

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Tim ilmuwan Zhong Lin Wang, tim ini menciptakan sebuah ransel yang dapat menangkap energi mekanik dari gerakan alami yang dihasilkan manusia ketika manusia berjalan, menjadi energi listrik. Teknologi ini mungkin akan mengubah cara kita mengisi daya ke perangkat elektronik. Dengan demikian, beban sumber energi listrik bisa semakin ringan dan kebutuhan tetap terpenuhi.

Mahasiswa Universitas Surabaya (Ubaya) Jurusan Desain Manajemen Produk (Fakultas Industri Kreatif) dan Jurusan Teknik Industri (Fakultas Teknik), memperkenalkan temuan inovasi untuk backpack. Satu diantara *backpack* berfungsi untuk alat charger, sedangkan backpack lainnya dapat berguna untuk meja laptop. Penciptanya adalah tiga serangkai Cindy Eleanora (mahasiswi Desain Manajemen Produk angkatan 2011), Evita Tania (mahasiswi Teknik Industri angkatan 2010) dan Stella Felicia (Desain Manajemen Produk angkatan 2010), berhasil memenangkan gelar *Best of the Best* pada Lomba Perancangan Tas Nasional 2012 yang berlangsung di Bandung.

2.1 Akibat Membawa Tas Terlalu Berat bagi Kesehatan

Tas merupakan perlengkapan yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Fungsi tas adalah sebagai wadah suatu barang berharga sehingga lebih aman dan mudah dibawa. Selain itu, tas juga membuat lebih efisien saat membawa barang, misalnya saat berpergian atau ke sekolah. Banyak macam tas berdasarkan jenis dan fungsi masing – masing tas, salah satunya tas ransel dan tas selempang. Tas ransel biasa digunakan oleh para pelajar, pendaki gunung, atau para *traveler* untuk membawa barang berharga dan karena mudah dibawa. Menggunakan tas ransel dengan cara digendong karena sudah ada dua tali tas yang sudah melekat pada tas agar tidak jatuh saat dibawa. Sedangkan tas selempang biasa digunakan oleh para pelajar dan terutama wanita. Namun, penggunaan tas tersebut dengan barang

bawaan yang berat dapat mengalami gangguan kesehatan yang sering dialami oleh kebanyakan orang, seperti cepat capek dan nyeri punggung.

Menurut Dr Rob Danoff, seorang dokter ahli tulang yang menjabat sebagai komisi keamanan produk konsumen di Amerika Serikat (dalam The Huffington Post, sumber), ada berbagai sakit yang dapat diderita anak ketika dia membawa tas punggung dengan beban yang berlebih, di antaranya sakit punggung, sakit pinggang, sakit tumit, dan sakit leher. Sakit itu bisa karena beban terlalu berat, bisa juga karena tubuh berusaha berposisi sesuai beban, yang bukan posisi normal, atau tubuh bergerak tidak normal karena badan menyesuaikan diri terhadap beban. Mungkin terdengar sepele bagi kita dan sebagian mungkin berfikir kan latihan biar biasa mikul beban, biasa hidup prihatin. Dalam hal ini saya setuju bahwa anak kadang harus beajar hidup prihatin namun sebisa mungkin disesuaikan dengan kemampuan dia. Dampak buruk & efek negatif menggunakan tas ransel dan tas selempang berat bagi tubuh di antaranya yaitu:

1. Mengganggu Pertumbuhan

Menggunakan tas yang memiliki berat melebihi berat badan dapat mengganggu pertumbuhan, terutama pada anak – anak. Saat usia ini, tulang masih dalam proses pertumbuhan dan akan mengalami gangguan apabila mengangkat beban lebih berat dari berat badannya. Sehingga mengakibatkan berbagai gangguan pada tulang, seperti bungkuk atau tulang tidak dapat tumbuh dengan normal. Oleh karena itu, hindari menggunakan tas dengan berat berlebih terutama pada anak – anak dan masukan barang yang sekiranya berharga saja. Sebab anak – anak hanya dapat mengangkat suatu benda hanya sekitar 10% - 20% dari berat tubuh.

2. Menyebabkan Scoliosis

Scoliosis merupakan penyakit pada tulang punggung yang membengkok ke kanan atau ke kiri sebab terlalu berat sebelah membawa tas atau barang. Penyakit ini dapat terjadi pada para wanita, sebab tas yang dibawa bukan tas ransel, melainkan tas model selempang yang menggunakan satu bagian tubuh yaitu bagian bahu. Alhasil tubuh akan mengikuti berat tas yang di bawa dengan itu secara lama kelamaan mengakibatkan tulang punggung dan bahu membengkok ke samping atau scoliosis. Untuk menghindari gangguan pada tulang ini, sebaiknya bawalah tas

yang di dalamnya terisi barang yang memang sangat diperlukan saja dan gunakan tas tersebut secara bergantian dengan bagian bahu lainnya.

3. Menyebabkan Sakit Punggung

Selain mengakibatkan scoliosis dan bungkuk, membawa tas berat dapat mengakibatkan nyeri dan sakit pada punggung. Hal ini dapat terjadi pada orang dewasa sebab kondisi tulang yang sudah tidak begitu kuat dan kepadatan tulang mulai terkikis. Untuk itu, mengkonsumsi makanan atau minuman yang mengandung kalsium dan vitamin D, K dapat menguatkan tulang serta mengembalikan kepadatan tulang di usia tua.

2.2 Infra Merah

Inframerah adalah radiasi elektromagnetik dari panjang gelombang lebih panjang dari cahaya tampak, tetapi lebih pendek dari radiasi gelombang radio. Namanya berarti "bawah merah" (dari bahasa Latin infra, "bawah"), merah merupakan warna dari cahaya tampak dengan gelombang terpanjang. Radiasi inframerah memiliki jangkauan tiga "order" dan memiliki panjang gelombang antara 700 nm dan 1 mm. Inframerah ditemukan secara tidak sengaja oleh Sir William Herschell, astronom kerajaan Inggris ketika ia sedang mengadakan penelitian mencari bahan penyaring optis yang akan digunakan untuk mengurangi kecerahan gambar matahari pada teleskop tata surya

1. Karakteristik

- Tidak dapat dilihat oleh manusia
- Tidak dapat menembus materi yang tidak tembus pandang
- Dapat ditimbulkan oleh komponen yang menghasilkan panas
- Panjang gelombang pada inframerah memiliki hubungan yang berlawanan atau berbanding terbalik dengan suhu. Ketika suhu mengalami kenaikan, maka panjang gelombang mengalami penurunan.

2. Jenis-jenis inframerah berdasarkan panjang gelombang
 - Inframerah jarak dekat dengan panjang gelombang $0.75 - 1.5 \mu\text{m}$
 - Inframerah jarak menengah dengan panjang gelombang $1.50 - 10 \mu\text{m}$
 - Inframerah jarak jauh dengan panjang gelombang $10 - 100 \mu\text{m}$
3. Kegunaan Inframerah dalam kehidupan
 - a. Kesehatan
 - Mengaktifkan molekul air dalam tubuh. Hal ini disebabkan karena inframerah mempunyai getaran yang sama dengan molekul air. Sehingga, ketika molekul tersebut pecah maka akan terbentuk molekul tunggal yang dapat meningkatkan cairan tubuh.
 - Meningkatkan sirkulasi mikro. Bergetarnya molekul air dan pengaruh inframerah akan menghasilkan panas yang menyebabkan pembuluh kapiler membesar, dan meningkatkan suhu kulit, memperbaiki sirkulasi darah dan mengurangi tekanan jantung.
 - Meningkatkan metabolisme tubuh. Jika sirkulasi mikro dalam tubuh meningkat, racun dapat dibuang dari tubuh kita melalui metabolisme. Hal ini dapat mengurangi beban liver dan ginjal.
 - Mengembangkan pH dalam tubuh. Sinar inframerah dapat membersihkan darah, memperbaiki tekstur kulit dan mencegah rematik karena asam urat yang tinggi.
 - Inframerah jarak jauh banyak digunakan pada alat-alat kesehatan. Pancaran panas yang berupa pancaran sinar inframerah dari organ-organ tubuh dapat dijadikan sebagai informasi kondisi kesehatan organ tersebut. Hal ini sangat bermanfaat bagi dokter dalam diagnosis kondisi pasien sehingga ia dapat membuat keputusan tindakan yang sesuai dengan kondisi pasien tersebut. Selain itu, pancaran panas dalam intensitas tertentu dipercaya dapat digunakan untuk proses penyembuhan penyakit seperti cacar. Contoh penggunaan inframerah yang menjadi trend saat ini adalah adanya gelang kesehatan. Dengan memanfaatkan inframerah jarak jauh, gelang tersebut dapat berperang dalam pembersihan dalam tubuh dan pembasmian kuman atau bakteri.

