

LAMPIRAN 2.1. FORMAT KONSTRUKSI BUKU PENGAYAAN KONTEKS OTOT BUATAN

1. Gambar struktur makro buku pengayaan konteks otot buatan
2. Tabel konstruksi gabungan teks asli konteks dan konten
3. Tabel konstruksi teks dasar konteks otot buatan

Tabel Konstruksi Gabungan Teks Asli Konteks dan Teks Asli Konten

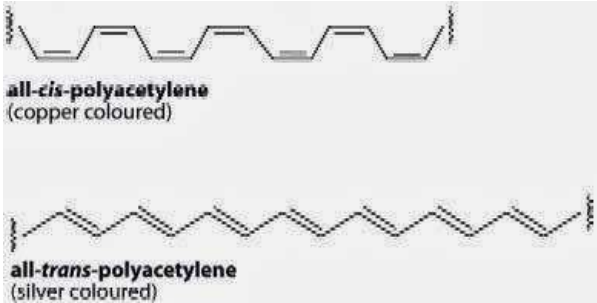
- Teks asli konteks :
 - Jurnal 1
 - Jurnal 2
 - Jurnal 3
 - Jurnal 4
 - Jurnal 5
- Teks asli konten
- Kata atau kalimat tambahan

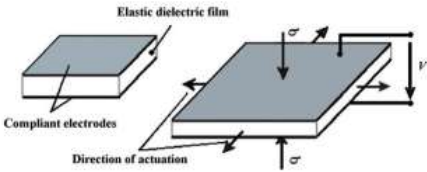
Teks Asli Konteks	Teks Asli Konten	Teks Asli Gabungan Konteks dan Konten
<p style="text-align: center;">Otot Buatan (<i>Artificial Muscle</i>)</p> <p>Jurnal 1</p> <p>Otot buatan adalah suatu jenis umum dari sebuah aktuator yang didefinisikan dengan analogi rangka otot. Seperti otot alami, setiap otot buatan ditandai dengan kemampuannya untuk berkontraksi sebagai hasil respons dari suatu stimulus kimia atau fisik. Sementara kontraksi di otot rangka pada dasarnya dipahami sebagai kontraksi yang sebenarnya, sedangkan istilah kontraksi yang diterapkan untuk otot buatan</p>	<p>Polimer</p> <p>Polimer merupakan molekul besar (<i>makromolekul</i>) yang terbentuk dari unit-unit berulang sederhana. Unit ulangan polimer adalah molekul sederhana bermassa rendah yang disebut monomer. Nama polimer diturunkan dari bahasa Yunani <i>Poly</i>, yang berarti “banyak”, dan <i>mer</i> yang berarti “bagian”. Contohnya teflon yang sering digunakan untuk memasak. Teflon ditemukan mengandung rantai karbon dengan mengikat atom-atom fluorin dan senyawa penyusunnya dikenal sebagai senyawa tetra fluoroetena (tetra fluoroetilena). Jenis-jenis monomer yang saling berikatan membentuk</p>	<p style="text-align: center;">Otot Buatan (<i>Artificial Muscle</i>)</p> <p>Otot Buatan dan Polimer</p> <p>Otot buatan adalah sebuah aktuator (penggerak) yang dianalogikan sebagai rangka otot (otot biologis). Seperti otot alami, setiap otot buatan ditandai dengan kemampuannya untuk berkontraksi sebagai hasil respon dari suatu stimulus baik secara kimia atau fisik. Kemampuan dari otot buatan ini menyerupai dengan otot alami seperti mempunyai kekenyalan, kekerasan, dan gerakan regangan yang besar ketika adanya stimulus.</p> <p>Otot buatan ini dibuat dari sebuah polimer yang memiliki sifat-sifat perubahan bentuk (kontraksi dan strain)</p>

Teks Asli Konteks	Teks Asli Konten	Teks Asli Gabungan Konteks dan Konten
<p>digunakan dalam arti yang lebih luas : ini dapat berkontraksi secara lurus dengan membentuk struktur yang lebih kompleks atau tidak di dalam sebuah lapisan yang didalamnya terdapat fluida otot buatan, atau kontraksi lurus pada tali tipis di dalam sebuah keadaan beberapa bahan, seperti filamen nitinol, tetapi juga tekukan tali, seperti didalam beberapa ionik elektronik polimer aktif, atau bahkan perluasan dari plat tipis, seperti di dalam dielektrik elastomer. Secara umum beberapa bahan atau alat, bentuknya bisa berubah dalam menanggapi suatu stimulus sehingga bisa menjadi calon untuk label "otot buatan" (Tondou, 2015)</p> <p>Jurnal 2</p> <p>Polimer-polimer yang memiliki sifat-sifat perubahan bentuk (kontraksi dan strain) yang spontan, lentur, aktif dan lunak dengan respon yang cepat bila terstimulasi medan listrik dikenal sebagai <i>Electro Active Polymer</i> (EAP).