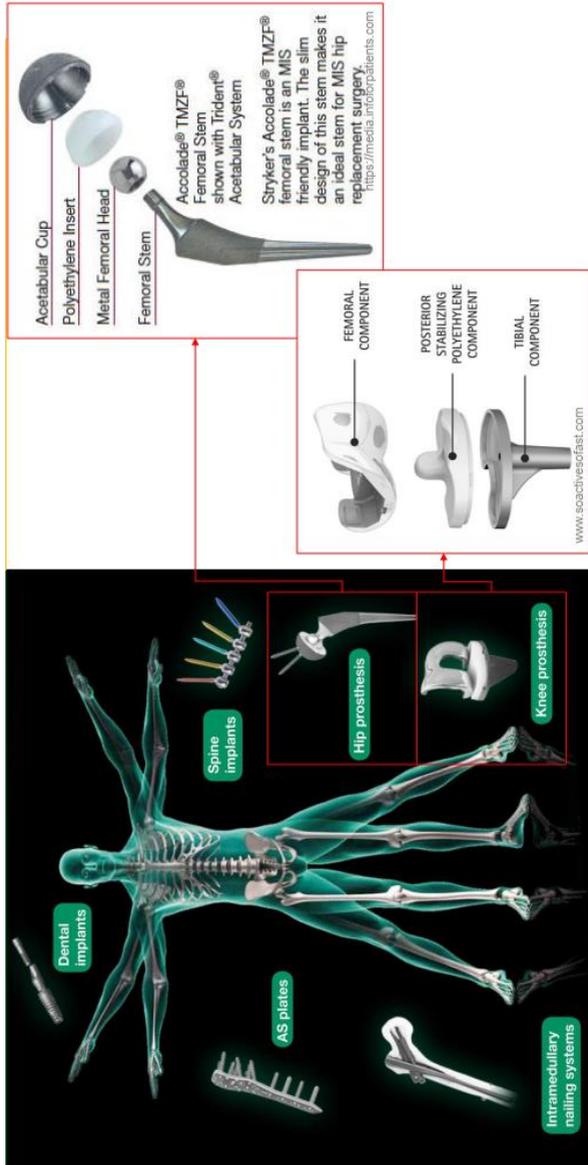
Indonesia adalah pasar alat kesehatan (alkes) yang tumbuh pesat dengan laju pertumbuhan tahunan sebesar 14,6% sampai tahun 2019 [1]. Namun, menurut survei Kemenkes, hanya 6% dari alkes yang beredar adalah produk lokal. Angka yang rendah dibanding dengan Malaysia (10%), Vietnam (13%) dan Thailand (33%), sekaligus menunjukkan ketergantungan Indonesia yang tinggi akan impor [2]. Indonesia tidak kekurangan pakar dalam bidang alkes dan proses produksinya, mereka tersebar di banyak

universitas, lembaga riset dan institusi pemerintah [3]. Salah satu hambatan utama untuk produksi lokal adalah Pemerintah sendiri yang menetapkan 15% pajak atas impor bahan baku, sementara memberlakukan *tax holiday* untuk impor produk kesehatan jadi. Namun, dalam Rencana Pembangunan Nasional 2015-2019, Pemerintah menempatkan pelayanan kesehatan sebagai program strategis. Pemerintah memiliki visi yang kuat menuju kemandirian atas produk kesehatan berkualitas berbasis riset. Sejak 2014, Pemerintah telah memfasilitasi investasi di sektor ini, memberi insentif dan prioritas kepada industri lokal, dan memperketat regulasi impor. Kemenristekdikti telah meluncurkan skema hibah multi tahun untuk penelitian biomaterial dan alkes dengan kandungan lokal tinggi dan melibatkan industri lokal. Kemenkes pun telah meluncurkan peta jalan pengembangan alkes lokal yang terbagi dalam tiga tahap: 1) optimalisasi industri alkes lokal yang bermuatan teknologi rendah dan menengah (2014-2016); 2) pengembangan alkes bermuatan teknologi tinggi berbasis riset (2017-2019); 3) pencapaian kemandirian nasional akan alkes

bemuatan teknologi tinggi berbasis riset (2020-2022) [4]. Sampai saat ini target-target yang telah dibuat oleh pemerintah tersebut masih belum tercapai 100 %, sehingga masih banyak peneliti-peneliti di Indonesia yang sedang mengembangkan hasil penelitiannya untuk dijadikan produk yang siap diproduksi massal. Salah satu contoh alat kesehatan yaitu berupa produk implant pengganti bagian tubuh yang rusak, sakit atau tiada. Produk-produk implant yang paling umum beredar di pasaran dan di dunia kesehatan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Bidang Disiplin Teknik Biomedis