b. Bidang komunikasi

- Adanya sistem sensor inframerah. Sistem sensor ini pada dasarnya menggunakan inframerah sebagai media komunikasi yang menghubungkan antara dua perangkat. Penerapan sistem sensor infra ini sangat bermanfaat sebagai pengendali jarak jauh, alarm keamanan, dan otomatisasi pada sistem. Adapun pemancar pada sistem ini terdiri atas sebuah LED inframerah yang telah dilengkapi dengan rangkaian yang mampu membangkitkan data untuk dikirimkan melalui sinar inframerah, sedangkan pada bagian penerima biasanya terdapat foto transistor, fotodiode, atau modulasi infra merah yang berfungsi untuk menerima sinar inframerah yang dikirimkan oleh pemancar.
- Adanya kamera tembus pandang yang memanfaatkan sinar inframerah. Sinar inframerah memang tidak dapat ditangkap oleh mata telanjang manusia, namun sinar inframerah tersebut dapat ditangkap oleh kamera digital atau video handycam. Dengan adanya suatu teknologi yang berupa filter iR PF yang berfungsi sebagai penerus cahaya infra merah, maka kemampuan kamera atau video tersebut menjadi meningkat. Teknologi ini juga telah diaplikasikan ke kamera handphone
- Untuk pencitraan pandangan seperti nightscoop
- Inframerah digunakan untuk komunikasi jarak dekat, seperti pada remote TV. Gelombang inframerah itu mudah untuk dibuat, harganya relatif murah, tidak dapat menembus tembok atau benda gelap, serta memiliki fluktuasi daya tinggi dan dapat diinterferensi oleh cahaya matahari.
- Sebagai alat komunikasi pengontrol jarak jauh. Inframerah dapat bekerja dengan jarak yang tidak terlalu jauh (kurang lebih 10 meter dan tidak ada penghalang)
- Sebagai salah satu standarisasi komunikasi tanpa kabel. Jadi, inframerah dapat dikatakan sebagai salah satu konektivitas yang berupa perangkat nirkabel yang digunakan untuk mengubungkan atau transfer data dari suatu perangkat ke perangkat lain. Penggunaan inframerah yang seperti ini dapat

kita lihat pada telepon genggam dan laptop yang memiliki aplikasi inframerah. Ketika kita ingin mengirim berkas ke telepon genggam, maka bagian infra harus dihadapkan dengan modul inframerah pada PC. Selama proses pengiriman berlangsung, tidak boleh ada benda lain yang menghalangi. Fungsi inframerah pada telepon genggam dan laptop dijalankan melalui teknologi IrDA (*Infrared Data Acquisition*). IrDA dibentuk dengan tujuan untuk mengembangkan sistem komunikasi via inframerah.

Kelebihan inframerah dalam pengiriman data

- Pengiriman data dengan infra merah dapat dilakukan kapan saja, karena pengiriman dengan inframerah tidak membutuhkan sinyal.
- Pengiriman data dengan infra merah dapat dikatakan mudah karena termasuk alat yang sederhana.
- Pengiriman data dari ponsel tidak memakan biaya (gratis)

Kelemahan inframerah dalam pengiriman data

- Pada pengiriman data dengan inframerah, kedua lubang inframerah harus berhadapan satu sama lain. Hal ini agak menyulitkan kita dalam mentransfer data karena caranya yang merepotkan.
- Inframerah sangat berbahaya bagi mata, sehingga jangan sekalipun sorotan inframerah mengenai mata
- Pengiriman data dengan inframerah dapat dikatakan lebih lambat dibandingkan dengan rekannya Bluetooth.

c. Bidang keruangan

Inframerah yang dipancarkan dalam bentuk sinar inframerah terhadap suatu objek, dapat menghasilkan foto inframerah. Foto inframerah yang bekerja berdasarkan pancaran panas suatu objek dapat digunakan untuk membuat lukisan panas dari suatu daerah atau objek. Hasil lukisan panas dapat menggambarkan daerah mana yang panas dan tidak. Suatu lukisan

panas dari suatu gedung dapat digunakan untuk mengetahui dari zona bagian mana dari gedung itu yang menghasilkan panas berlebihannya sehingga dapat dilakukan perbaikan-perbaikan yang diperlukan.

d. Bidang Industri

- Lampu inframerah. Merupakan lampu pijar yang kawat pijarnya bersuhu di atas $\pm 2500^{\circ}\text{K}$. hal ini menyebabkan sinar inframerah yang dipancarkannya menjadi lebih banyak daripada lampu pijar biasa. Lampu infra merah ini biasanya digunakan untuk melakukan proses pemanasan di bidang industri.
- Pemanasan inframerah. Merupakan suatu kondisi ketika energi inframerah menyerang sebuah objek dengan kekuatan energi elektromagnetik yang dipancarkan di atas -273°C (0°K dalam suhu mutlak). Pemanasan inframerah banyak digunakan pada alat-alat seperti, pemanggang dan bola lampu (90% panas – 10% cahaya).

➤ **Fakta Medis Manfaat Terapi Sinar Inframerah Jauh**

Selama 25 tahun terakhir, para peneliti Jepang dan Cina dan dokter telah menyelesaikan penelitian yang luas pada perawatan medis dengan sinar inframerah jauh dan melaporkan banyak penemuan yang menakjubkan. Di Jepang, ada *Far Infrared Society* terdiri dari dokter dan terapis fisik yang didedikasikan untuk penelitian inframerah jauh. Temuan mereka mendukung beberapa manfaat kesehatan dari terapi *Far Infrared* sebagai metode penyembuhan dengan kemampuan yang menakjubkan di antaranya:

- 1) Terapi Sinar Inframerah jauh meningkatkan sirkulasi darah dan suplai oksigen ke jaringan yang rusak (membantu pengurangan nyeri sendi dan otot kronis atau cedera olahraga), mempromosikan relaksasi dan kenyamanan, menyebabkan tidur dan mengurangi stres. .
- 2) Peneliti medis Jerman menyimpulkan satu sesi terapi inframerah jauh selama lebih dari 1 jam dapat memiliki penurunan yang signifikan dari tekanan darah

berkat pelebaran pembuluh perifer . Mereka juga mencatat bahwa viskositas darah meningkat. Setelah 1 jam cahaya inframerah jauh, ada penurunan yang signifikan dari tekanan darah - resistensi ejeksi jantung - resistensi perifer total - dan peningkatan yang signifikan dari denyut jantung, stroke volume, cardiac output, dan fraksi ejeksi.

3) Pengaruh Terapi Sinar Inframerah Jauh - Bab 9 Terapi Panas dan Dingin, Edisi Keempat, Editor Justus F. Lehmann, MD, Williams, dan Wilkin menyebutkan bahwa terapi panas inframerah berkhasiat sebagai berikut:

1. Mengurangi kekakuan sendi.
2. Meredakan kejang otot.
3. Meningkatkan aliran darah.
4. Menghilangkan nyeri.
5. Meredakan cedera jaringan lunak.
6. Meningkatkan elastisitas jaringan kolagen.
7. Membantu dalam menyembuhkan pembengkakan, edema, dan eksudat.

4) Sinar Inframerah Jauh dan Kesehatan Arteri : Bila biasanya Arteri normal adalah halus halus, maka, lapisan arteri yang tidak sehat menjadi tebal dan yang kasar oleh endapan lemak, fibrin, kalsium dan puing-puing seluler, itu mengurangi kemampuan arteri untuk mengembang dan berkontraksi, dan memperlambat gerakan darah melalui saluran menyempit. Kondisi ini membuat lebih mudah bagi gumpalan darah terbentuk, memblokir arteri dan menghentikan aliran darah sepenuhnya. Panas sinar inframerah mampu menetralkan racun darah dan membuat halus kondisi dinding arteri, kapiler dan vena.

Manfaat Terapi Sinar Inframerah Jauh :

- Meningkatkan sirkulasi mikro dengan menggerakkan efek rotasi dan vibrasi yang kuat pada tingkat molekuler.
- Meningkatkan pengiriman oksigen dan nutrisi dalam sel darah ke daerah jaringan lunak tubuh.

- Meningkatkan regenerasi dan penyembuhan cepat.
- Meningkatkan metabolisme antara darah dan jaringan.
- Meningkatkan fungsi sel darah putih, sehingga meningkatkan respon imun dan penghapusan patogen asing dan produk limbah selular.
- Menghapus akumulasi toksin dengan meningkatkan sirkulasi getah bening yang sering merupakan inti dari berbagai masalah kesehatan.
- Merangsang hipotalamus, yang mengontrol produksi zat kimia saraf yang terlibat dalam proses biologis seperti tidur, *mood*, sensasi rasa sakit, dan tekanan darah.