</p> <p>EAP ini yaitu kemampuannya untuk menyerupai otot biologis yang memberikan kekenyalan, kekerasan, gerakan regangan yang besar dan melekat untuk mengurangi getaran dari luar. Karena kemampuan EAP yang menyerupai otot biologis ini, maka EAP ini sering dikenal sebagai otot buatan (<i>Artificial Muscle</i>).</p> <p>Polimer yang menunjukkan perubahan bentuk</p>	<p>suatu polimer terkadang sama atau berbeda.</p> <p>Berdasarkan banyaknya jenis monomer penyusun polimer, polimer terbagi menjadi dua. Jika suatu polimer dipreparasi hanya dari monomer tunggal, maka polimer tersebut digolongkan sebagai homopolimer, sedangkan jika suatu polimer dipreparasi oleh lebih dari satu jenis monomer, maka polimer tersebut digolongkan sebagai kopolimer.</p> <p>Polimer didefinisikan sebagai senyawa dengan massa molekul relatif besar yang dibentuk melalui ikatan antarmonomer dengan molekul kecil. Polimer terbentuk dari susunan monomer-monomer dengan melalui proses polimerisasi (Reaksi penggabungan dari monomer-monomer menjadi polimer). Polimer-polimer ini bergantung pada susunan monomer dalam rantai polimer. Proses pembentukan polimer (polimerisasi) diantaranya :</p> <p>a. Polimerisasi Adisi</p> <p>Polimerisasi adisi melibatkan reaksi rantai. Proses polimerisasi adisi ini yaitu reaksi penggabungan monomer dengan memutuskan ikatan rangkap dua yang tidak disertai oleh pelepasan zat/molekul lain. Polimerisasi adisi melibatkan reaksi rantai. Pembawa rantai pada polimerisasi adisi dapat berupa spesi reaktif yang mengandung satu elektron tak berpasangan yang disebut radikal bebas atau spesi ion</p> <p>b. Polimerisasi Radikal bebas</p> <p>Radikal bebas biasanya dibentuk melalui penguraian</p>	<p>yang spontan, lentur, aktif dan lunak dengan respon yang cepat bila terstimulasi medan listrik. Nama lain dari polimer otot buatan ini yaitu <i>Electro Active Polymer</i> (EAP). Maka dari itu <i>Electro Active Polymer</i> (EAP) ini dikenal sebagai otot buatan.</p> <p>Nama polimer diturunkan dari bahasa Yunani <i>Poly</i>, yang berarti “banyak”, dan <i>mer</i> yang berarti “bagian”. Adapun definisi dari polimer itu sendiri yaitu molekul besar (<i>makromolekul</i>) yang terbentuk dari unit-unit berulang sederhana. Unit ulang polimer disebut monomer. Monomer-monomer tersebut akan membentuk suatu polimer melalui proses polimerisasi (reaksi penggabungan dari monomer-monomer menjadi polimer). Suatu polimer akan terbentuk bila terdapat seratus atau seribu monomer saling berikatan dalam suatu rantai (Chang, 2010, hlm 1062). Contohnya teflon yang sering digunakan untuk memasak. Teflon ditemukan mengandung rantai karbon dengan mengikat atom-atom fluorin dan senyawa penyusunnya dikenal sebagai senyawa tetra fluoroetena (tetra fluoroetilena). Proses pembentukan polimer (polimerisasi) diantaranya :</p> <p>a. Polimerisasi Adisi</p> <p>Polimerisasi adisi melibatkan reaksi rantai. Proses polimerisasi adisi ini yaitu reaksi penggabungan monomer dengan memutuskan ikatan rangkap dua yang tidak disertai oleh pelepasan zat/molekul lain.</p> <p>b. Polimerisasi Radikal bebas</p> <p>Radikal bebas biasanya dibentuk melalui penguraian zat yang kurang stabil dengan menggunakan kalor atau cahaya.</p>