Gambar 3. Contoh Implan Anggota Tubuh

SEJARAH TEKNIK BIOMEDIS

Abdul Qasim Az-Zahrawi menemukan alat-alat bedah di sekitar abad ke-10 SM. Mulai dari pisau bedah, benang jahit pasca bedah, alat suntik, dan lain sebagainya. Salah satu contoh prosedur temuannya adalah mengikat organ tubuh untuk mencegah pendarahan. Penemuan Az-Zahrawi menjadi pondasi teknik biomedis hingga saat ini. Kemudian disusul oleh penemuan sinar-X (*X-rays*) oleh Wilhelm Conrad Röntgen. Röntgen adalah fisikawan asal Jerman yang merupakan profesor fisika Würzburg University. Kisah penemuan sinar-X dimulai pada petang hari tanggal 8 November 1895. Saat itu Röntgen sedang di laboratorium untuk mempelajari bagaimana tabung sinar katoda bisa mengeluarkan cahaya. Perhatiannya terganggu oleh sebuah layar berpendar (*fluorescent screen*) di dalam laboratoriumnya yang bersinar tanpa alasan yang jelas. Fenomena tersebut membuatnya kebingungan karena layar tersebut posisinya lumayan jauh dari tabung untuk dapat terpengaruh sinar-sinar katoda. Fisikawan Jerman ini menemukan sinar-X yang dapat menembus benda padat. Hal ini membuat

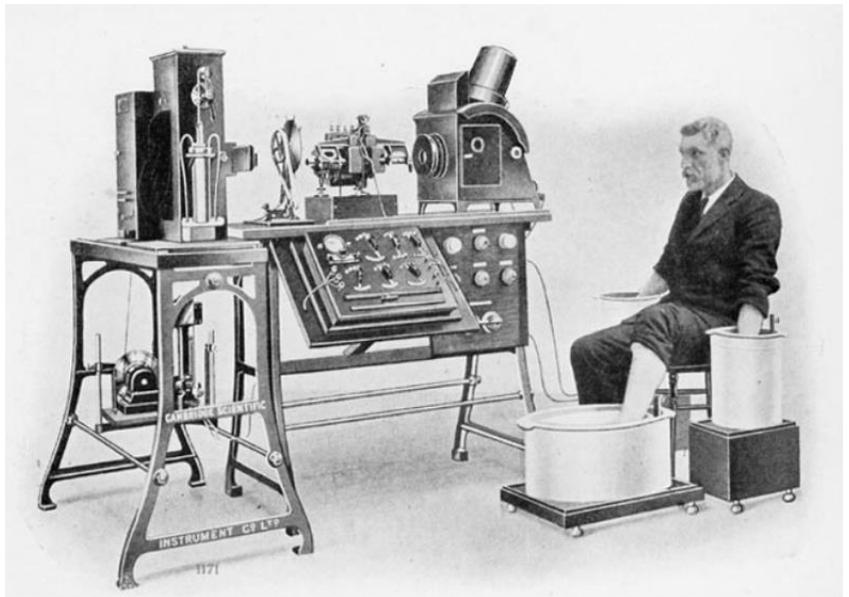
Röntgen meneliti lebih lanjut dan mencoba memotret tangan istrinya, Anna Bertha. Hingga kini, dunia kedokteran menggunakan sinar Röntgen untuk mendiagnosis keretakan tulang tanpa harus membedah pasien.



Gambar 4. Wilhelm Conrad Röntgen (kiri) dan foto sinar-X dari tangan istrinya, Anna Bertha (kanan)

Penemuan penting lainnya dalam bidang biomedis adalah penemuan mekanisme elektrokardiogram (EKG) oleh Willem Einthoven. Einthoven adalah seorang fisiolog asal Belanda yang lahir pada tahun 1860 di Semarang, Jawa, Indonesia, yang dulunya merupakan wilayah bagian Hindia

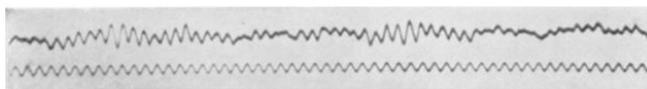
Belanda. Pada tahun 1903, ia membuat *string galvanometer* yang menjadi cikal bakal elektrokardiogram. Ilustrasi dari *string galvanometer* Einthoven dapat dilihat pada Gambar 5. Sinyal yang dikeluarkan elektrokardiogram saat ini umum digunakan untuk melihat aktivitas jantung yang abnormal untuk dibandingkan dengan sinyal jantung yang normal.



Gambar 5. Elektrokardiogram (EKG)

Sejarah teknik biomedis berlanjut ke penemuan elektroencephalography (EEG) oleh Hans Berger, dari

Universitas Jena di Austria, pada tahun 1924. EEG adalah alat yang digunakan untuk mengukur dan merekam aktivitas listrik dari otak. Pemeriksaan EEG adalah tes yang mendeteksi aktivitas listrik di otak, dengan menggunakan cakram logam kecil (elektroda) yang dilekatkan pada kulit kepala. Perlu diketahui bahwa sel-sel otak berkomunikasi melalui impuls listrik dan aktif setiap saat, bahkan ketika sedang tidur. Aktivitas ini kemudian ditampilkan sebagai garis bergelombang pada rekaman EEG. Pemeriksaan EEG adalah salah satu tes diagnostik utama untuk epilepsi. Pemeriksaan ini juga dapat berperan dalam mendiagnosis gangguan otak lainnya.