2.3 Gel pendingin atau *Ice Pack*

Ice pack adalah pengganti biang es (*dry ice*) atau es. Bentuknya berupa gel dalam kontener yang tidak mudah pecah atau bocor. Jika biang es digunakan maka akan habis dan berubah menjadi gas karbon dioksida, sehingga hanya dapat digunakan sekali saja. *Coolpack* dapat digunakan berkali-kali dengan hanya mendinginkan kembali ke dalam lemari pembuat es (*freezer*).

Keuntungan menggunakan ice pack :

1. *Ice pack* memiliki indikator warna, apabila telah siap dipakai maka warnanya akan berubah menjadi keputih-putihan.
2. *Ice pack* dapat digunakan berkali-kali, ekonomis dan efektif, dianjurkan untuk mengganti cairan/gel di dalam coolpack minimal 1 (satu) kali setiap tahunnya.
3. *Ice pack* sangat fleksibel, bisa berbentuk plat plastik atau kantung plastic, sesuai dengan kebutuhan. Semua dalam kemasan yang tidak mudah bocor atau pecah.
4. *Ice pack* mengandung anti mikroba yang dapat menimbulkan terjadinya jamur, lumut, bau dan bakteri.
5. Tahan lebih lama dan lebih dingin dan pada es batu biasa dan stabil.

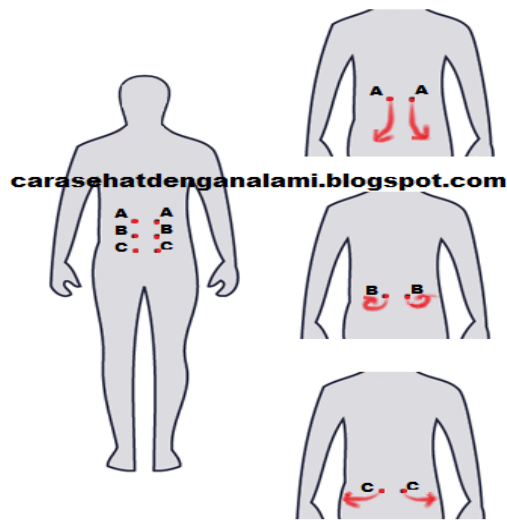
6. *Ice pack* aman, ramah lingkungan dan tidak beracun.
7. Memiliki daya tahan pendinginan hingga 12 jam.

Proses pembekuan *ICE PACK* :

- 1) *Freezer* yang disarankan untuk membekukan *ice pack* adalah *freezer* jenis *Contact Freezer*, yaitu *freezer* yang memiliki rak-rak dengan lapisan evaporator disetiap raknya.
- 2) Semakin besar kompresor yang dimiliki oleh *freezer* akan memberikan hasil pembekuan yang semakin baik, bahkan beberapa jenis *contact freezer* memiliki dua buah kompresor.
- 3) Penggunaan *freezer* biasa (*Crest Freezer*) tidak disarankan untuk pembekuan dan cair, tetapi dapat digunakan untuk pembekuan ulang (*recharge*) dengan cara menempelkan *ice pack* pada bagian yang memiliki evaporator. Itupun hanya 25% sampai dengan 35% dan kapasitas yang dimilikinya selama 12 jam.
- 4) Pembekuan *ice pack* dan cair menjadi beku dengan menggunakan *Crest Freezer* dapat dilakukan hanya dengan mengisi 10% sampai dengan 15% dan pada kapasitas *Crest Freezer* selama 24 jam. Pembekuan yang berlebihan dapat menyebabkan rusaknya kompresor.
- 5) Disarankan *freezer* yang digunakan untuk membekukan atau membekukan kembali *ice pack* adalah *freezer* yang tidak dicampur penggunaannya untuk keperluan lain, seperti menyimpan makanan atau minuman.

2.4 Teknik Pemijatan Punggung (*Back*)

Sakit pinggang dapat juga disebabkan oleh pengaruh suatu penyakit, seperti gangguan ginjal, penyakit jantung, kanker, penyakit tulang, atau gangguan metabolik. Sakit pinggang yang disebabkan oleh penyakit ginjal biasanya karena adanya kelainan pada air kemih. Kelainan tersebut berupa darah dalam air kemih karena kerusakan dinding saluran ginjal akibat luka yang ditimbulkan oleh batu ginjal, cara pengobatannya dapat dilakukan pemijatan, bagian yang harus dipijat diantaranya punggung dan pinggang bagian-bagian tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2.1.**



Gambar 2.1 Bagian-bagian painggang yang dipijat (Anonim, 2016)

Adapun beberapa teknik teknik pemijatan punggung yang dilakukan sebagai penghilang rasa sakit di punggung diantaranya:

(1) *Effleurage* di seluruh punggung

Gerakan diawali mengusap punggung bagian bawah di atas bokong menggunakan kedua tangan. Masing – masing tangan mengurut sisi punggung. Gerakan tangan menuju ke arah leher. Ketika tangan mencapai ujung atas punggung, tangan di-pisahkan ke arah luar melewati bahu. Tangan dikembalikan ke posisi awal, tangan diluncurkan tanpa tekanan.

2) *Effleurage* menyamping di seluruh punggung

Kedua tangan ditaruh mendatar di bagian tengah punggung bawah di atas bokong, dengan kedua pangkal tangan saling bersisikan. Gerakkan ke dua tangan ke arah sisi tubuh dengan menggunakan pangkal ta-ngan. Gerakan diulang menuju ke atas punggung sampai seluruh punggung terurut.

3) *Friction* pada otot-otot punggung

Ujung jempol diposisikan pada dua lekukan tulang punggung yang tampak di dasar punggung, kemudian melakukan gerakan memutar dan tidak boleh melakukan tekanan langsung pada punggung. Usahakan jarak antara kedua sama ketika kedua tangan merambah menuju ke bagian atas punggung. Gerakan melingkar ke arah luar dilakukan dengan perlahan tapi tegas, dan menyusup ke dalam ketika jari jempol 'mencari' simpul otot. Jika melakukannya dengan benar, maka jempol akan terasa sakit setibanya di bagian leher. Kemudian kembali ke awal dengan gerakan yang ringan.

4) Meluncurkan jempol pada punggung

Bantalan jempol diletakkan pada lekukan punggung lagi, dan jempol diluncurkan ke arah atas menuju leher dengan tekanan yang kuat. Pada saat luncuran ke arah bawah, tekanan jempol dikurangi dengan tekanan yang lebih ring

5) Mengurut otot-otot tulang punggung.

Mulai dari wilayah bokong, pijat pada satu sisi menggunakan gerakan menggosok dan mendorong dengan kedua tangan berganti-ganti. Ikuti gerakan sepanjang lengan, dengan menuju ke arah atas sampai bahu lalu turun lagi, tidak memijat langsung pada tulang punggung. Gerakan diulangi dengan menggosok pada sisi lain dari punggung.

6) Gerakan *effleurage* menyamping

Gerakan langkah kedua diulangi tetapi hanya di wilayah bagian bawah punggung dan bokong.

7) Gerakan *friction* pada *iliac crest* (bagian atas pinggul)

Bantalan jempol diletakkan kembali pada lekukan tulang punggung. Lalu melakukan gerakan memutar yang dalam melewati *iliac crest* bagian atas pinggul.

8) Gerakan memutar pada bokong

Salah satu tangan ditempatkan mendatar pada sacrum (tulang ekor) dan taruh tangan satunya di atas tangan pertama, lalu tangan pertama diputar dengan gerakan menuju bokong kanan dan kembali ke sacrum. Kemudian gerakan diulangi dengan memutar ke arah bokong kiri dan kembali lagi ke sacrum.

9) Meremas (*petrissage*) bagian bawah punggung dan bokong

Meremas dari sisi yang berlawanan dengan klien. Pada bokong bagian bawah punggung. Pijat otot-ototnya perlahan dan sepenuhnya saat meremas, menggelindingkan dan memeras bokong tersebut. Gerakan ini diulangi pada sisi bagian bokong lainnya.

10) *Tapotement*

Pijat cupping dengan telapak tangan dilengkungkan membentuk “mangkuk” dan gerakan pijat hacking dengan cara memukul-mukul menggunakan sisi tangan, pada bokong, atau dapat juga memukul dan memalu ringan bagian ini dengan tangan terkepal.

11) *Effleurage*

Pijat effleurage pada seluruh punggung menggunakan tekanan yang kuat saat gerakan ke atas, dan lembut sampai gerakan kembali turun.

12) Gerakan lingkaran pada bahu

Taruh satu tangan mendatar di atas tangan lainnya lalu dengan kedua tangan, gerakkan tangan bertumpuk tersebut melingkar sekeliling tulang belikat, sampai bahu terasa hangat dan lemas.