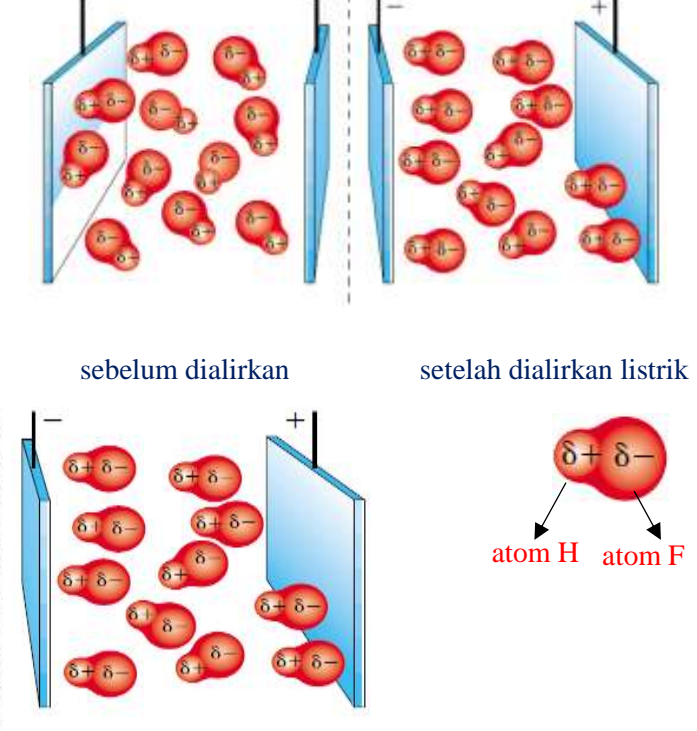
Teks Asli Konteks	Teks Asli Konten	Teks Asli Gabungan Konteks dan Konten						
<p>dalam menanggapi rangsangan listrik dapat dibagi menjadi dua kelompok yang berbeda : elektronik (didorong oleh medan listrik atau gaya Coulomb) dan ion (melibatkan mobilitas atau difusi ion).</p> <p>Polimer elektronik dapat menahan tegangan listrik pada arus DC, sehingga menjadi pertimbangan untuk aplikasi dalam pembuatan robot. Namun, polimer ini memerlukan tegangan yang tinggi (>100-V/mm) agar membuat aktivasi yang tinggi tetapi mengakibatkan tingkat kerusakan yang tinggi juga. Sebaliknya, bahan polimer ionik (EAP ionik) hanya membutuhkan tegangan yang rendah yaitu sekitar 1-2 Volts. Namun, untuk polimer ionik sulit untuk mempertahankan tegangan arus DC. Adapun keuntungan dan kerugian lainnya antara EAP elektronik dan EAP ionik adalah sebagai berikut:</p> <p>Tabel. Keuntungan dan Kerugian EAP Elektronik dan Ionik</p> <table border="1" data-bbox="96 1013 689 1407"> <thead> <tr> <th data-bbox="96 1013 248 1053">Tipe EAP</th> <th data-bbox="248 1013 459 1053">Keuntungan</th> <th data-bbox="459 1013 689 1053">Kerugian</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="96 1053 248 1407">EAP Elektronik</td> <td data-bbox="248 1053 459 1407"> <ul style="list-style-type: none"> • Dapat dioperasikan dalam kondisi ruang untuk waktu yang lama • Respon yang cepat (mSec levels) </td> <td data-bbox="459 1053 689 1407"> <ul style="list-style-type: none"> • Membutuhkan tegangan tinggi (~150 MV/m) • Membutuhkan pertimbangan antara strain dan stress </td> </tr> </tbody> </table>	Tipe EAP	Keuntungan	Kerugian	EAP Elektronik	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat dioperasikan dalam kondisi ruang untuk waktu yang lama • Respon yang cepat (mSec levels) 	<ul style="list-style-type: none"> • Membutuhkan tegangan tinggi (~150 MV/m) • Membutuhkan pertimbangan antara strain dan stress 	<p>zat yang kurang stabil dengan menggunakan kalor atau cahaya.</p> <p>c. Polimerisasi Ion</p> <ul style="list-style-type: none"> - Polimerisasi Kation Dalam polimerisasi kation dengan monomer CH₂=CHX, sebagai pembawa rantai adalah ion karbonium. Katalis dalam reaksi polimerisasi ini adalah asam lewis, seperti AlCl₃, BF₃, TiCl₄, SnCl₄, H₂SO₄ dan asam kuat lainnya. $HA + H_2C=CHX \rightarrow H_3C-C^+-HX + A^-$ - Polimerisasi anion Pada polimerisasi kation dengan monomer CH₂=CHX, karbanion bertindak selaku pembawa rantai. Monomer yang mengandung substituen elektronegatif terolong yang dapat mengalami polimerisasi jenis ini. Katalis yang dapat dipakai meliputi logam alkali, alkil, aril, dan amida logam alkali. $H_2N^- + H_2C=C^+-HX \rightarrow H_2N-CH_2-C^- -HX$ <p>d. Polimerisasi Kondensasi Polimerisasi kondensasi melibatkan penggabungan molekul-molekul kecil, menghasilkan molekul besar