Gambar 6. Hans Berger (atas) dan hasil EEG pertamanya (bawah)

Alat-alat biomedis yang telah ditemukan tersebut digunakan sampai saat ini sebagai dasar dari pengembangan penelitian terkait alat-alat kesehatan. Seperti halnya sinar Röntgen, pada saat ini sangat penting sebagai pondasi awal untuk menentukan jenis kerusakan pada tulang yang terdapat pada tubuh manusia. Dari hasil pemeriksaan sinar Röntgen tersebut kemudian akan diambil keputusan sejauh mana tulang tersebut dilakukan proses penggantian dengan produk implan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. Tidak hanya itu, sinar Röntgen juga digunakan untuk mendeteksi implan yang sudah terpasang, apakah masih pada tempatnya atau mengalami pergeseran.



Gambar 7. Hasil Sinar-X pada Bagian Tubuh yang Terpasang Implan

PERKEMBANGAN TEKNIK BIOMEDIS DI INDONESIA

Indonesia memiliki jumlah rumah sakit di Asia Tenggara dengan jumlah hingga 2.435 pada tahun 2014 dan terus bertambah, sehingga kebutuhan alat kesehatan Indonesia juga paling besar. WHO mencatat bahwa sebagian besar alat yang ada berasal dari hibah dan tidak terdokumentasi secara sentral. Inilah yang membuat beberapa universitas besar di Indonesia membuka jurusan Teknik Biomedis untuk menciptakan lulusan yang dapat memperbaiki keadaan ini dan mendorong kemandirian bangsa dalam menciptakan alat-alat biomedis. Ilmu teknik biomedis di Indonesia dirintis oleh jurusan Teknik Elektro di Institut Teknologi Bandung (ITB) pada awal dekade 1970-an. Penelitian diarahkan menjadi dua bidang aplikasi, yaitu elektronika industri dan elektronika kedokteran. Kemudian pada tahun 1998 diputuskan untuk membuat program S2 Teknik Biomedik dalam Program Magister Teknik Elektro. Universitas di Indonesia yang menyediakan jurusan Teknik Biomedik diantaranya yaitu Universitas

Indonesia (UI), Institut Teknologi Bandung (ITB), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), dan Universitas Airlangga (UNAIR). Selanjutnya Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur pada Tahun 2020 mendirikan program studi sarjana teknik mesin dengan membawa visi terkait kemajuan teknik biomedik di Indonesia yang diwujudkan melalui salah satu konsentrasi yang ditawarkan.

PROSPEK TEKNIK BIOMEDIS

Teknik biomedik merupakan teknik yang menggabungkan bidang ilmu keteknikan dan kedokteran, dimana pada keahlian ini dipelajari bagaimana merancang alat-alat mekanis dan elektronis untuk membantu dunia medis. Secara garis besar, teknik biomedik ini mempelajari sistem elektronika kedokteran dan teknologi kesehatan. Perkembangan teknologi kesehatan yang semakin cepat dari tahun ke tahun menjadikan lulusan teknik biomedik memiliki prospek ke depan yang menjanjikan. Lulusan teknik biomedik memiliki prospek kerja yang luas seperti *desainer implant medis*, konsultan, insinyur instrumentasi medis di industri, rumah sakit, laboratorium kesehatan, lembaga penelitian, dan masih banyak lagi. Sebagai insinyur biomedik, mereka dapat merancang dan mengembangkan teknologi baru dari cabang bidang yang mereka geluti, seperti membuat alat pacu jantung, *artificial blood*, produk implan orhopedi, alat diagnostik, dan lain sebagainya. Bukan hanya membuat dan merancang, menguji dan memastikan

bahwa alat tersebut aman juga bagian dari cakupan seorang *biomedical engineer*. Lulusan jurusan ini memiliki peluang yang besar di lapangan kerja dalam bidang kesehatan baik di lembaga layanan kesehatan sebagai tenaga ahli mitra, di bidang industri, maupun bidang pendidikan. Selain itu lulusan jurusan ini juga memiliki prospek kerja di bidang layanan kesehatan non-klinik yaitu menangani peralatan fisik yang diperlukan dalam bidang medis dan bidang penelitian kesehatan yaitu sebagai tenaga peneliti yang mengembangkan bahan dan sarana pendukung layanan kesehatan.



Gambar 8. Peneliti di Bidang Biomedis

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BMI RESEARCH. Indonesia Medical Devices Report; 2015.
(<http://store.bmiresearch.com/indonesia-medical-devices-report.html>.)
- [2] Hariyati D. Ternyata 94% alat kesehatan masih impor; 2015.
(<http://industri.bisnis.com/read/20140911/103/256693/ternyata-94-alat-kesehatan-masih-diimpor>.)
- [3] Mahyudin F, Hermawan H. Biomaterials and Medical Devices: A Perspective from an Emerging Country. Heidelberg: Springer; 2016.
- [4] Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 86 Tahun 2013 Tentang Peta Jalan Pengembangan Industri Alat Kesehatan. Jakarta, Government of Indonesia.