13) *Friction* pada tulang belikat

Badan pada posisi melengkung dan lengan berada di punggung agar lebih mudah melihat tulang belikat. Jika posisi ini tidak nyaman, maka lengan boleh ditaruh di samping tubuh dengan gerakan memutar menggunakan tekanan di sekeliling tulang belikat. Ketika akan ‘mencair-kan’ simpul-simpul saraf, menggunakan gerakan friction melingkar beberapa kali. Langkah ini dilakukan pada kedua belah tulang belikat.

14) *Petrisage* pada bahu

Gerakan-gerakan secara ritmik dilakukan pada bagian atas bahu: mencomot, meremas, dan memeras otot-otot bahu dan sekitarnya menggunakan dua tangan bergantian.

15) Meringkakan wilayah bahu

Untuk menghilangkan racun-racun tubuh yang dikeluarkan melalui ketiak, lakukan pijat *effleurage* dengan kuat dari arah bagian dalam tulang belikat ke arah luar dan bawah simpul-simpul limfa di ketiak.

16) Melemaskan leher

Kepala klien bertumpu pada kedua tangannya agar tulang lehernya lurus. Sebuah handuk kecil digulung dan letakkan di keningnya agar klien merasa nyaman. kedua telapak tangan ditaruh menghadap ke bawah pada kontur tulang leher, otot-otot leher dicomot dan diremas perlahan dan hati-hati menggunakan seluruh telapak tangan, bukan hanya jari-jari tangan, karena akan menghasilkan rasa sakit seperti cubitan pada klien.

17) *Effleurage*

Pijat *effleurage* dilakukan lagi pada seluruh bagian punggung.

2.5 Motor DC

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct-unidirectional. Motor DC memiliki 3 bagian atau komponen utama untuk dapat berputar sebagai berikut:

Bagian Atau Komponen Utama Motor DC

- Kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi ruang terbuka diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet.
- *Current* Elektromagnet atau Dinamo. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi.
- *Commutator* merupakan komponen utama yang ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk transmisi arus antara dinamo dan sumber daya. Contoh gambar motor dc dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2.2 Motor DC (Anonim, 2016)

Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur:

- Tegangan dinamo – meningkatkan tegangan dinamo akan meningkatkan kecepatan
- Arus medan – menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

Hubungan antara kecepatan, flux medan dan tegangan dinamo ditunjukkan dalam persamaan berikut:

Gaya Elektromagnetik (E)

$$E = K\Phi N$$

Torque (T) :

$$T = K\Phi I_a$$

Dimana:

E = gaya elektromagnetik yang dikembangkan pada terminal dinamo (volt)

Φ = flux medan yang berbanding lurus dengan arus medan

N = kecepatan dalam RPM (putaran per menit)

T = torque elektromagnetik

I_a = arus dinamo

K = konstanta persamaan

➤ Jenis-Jenis Motor DC

Motor DC sumber daya terpisah/ Separately Excited, Jika arus medan dipasok dari sumber terpisah maka disebut motor DC sumber daya terpisah/separately excited.

Motor DC sumber daya sendiri/ Self Excited, Pada jenis motor DC sumber daya sendiri di bagi menjadi 3 tipe sebagai berikut:

1. Motor DC Tipe Shunt

Pada motor shunt, gulungan medan (medan shunt) disambungkan secara paralel dengan gulungan dinamo (A). Oleh karena itu total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus dinamo.

Karakter kecepatan motor DC tipe shunt adalah:

- Kecepatan pada prakteknya konstan tidak tergantung pada beban (hingga torque tertentu setelah kecepatannya berkurang) dan oleh karena itu cocok untuk penggunaan komersial dengan beban awal yang rendah, seperti peralatan mesin.
- Kecepatan dapat dikendalikan dengan cara memasang tahanan dalam susunan seri dengan dinamo (kecepatan berkurang) atau dengan memasang tahanan pada arus medan (kecepatan bertambah).

2. Motor DC Tipe Seri

Dalam motor seri, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara seri dengan gulungan dinamo (A). Oleh karena itu, arus medan sama dengan arus dinamo.

Karakter kecepatan dari motor DC tipe seri adalah:

- Kecepatan dibatasi pada 5000 RPM
- Harus dihindarkan menjalankan motor seri tanpa ada beban sebab motor akan mempercepat tanpa terkendali.

3. Motor DC Tipe Kompon/Gabungan

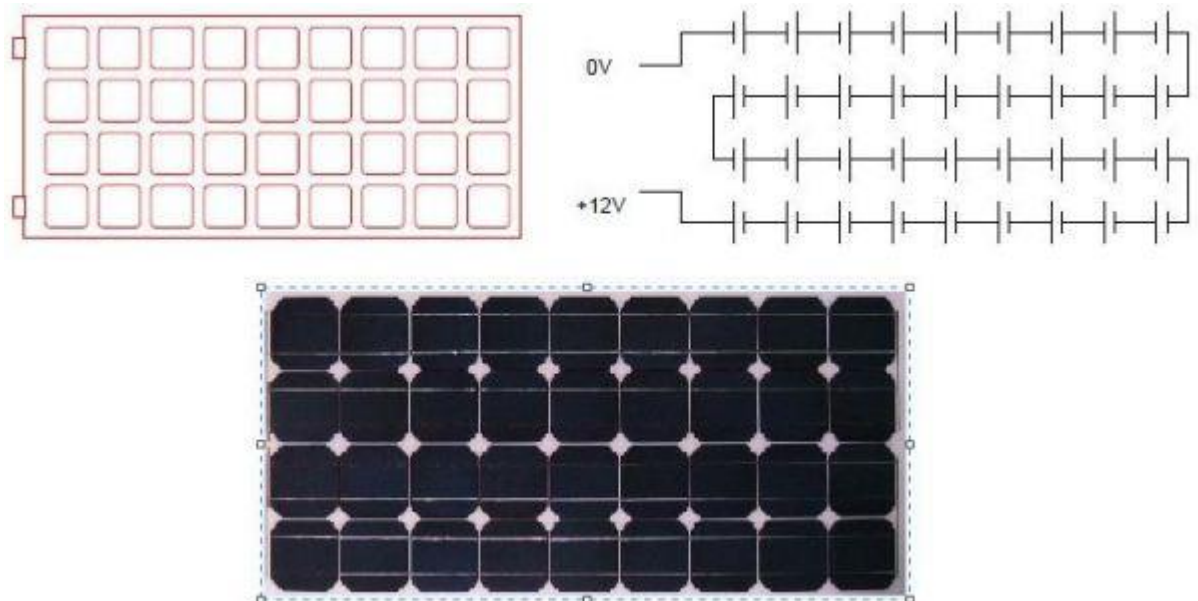
Motor Kompon DC merupakan gabungan motor seri dan shunt. Pada motor kompon, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara paralel dan seri dengan gulungan dinamo (A). Sehingga, motor kompon memiliki torque penyalaan awal yang bagus dan kecepatan yang stabil. Karakter dari motor DC tipe kompon/gabungan ini adalah, makin tinggi persentase penggabungan (yakni persentase gulungan medan yang dihubungkan secara seri), makin tinggi pula torque penyalaan awal yang dapat ditangani oleh motor ini.

2.6 Solar Cell (Photovoltaic).

Sel surya atau juga sering disebut fotovoltaik adalah divais yang mampu mengkonversi langsung cahaya matahari menjadi listrik. Sel surya bisa disebut sebagai pemeran utama untuk memaksimalkan potensi sangat besar energi cahaya matahari yang sampai kebumi, walaupun selain dipergunakan untuk menghasilkan

listrik, energi dari matahari juga bisa dimaksimalkan energi panasnya melalui sistem *solar thermal*.