melalui reaksi kondensasi yang disertai oleh pelepasan zat/molekul lain yang berukuran kecil, misalnya H₂O. Pada umumnya, dua morfologi merupakan karakteristik dari polimer-polimer <i>amorfus</i> dan kristal</p> <p>1) Kristalin</p>	<p>c. Polimerisasi Ion</p> <ul style="list-style-type: none"> - Polimerisasi Kation Dalam polimerisasi kation dengan monomer CH₂=CHX, sebagai pembawa rantai adalah ion karbonium. Katalis dalam reaksi polimerisasi ini adalah asam lewis, seperti AlCl₃, BF₃, TiCl₄, SnCl₄, H₂SO₄ dan asam kuat lainnya. $HA + H_2C=CHX \rightarrow H_3C-C^+-HX + A^-$ - Polimerisasi anion Pada polimerisasi kation dengan monomer CH₂=CHX, karbanion bertindak selaku pembawa rantai. Monomer yang mengandung substituen elektronegatif terolong yang dapat mengalami polimerisasi jenis ini. Katalis yang dapat dipakai meliputi logam alkali, alkil, aril, dan amida logam alkali. $H_2N^- + H_2C=C^+-HX \rightarrow H_2N-CH_2-C^- -HX$ <p>d. Polimerisasi Kondensasi Polimerisasi kondensasi melibatkan penggabungan molekul-molekul kecil, menghasilkan molekul besar melalui reaksi kondensasi yang disertai oleh pelepasan zat/molekul lain yang berukuran kecil, misalnya H₂O. Teknologi otot buatan polimer ini sedang dikembangkan yang dapat menghasilkan regangan yang sama dan tekanan yang tinggi yaitu bisa menggunakan gaya elektrostatik. Selain menggunakan elektrostatik, bisa juga dengan menggunakan elektrostriksi, penyisipan ion, atau perubahan konformasi (bentuk lain) molekul. Bahan yang dapat</p>
Tipe EAP	Keuntungan	Kerugian						
EAP Elektronik	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat dioperasikan dalam kondisi ruang untuk waktu yang lama • Respon yang cepat (mSec levels) 	<ul style="list-style-type: none"> • Membutuhkan tegangan tinggi (~150 MV/m) • Membutuhkan pertimbangan antara strain dan stress 						

Teks Asli Konteks			Teks Asli Konten	Teks Asli Gabungan Konteks dan Konten
	<ul style="list-style-type: none"> Bisa menahan tegangan pada arus DC Menginduksi kekuatan aktuasi relatif besar 		<p>Susunan antara rantai yang satu dengan rantai yang lain adalah teratur dan mempunyai titik leleh (<i>melting point</i>).</p> <p>1) Amorf</p> <p>Susunan antara rantai yang satu dengan yang lain orientasinya acak dan mempunyai temperatur transisi gelas (Billmeyer, 1984). Sifat-sifat pada polimer diantaranya</p>	<p>digunakan meliputi elastomer, polimer konduksi, polimer ionik, atau nanotube karbon.</p> <p>Jenis-jenis EAP/Polimer Otot Buatan</p> <p>Polimer pada otot buatan ini dibagi menjadi dua kelompok besar. Pada kelompok pertama, polimer dengan perubahan dimensi (aktuasi) dalam menanggapi sebuah medan listrik. Ini umumnya dikenal sebagai EAP elektronik atau listrik (didorong oleh medan listrik atau gaya Coulomb). Kelompok kedua yaitu golongan bahan di mana adanya keberadaan dan pergerakan ion yang diperlukan untuk membuat kemungkinan aktuasi. Kelompok ini disebut EAP ion (melibatkan mobilitas atau difusi ion; difusi ion adalah gerakan ion kesegala arah di dalam suatu medium (pelarut). Agar ion bisa bergerak, diperlukan elektrolit (elektrolit adalah senyawa lelehan atau larutannya dapat menghantarkan arus listrik) biasanya berupa cair (bisa dalam bentuk larutan atau cairan), sehingga aktuator ini juga dikenal sebagai EAP basah.