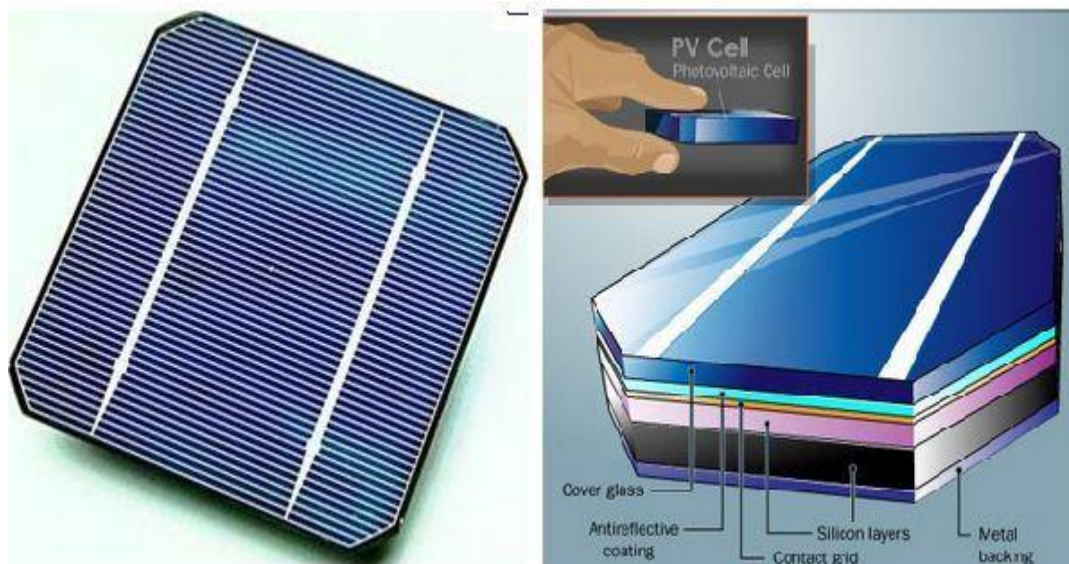
Sel surya dapat dianalogikan sebagai divais dengan dua terminal atau sambungan, dimana saat kondisi gelap atau tidak cukup cahaya berfungsi seperti dioda, dan saat disinari dengan cahaya matahari dapat menghasilkan tegangan. Ketika disinari, umumnya satu sel surya komersial menghasilkan tegangan dc sebesar 0,5 sampai 1 volt, dan arus short-circuit dalam skala milliampere per cm^2 . Besar tegangan dan arus ini tidak cukup untuk berbagai aplikasi, sehingga umumnya sejumlah sel surya disusun secara seri membentuk modul surya. Satu modul surya biasanya terdiri dari 28-36 sel surya, dan total menghasilkan tegangan dc sebesar 12 V dalam kondisi penyinaran standar (*Air Mass 1.5*). Modul surya tersebut bisa digabungkan secara paralel atau seri untuk memperbesar total tegangan dan arus outputnya sesuai dengan daya yang dibutuhkan untuk aplikasi tertentu. **Gambar 2.3** menunjukkan ilustrasi dari modul surya.



Gambar 2.3 Modul surya biasanya terdiri dari 28-36 sel surya yang dirangkai seri untuk memperbesar total daya output (Nelson, 2003)

2.6.1 Struktur Sel Surya

Sesuai dengan perkembangan sains dan teknologi, jenis-jenis teknologi sel surya pun berkembang dengan berbagai inovasi. Ada yang disebut sel surya generasi satu, dua, tiga dan empat, dengan struktur atau bagian-bagian penyusun sel yang berbeda pula. Dalam tulisan ini akan dibahas struktur dan cara kerja dari sel surya yang umum berada dipasaran saat ini yaitu sel surya berbasis material silikon yang juga secara umum mencakup struktur dan cara kerja sel surya generasi pertama (sel surya silikon) dan kedua (*thin film*/lapisan tipis). Berikut **Gambar 2.4** contoh gambar struktur panel surya.



Gambar 2.4 Struktur dari sel surya komersial yang menggunakan material silikon sebagai semikonduktor (Anonim, 2016)

Gambar diatas menunjukkan ilustrasi sel surya dan juga bagian-bagiannya. Secara umum terdiri dari :

1. Substrat/Metal backing

Substrat adalah material yang menopang seluruh komponen sel surya. Material substrat juga harus mempunyai konduktifitas listrik yang baik karena juga berfungsi sebagai kontak terminal positif sel surya, sehingga umumnya digunakan

material metal atau logam seperti aluminium atau molybdenum. Untuk sel surya dye-sensitized (DSSC) dan sel surya organik, substrat juga berfungsi sebagai tempat masuknya cahaya sehingga material yang digunakan yaitu material yang konduktif tapi juga transparan seperti indium tin oxide (ITO) dan fluorine doped tin oxide (FTO).

2. Material semikonduktor

Material semikonduktor merupakan bagian inti dari sel surya yang biasanya mempunyai tebal sampai beberapa ratus mikrometer untuk sel surya generasi pertama (silikon), dan 1-3 mikrometer untuk sel surya lapisan tipis. Material semikonduktor inilah yang berfungsi menyerap cahaya dari sinar matahari. Untuk kasus gambar diatas, semikonduktor yang digunakan adalah material silikon, yang umum diaplikasikan di industri elektronik. Sedangkan untuk sel surya lapisan tipis, material semikonduktor yang umum digunakan dan telah masuk pasaran yaitu contohnya material Cu(In,Ga)(S,Se)_2 (CIGS), CdTe (kadmium telluride), dan amorphous silikon, disamping material-material semikonduktor potensial lain yang dalam sedang dalam penelitian intensif seperti $\text{Cu}_2\text{ZnSn(S,Se)}_4$ (CZTS) dan Cu_2O (copper oxide).

Bagian semikonduktor tersebut terdiri dari junction atau gabungan dari dua material semikonduktor yaitu semikonduktor tipe-p (material-material yang disebutkan diatas) dan tipe-n (silikon tipe-n, CdS) yang membentuk p-n junction. P-n junction ini menjadi kunci dari prinsip kerja sel surya. Pengertian semikonduktor tipe-p, tipe-n, dan juga prinsip p-n junction dan sel surya akan dibahas dibagian “cara kerja sel surya”.

3. Kontak metal / contact grid

Selain substrat sebagai kontak positif, diatas sebagian material semikonduktor biasanya dilapiskan material metal atau material konduktif transparan sebagai kontak negatif.

4. Lapisan antireflektif

Refleksi cahaya harus diminimalisir agar mengoptimalkan cahaya yang terserap oleh semikonduktor. Oleh karena itu biasanya sel surya dilapisi oleh lapisan anti-refleksi. Material anti-refleksi ini adalah lapisan tipis material dengan besar indeks refraktif optik antara semikonduktor dan udara yang menyebabkan cahaya dibelokkan ke arah semikonduktor sehingga meminimumkan cahaya yang dipantulkan kembali.

5. Enkapsulasi / cover glass

Bagian ini berfungsi sebagai enkapsulasi untuk melindungi modul surya dari hujan atau kotoran.

2.6.2 Jenis - jenis Panel Surya

1. Monokristal (Mono-crystalline)

Merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini dan menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Monokristal dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim ekstrim dan dengan kondisi alam yang sangat ganas. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.

2. Polikristal (Poly-crystalline)

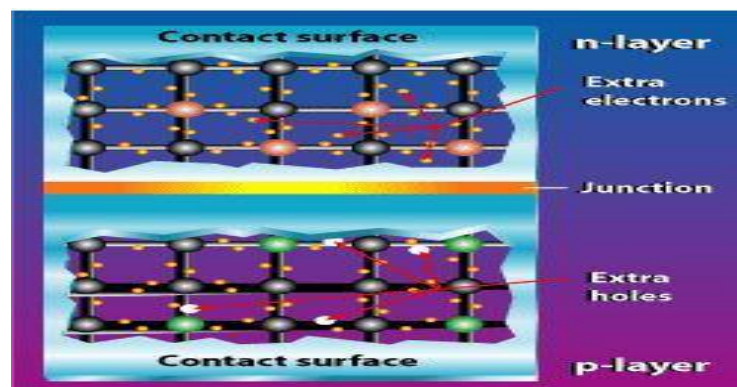
Merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak karena dipabrikasi dengan proses pengecoran. Type ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama. Panel suraya jenis ini memiliki efisiensi lebih rendah dibandingkan type monokristal, sehingga memiliki harga yang cenderung lebih rendah.

3. Thin Film Photovoltaic

Merupakan panel surya (dua lapisan) dengan struktur lapisan tipis mikrokrystal-silicon dan amorphous dengan efisiensi modul hingga 8.5% sehingga untuk luas permukaan yang diperlukan per watt daya yang dihasilkan lebih besar daripada monokrystal & polykrystal. Inovasi terbaru adalah Thin Film Triple Junction PV (dengan tiga lapisan) dapat berfungsi sangat efisien dalam udara yang sangat berawan dan dapat menghasilkan daya listrik sampai 45% lebih tinggi dari panel jenis lain dengan daya yang ditera setara.

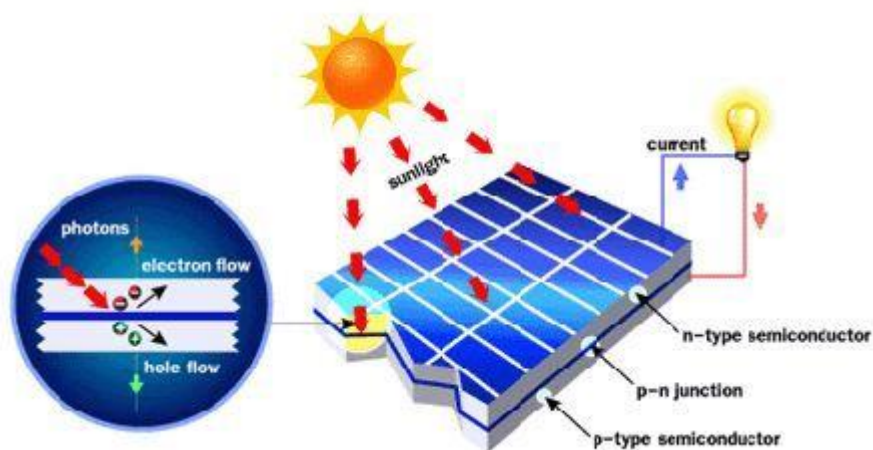
2.6.3 Cara Kerja Sel Surya

Sel surya konvensional bekerja menggunakan prinsip p-n junction, yaitu junction antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Semikonduktor ini terdiri dari ikatan-ikatan atom yang dimana terdapat elektron sebagai penyusun dasar. Semikonduktor tipe-n mempunyai kelebihan elektron (muatan negatif) sedangkan semikonduktor tipe-p mempunyai kelebihan hole (muatan positif) dalam struktur atomnya. Kondisi kelebihan elektron dan hole tersebut bisa terjadi dengan mendoping material dengan atom dopant. Sebagai contoh untuk mendapatkan material silikon tipe-p, silikon didoping oleh atom boron, sedangkan untuk mendapatkan material silikon tipe-n, silikon didoping oleh atom fosfor. Ilustrasi pada **Gambar 2.5** menggambarkan junction semikonduktor tipe-p dan tipe-n.



Gambar 2.5 Junction antara semikonduktor tipe-p (kelebihan hole) dan tipe-n (kelebihan elektron) (Anonim, 2016)

Peran dari p-n junction ini adalah untuk membentuk medan listrik sehingga elektron (dan *hole*) bisa diekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik. Ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n terkontak, maka kelebihan elektron akan bergerak dari semikonduktor tipe-n ke tipe-p sehingga membentuk kutub positif pada semikonduktor tipe-n, dan sebaliknya kutub negatif pada semikonduktor tipe-p. Akibat dari aliran elektron dan hole ini maka terbentuk medan listrik yang mana ketika cahaya matahari mengenai susuna p-n junction ini maka akan mendorong elektron bergerak dari semikonduktor menuju kontak negatif, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai listrik, dan sebaliknya hole bergerak menuju kontak positif menunggu elektron datang, seperti diilustrasikan pada **Gambar 2.6** dibawah.



Gambar 2.6 Skema *solarcell* (Anonim, 2016)

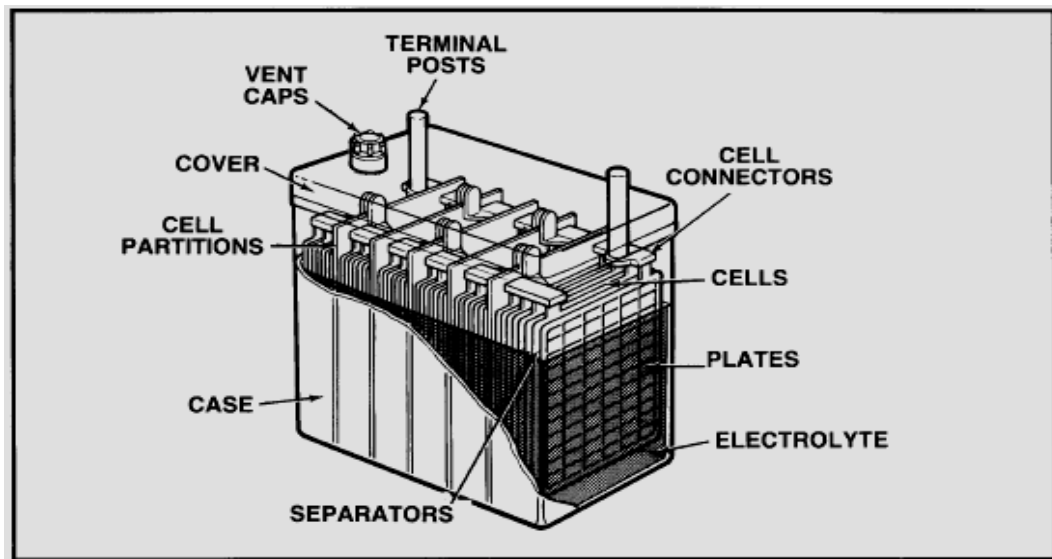
Potensi tenaga surya di dunia sangat besar. Energi yang dikeluarkan oleh sinar matahari diterima permukaan bumi sebesar 69% dari total energi pancaran 3×10^{24} joule pertahun. Jumlah energi tersebut adalah 104 kali konsumsi energi di seluruh dunia. bumi. Dengan menutup 0,1% permukaan bumi dengan sel surya yang memiliki efisiensi 10% telah mampu menutupi kebutuhan energi di seluruh dunia, energi ini setara dengan 2×10^{17} watt. Sebagai negara tropis, Indonesia mempunyai

potensi energi surya yang cukup besar. Berdasarkan data penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di Indonesia, radiasi surya di Indonesia dapat diklasifikasikan berturut-turut sebagai berikut: untuk kawasan barat dan timur Indonesia dengan distribusi penyinaran di Kawasan Barat Indonesia (KBI) sekitar 4,5 kWh/m² hari dengan variasi bulanan sekitar 10% ; dan di Kawasan Timur Indonesia (KTI) sekitar 5, 1 kWh/m² /hari dengan variasi bulanan sekitar 9%. Dengan demikian, potensi sel surya rata-rata Indonesia sekitar 4,8 kWh/m² /hari dengan variasi bulanan sekitar 9%.

2.7 Baterai

a. Pengertian Baterai (Aki)

Baterai atau aki, atau bisa juga accu adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel, adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel. Baterai dapat di lihat pada **Gambar 2.7**.



Gambar 2.7 Baterai (aki) (Anonim, 2016)

b. Fungsi Baterai

Baterai atau aki pada mobil berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, yang akan digunakan untuk mensuplai (menyediakan) listrik ke sistem starter, sistem pengapian, lampu-lampu dan komponen-komponen kelistrikan lainnya.

c. Kontruksi Baterai

Didalam baterai mobil terdapat elektrolit asam sulfat, elektroda positif dan negatif dalam bentuk plat. Plat-plat tersebut dibuat dari timah atau berasal dari timah. Karena itu baterai tipe ini sering disebut baterai timah, Ruangan didalamnya dibagi menjadi beberapa sel (biasanya 6 sel, untuk baterai mobil) dan didalam masing-masing sel terdapat beberapa elemen yang terendam didalam elektrolit.

Pada mobil banyak terdapat komponen-komponen kelistrikan yang digerakkan oleh tenaga listrik. Diwaktu mesin mobil hidup komponen-komponen kelistrikan tersebut dapat digerakkan oleh tenaga listrik yang berasal dari alternator dan baterai (aki), akan tetapi pada saat mesin mobil sudah mati, tenaga listrik yang berasal dari alternator sudah tidak digunakan lagi, dan hanya berasal dari baterai saja. Contoh

bentuk pemakaian energi listrik saat mesin mobil dalam kondisi off (mati) adalah pada lampu parkir, lampu ruangan, indikator pada ruangan kemudi, peralatan audio (tape recorder), peralatan pengaman dan lain-lain.

Jumlah tenaga listrik yang disimpan dalam baterai dapat digunakan sebagai sumber tenaga listrik tergantung pada kapasitas baterai dalam satuan ampere jam (AH). Jika pada kotak baterai tertulis 12 volt 60 AH, berarti baterai tersebut mempunyai tegangan 12 volt dimana jika baterai tersebut digunakan selama 1 jam dengan arus pemakaian 60 ampere, maka kapasitas baterai tersebut setelah 1 jam akan kosong (habis). Kapasitas baterai tersebut juga dapat menjadi kosong setelah 2 jam jika arus pemakaian hanya 30 ampere. Disini terlihat bahwa lamanya pengosongan baterai ditentukan oleh besarnya pemakaian arus listrik dari baterai tersebut. Semakin besar arus yang digunakan, maka akan semakin cepat terjadi pengosongan baterai, dan sebaliknya, semakin kecil arus yang digunakan, maka akan semakin lama pula baterai mengalami pengosongan. Besarnya kapasitas baterai sangat ditentukan oleh luas permukaan plat atau banyaknya plat baterai. Jadi dengan bertambahnya luas plat atau dengan bertambahnya jumlah plat baterai maka kapasitas baterai juga akan bertambah.

Sedangkan tegangan accu ditentukan oleh jumlah daripada sel baterai, dimana satu sel baterai biasanya dapat menghasilkan tegangan kira-kira 2 sampai 2,1 volt. Tegangan listrik yang terbentuk sama dengan jumlah tegangan listrik tiap-tiap sel. Jika baterai mempunyai enam sel, maka tegangan baterai standar tersebut adalah 12 volt sampai 12,6 volt. Biasanya setiap sel baterai ditandai dengan adanya satu lubang pada kotak accu bagian atas untuk mengisi elektrolit aki.