</p> <p>Polimer elektronik dapat menahan tegangan listrik pada arus DC, sehingga menjadi pertimbangan untuk aplikasi dalam pembuatan robot. Namun, polimer ini memerlukan tegangan yang tinggi (>100 Volt/mm) agar membuat aktivasi yang tinggi tetapi mengakibatkan tingkat kerusakan yang tinggi juga. Sebaliknya, bahan polimer ionik (EAP ionik) hanya membutuhkan tegangan yang rendah yaitu sekitar 1-2 Volts. Namun, untuk polimer ionik sulit untuk mempertahankan tegangan arus DC. Adapun keuntungan dan kerugian lainnya antara EAP elektronik dan EAP ionik</p>
EAP ionik	<ul style="list-style-type: none"> Membutuhkan tegangan yang rendah Gerakan aktuator dapat membengkok Pembengkokan yang dihasilkan lebar 	<ul style="list-style-type: none"> EAP ionik tidak dapat menahan tegangan arus DC Respon yang lambat Sulit untuk membuat bahan yang konsisten Dalam larutan, bahan akan mengalami hidrolisis pada tegangan >1.23-V 	<p>Konduktivitas Listrik Pada Polimer</p> <p>Sebagian besar polimer merupakan insulator yang baik. Suatu penemuan baru tentang polimer yang bisa dibuat menjadi konduktif (dapat menghantarkan listrik) yaitu dengan menambahkan beberapa bahan tambahan atau yang disebut dengan dopan. Tetapi ada beberapa sifat struktural diketahui mempengaruhi terhadap tingkat konduktivitas. Sifat-sifat ini mencakup :</p> <p>a. Delokalisasi. Suatu sistem terkonyugasi yang diperluas biasanya perlu untuk eksisnya konduktivitas rangka polimer, akan tetapi muatan bisa ditransfer dalam beberapa kasus melalui gugus-gugus pendan.</p> <p>b. Doping. Dopan-dopan bisa berupa akseptor-akseptor elektron seperti halogen, atau donor-donor elektron seperti logam alkali. Konduktivitas yang dihasilkan tergantung konsentrasi dari doping. Doping bisa juga mengefektifkan penyusunan ulang ikatan-ikatan rangkap dua dari polimer nonkonjugasi menjadi polimer konduktif yang terkonyugasi.</p>	
(Cohen, 2000)				

Teks Asli Konteks	Teks Asli Konten	Teks Asli Gabungan Konteks dan Konten									
<p>Jurnal 3</p> <p>Berbagai jenis otot alami yang merupakan sistem bahan luar biasa yang memungkinkan hasil dari perubahan bentuk yang besar oleh gerakan molekul berulang. Teknologi polimer otot buatan sedang dikembangkan yang dapat menghasilkan strain yang sama dan tekanan tinggi menggunakan gaya elektrostatik, elektrostriksi, penyisipan ion, dan perubahan konformasi molekul. Bahan yang digunakan meliputi elastomer, polimer konduksi, polimer ionik, dan nanotube karbon.</p> <p>Dalam ulasan ini, polimer otot buatan telah dibagi menjadi dua kelompok besar. Pada kelompok pertama, perubahan dimensi (aktuasi) dalam menanggapi sebuah medan listrik. Ini umumnya dikenal sebagai polimer elektroaktif elektronik atau listrik (<i>Electro Active Polymer electronic</i>). Beberapa teknologi yang termasuk dalam kategori ini adalah dielectric aktuator elastomer (Dielectric Elastomer Actuator), polimer feroelektrik, dan elastomer kristal cair. Kelompok kedua polimer otot buatan adalah golongan bahan di mana keberadaan dan pergerakan ion yang diperlukan untuk membuat kemungkinan aktuasi.