2.8 Regulator Tegangan DC

Pengatur tegangan (voltage regulator) berfungsi menyediakan suatu tegangan keluaran dc tetap yang tidak dipengaruhi oleh perubahan tegangan masukan, arus beban keluaran, dan suhu. Pengatur tegangan adalah salah satu bagian dari

rangkaian catu daya DC. Dimana tegangan masukannya berasal dari tegangan keluaran filter, setelah melalui proses penyearahan tegangan AC menjadi DC.

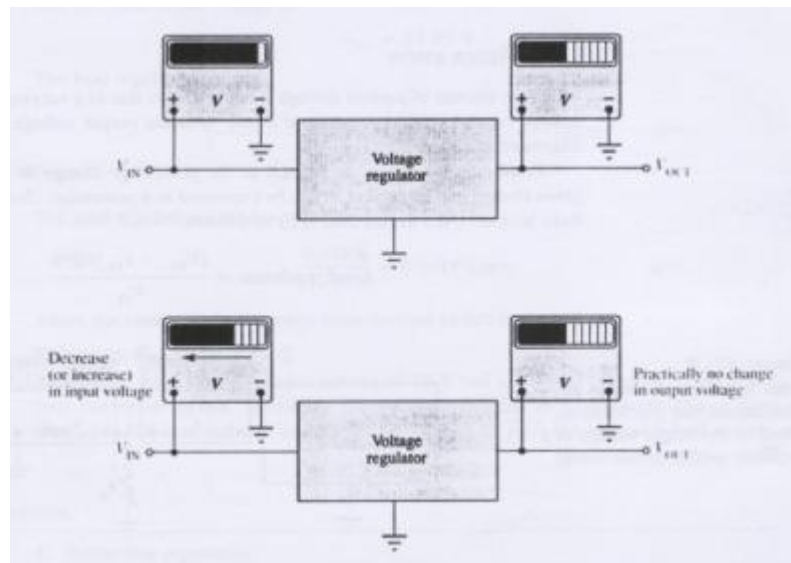
Pengatur tegangan dikelompokkan dalam dua kategori, *pengatur linier* dan *switching regulator*. yang termasuk dalam kategori pengatur linier, dua jenis yang umum adalah *pengatur tegangan seri* (Series Regulator) dan *pengatur tegangan parallel* (Shunt Regulators). Dua jenis pengatur di atas dapat diperoleh untuk keluaran tegangan positif maupun negatif. Sedangkan untuk switching regulator terdapat tiga jenis konfigurasi yaitu, *step-up*, *step-down* dan *inverting*.

2.8.1 Pengaturan Tegangan (Voltage Regulations)

Dua kategori dasar pengaturan tegangan adalah pengaturan garis (*Line Regulation*) dan pengaturan beban (*Load Regulation*). Pengaturan garis adalah kemampuan pengatur tegangan (*voltage regulator*) untuk tetap mempertahankan tegangan keluaran ketika tegangan masukan berubah-ubah. Pengaturan Beban kemampuan untuk tetap mempertahankan tegangan keluaran ketika beban bervariasi.

Line Regulation

Ketika tegangan masukan DC berubah-ubah, pengatur tegangan (*voltage regulator*) harus mempertahankan tegangan keluaran, seperti digambarkan pada **Gambar 2.8**.



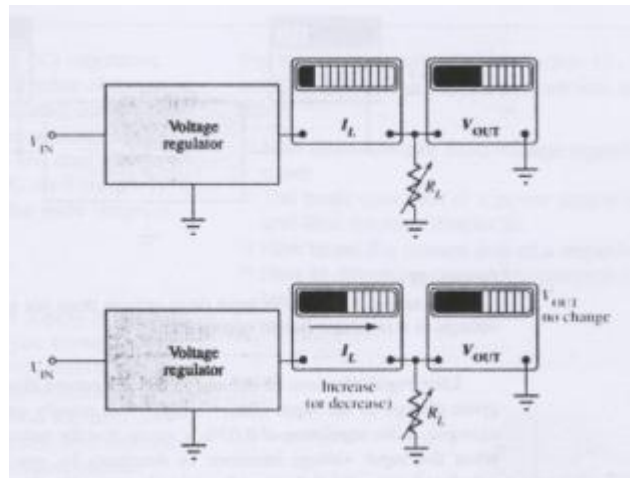
Gambar 2.8 Line regulation. Suatu perubahan tegangan masukan DC tidak mempengaruhi tegangan keluaran suatu pengatur tegangan (di dalam batas tertentu) (Anonim, 2016)

Pengaturan Garis dapat digambarkan sebagai persentase perubahan tegangan keluaran terhadap perubahan yang terjadi pada tegangan masukan. Pada umumnya dinyatakan dalam % / V. Sebagai contoh, sebuah regulator tegangan mempunyai pengaturan garis 0,05%/V berarti bahwa tegangan keluaran berubah 0,05 persen ketika tegangan masukan meningkat atau berkurang dengan satu volt.

Load Regulation

Ketika arus yang mengalir melalui beban berubah akibat perubahan beban, regulator tegangan haruslah tetap mempertahankan tegangan keluaran pada beban agar tidak berubah (tetap).

Pengaturan beban dapat dinyatakan sebagai persentase perubahan tegangan keluaran untuk setiap perubahan arus beban. Pengaturan beban juga dapat dinyatakan sebagai persentase perubahan dari tegangan keluaran tanpa beban (TB) ke tegangan keluaran dengan beban penuh (BP). Lihat **Gambar 2.9**.



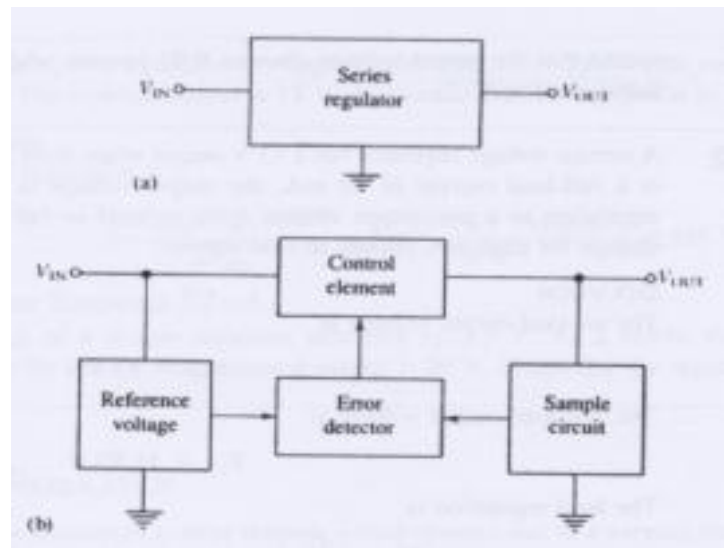
Gambar 2.9 *Load regulation* (Pengaturan beban). Suatu perubahan pada arus beban tidak mempengaruhi tegangan keluaran (Anonim, 2016)

Pengaturan beban dapat juga dinyatakan sebagai persentasi perubahan tegangan keluaran terhadap perubahan setiap mA arus pada beban. Sebagai contoh, *regulator* tegangan mempunyai *Load Regulation* 0,01% / mA, berarti bahwa tegangan keluaran berubah 0,01 persen ketika arus beban meningkat atau berkurang 1 mA.

2.8.2 Dasar Pengatur Tegangan Seri

Dasar pengatur tegangan ada dua, yang pertama pengatur linier (linear regulators) dan yang kedua adalah pengatur tersaklar (switching regulators). Keduanya tersedia dalam bentuk IC. Ada dua jenis pengatur linier. pertama adalah pengatur tegangan seri dan yang kedua adalah pengatur tegangan paralel.

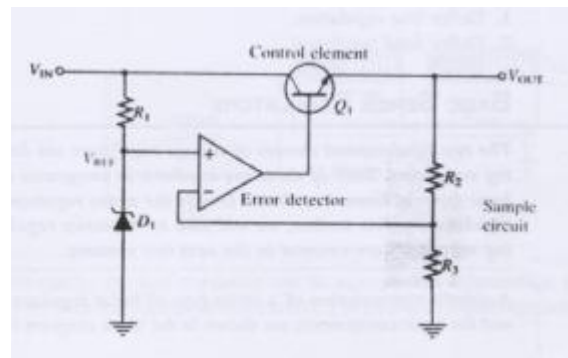
Gambaran sederhana dari pengatur tegangan seri ditunjukkan pada **Gambar 2.10** blok diagram berikut ini.



Gambar 2.10 Diagram blok pengatur tegangan seri (Anonim, 2016)

Cara Kerja Pengaturan Tegangan

Rangkaian dasar pengatur tegangan seri ditunjukkan pada gambar 4. Sedangkan cara kerjanya ditunjukkan pada gambar 5. Resistor pembagi tegangan dibentuk oleh R_2 dan R_3 yang bertindak sebagai sensor bila terjadi perubahan tegangan keluaran. Jika tegangan keluaran turun yang disebabkan oleh penurunan tegangan masukan V_{IN} atau bertambahnya arus beban I_L , maka tegangan pada masukan inverting (-) dari Op-Amp (sebagai error detector) juga akan turun yang disebabkan oleh penurunan tegangan pada resistor pembagi tegangan. Diode zener yang digunakan sebagai masukan pada masukan Non-inverting (+) dari Op-Amp, juga bertindak sebagai tegangan acuan atau V_{REF} , yang nilainya tetap. Selisih tegangan yang ada pada kedua masukan Op-Amp akan diperkuat, sehingga keluaran Op-Amp pun akan bertambah, demikian pula tegangan pada Basis dari transistor Q_1 , akibatnya tegangan pada Emittor Q_1 atau V_{OUT} juga naik sampai tegangan pada masukan inverting (-) sama dengan tegangan V_{REF} . Tindakan ini akan menghindari penurunan tegangan pada keluaran dan menjaga tetap konstan. Transistor Q_1 adalah power transistor yang diberi penyerap panas (heatsink) karena transistor ini harus melakukan semua arus yang mengalir ke beban rangkaian dasar pengatur tegangan dapat di lihat pada **Gambar 2.11**.

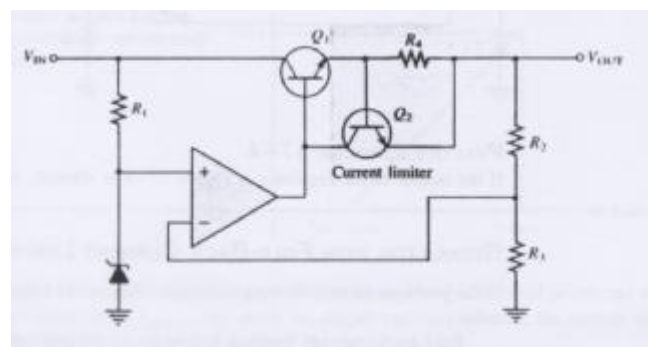


Gambar 2.11 Rangkaian dasar pengatur tegangan seri (Anonim, 2016)

✓ **Perlindungan terhadap hubung-singkat atau beban lebih**

Jika jumlah arus beban yang ditarik berlebihan, transistor pelintas arus dapat dengan cepat akan rusak. Salah satu metode untuk membatasi arus atau mencegah terhadap beban lebih disebut *constant current limiting*. Rangkaianannya terdiri dari Q_2 dan R_4 .

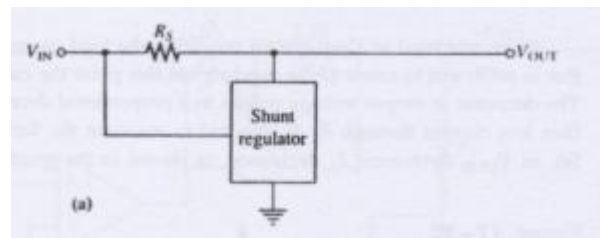
Arus beban yang melintas R_4 membangkitkan tegangan dari Basis ke Emitor dari Q_2 . Ketika arus beban I_L bertambah sampai dengan nilai maksimum yang telah ditentukan, tegangan jatuh pada R_4 cukup untuk membias maju Basis – Emitor transistor Q_2 , akibatnya Q_2 menghantar. Selanjutnya arus Basis Q_1 dialihkan ke Kolektor dari Q_2 dengan demikian I_L dibatasi pada nilai maksimumnya. Berikut **Gambar 2.12** gambaran tegangan seri dengan pembatas arus.



Gambar 2.12 Pengatur tegangan seri dengan pembatas arus (Anonim, 2016)

2.8.3 Dasar pengatur tegangan paralel

Pengatur tegangan paralel menempatkan transistor, sebagai elemen kontrol, parallel terhadap beban. Gambaran sederhana dari pengatur tegangan paralel ditunjukkan pada **Gambar 2.13** blok diagram berikut ini.



Gambar 2.13 Diagram blok pengatur tegangan paralel (Anonim, 2016)

Rangkaian dasar pengatur tegangan paralel ditunjukkan pada gambar 8. Operasi rangkaian ini mirip dengan pengatur tegangan seri. Ketika tegangan keluaran turun yang dapat disebabkan oleh perubahan tegangan V_{IN} atau arus beban. Penurunan ini disensor oleh R_3 dan R_4 dan dikirim ke masukan Non-inverting (+) dari Op-Amp. Selisih tegangan ini akan mengurangi tegangan keluaran Op-Amp, akibatnya mengurangi dorongan ke transistor Q_1 , sehingga arus kolektor akan berkurang dan secara efektif menaikkan nilai resistansi kolektor-emitor r_{CE} . r_{CE} yang bertindak sebagai pembagi tegangan bersama R_1 . Dengan tindakan ini V_{OUT} akan dipertahankan tetap konstan. Hal yang sama jika tegangan keluaran naik.

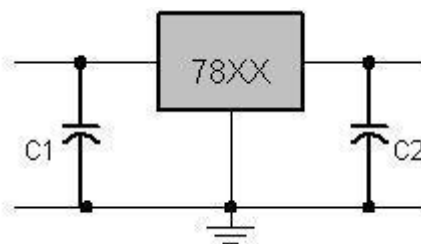
2.8.4 Pengatur tegangan ic 78 xx

IC 78XX adalah regulator tegangan positif dengan tiga terminal, masing-masing input, Ground dan output. IC 78XX tersedia untuk beberapa nilai tegangan keluaran seperti terlihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Data tegangan IC 78xx

Type	V _{OUT} (Volt)	I _{OUT} (A)			V _{IN} (Volt)	
		78XXC	78LXX	78MXX	Min	Maks
7805	5	1	0,1	0,5	7,5	20
7806	6	1	0,1	0,5	8,6	21
7808	8	1	0,1	0,5	10,5	23
7809	9	1	0,1	0,5	11,5	24
7810	10	1	0,1	0,5	12,5	25
7812	12	1	0,1	0,5	14,5	27
7815	15	1	0,1	0,5	17,5	30
7818	18	1	0,1	0,5	21	33
7824	24	1	0,1	0,5	27	38

Meskipun semula dirancang untuk regulator tegangan tetap, namun regulator ini dapat dikembangkan untuk tegangan dan arus yang dapat diatur. Rangkaian dasar 78XX ditunjukkan pada **Gambar 2.14**, untuk tegangan dan arus output sesuai nilai nominalnya.

**Gambar 2.14** Rangkaian dasar regulator 78XX (Anonim, 2016)

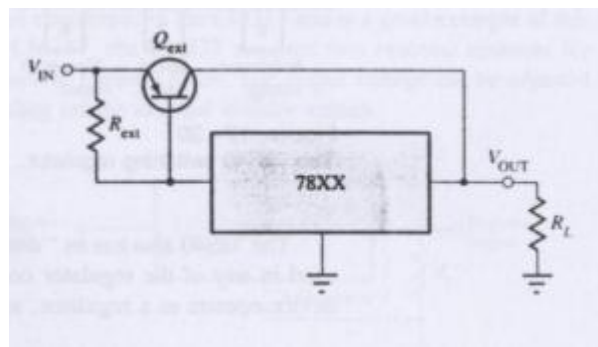
C1 diperlukan jika regulator jauh dari Kapasitor Filter pencatu daya sedangkan C2 diperlukan untuk memperbaiki tanggapan kilasan dan penindasan kerut (*transient response*). Dalam penerapannya, tegangan masukan V_{IN} harus

lebih besar dari tegangan keluaran (lihat tabel 1) jika kurang maka regulator tidak berfungsi tetapi bila melebihi nilai V_{IN} maksimumnya dapat merusak regulator.

Menggunakan transistor eksternal untuk menaikkan arus keluaran

Seperti diketahui, regulator hanya dapat mencatu arus ke beban maksimum sebesar nilai nominalnya, misalnya 78LXX arus output maksimumnya 100 mA, dan sebagainya. Tetapi seringkali dalam penerapannya dibutuhkan suatu regulator dengan kemampuan mencatu arus ke beban yang lebih besar dari kemampuan maksimumnya, misalnya 2,5 A.

Untuk keperluan tersebut, dapat ditambahkan sebuah transistor yang digunakan sebagai *pelintas arus* (Current Pass), sehingga arus yang lebih besar akan mengalir pada keluarannya. Rangkaian selengkapnya untuk pemasangan transistor eksternal ini ditunjukkan pada **Gambar 2.15**.



Gambar 2.15 Regulator 78XX dengan transistor eksternal (Anonim, 2016)