</p> <p>Kelompok ini disebut EAP ion. Untuk ion menjadi bergerak, diperlukan elektrolit, biasanya berupa cair, sehingga aktuator ini juga dikenal</p>	<p>c. Morfologi. Konduksi listrik dipengaruhi oleh faktor-faktor konfigurasi dan konformasi. Konduktivitas film poliasetilena dalam arah penjajaran molekul secara signifikan bertambah oleh terjadinya peregangan molekul.</p> <p>Konduktivitas intrinsik poliasetilena sebesar $1,7 \times 10^{-9}$ untuk isomer cis dan $4,4 \times 10^{-5}$ (semikonduktor lemah) untuk isomer trans. Doping meningkatkan konduktivitas poliasetilena secara dramatis menjadi konduktivitas konduktor logam.</p>  <p>Polimer-polimer lain yang memperlihatkan konduksi listrik melalui doping yang tidak punya rangka konyugasi tetapi menjalani transpor elektron melalui cincin heterosiklik.</p> <p>Cincin Heterosiklik</p> <p>Cincin heterosiklik adalah suatu senyawa yang mempunyai struktur cincin (siklik) yang tersusun dari 2 atau lebih jenis atom pada cincin tersebut.</p> <p>Konjugasi</p>	<p>adalah sebagai berikut: Tabel 1.Keuntungan dan Kerugian EAP Elektronik dan Ionik</p> <table border="1" data-bbox="1456 351 2083 1380"> <thead> <tr> <th data-bbox="1456 351 1624 391">Tipe EAP</th> <th data-bbox="1624 351 1870 391">Keuntungan</th> <th data-bbox="1870 351 2083 391">Kerugian</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1456 391 1624 1021">EAP Elektronik</td> <td data-bbox="1624 391 1870 1021"> <ul style="list-style-type: none"> • Dapat dioperasikan dalam kondisi ruang untuk waktu yang lama • Respon yang cepat (mSec levels) • Bisa menahan tegangan pada arus DC • Menginduksi kekuatan aktuasi relatif besar </td> <td data-bbox="1870 391 2083 1021"> <ul style="list-style-type: none"> • Membutuhkan tegangan tinggi (~150 MV/m) • Membutuhkan pertimbangan antara strain (regangan) dan stress (tegangan) </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1456 1021 1624 1380">EAP ionik</td> <td data-bbox="1624 1021 1870 1380"> <ul style="list-style-type: none"> • Membutuhkan tegangan yang rendah • Gerakan aktuator dapat membengkok • Pembengkokan yang dihasilkan lebar </td> <td data-bbox="1870 1021 2083 1380"> <ul style="list-style-type: none"> • EAP ionik tidak dapat menahan tegangan arus DC • Respon yang lambat • Sulit untuk membuat </td> </tr> </tbody> </table>	Tipe EAP	Keuntungan	Kerugian	EAP Elektronik	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat dioperasikan dalam kondisi ruang untuk waktu yang lama • Respon yang cepat (mSec levels) • Bisa menahan tegangan pada arus DC • Menginduksi kekuatan aktuasi relatif besar 	<ul style="list-style-type: none"> • Membutuhkan tegangan tinggi (~150 MV/m) • Membutuhkan pertimbangan antara strain (regangan) dan stress (tegangan) 	EAP ionik	<ul style="list-style-type: none"> • Membutuhkan tegangan yang rendah • Gerakan aktuator dapat membengkok • Pembengkokan yang dihasilkan lebar 	<ul style="list-style-type: none"> • EAP ionik tidak dapat menahan tegangan arus DC • Respon yang lambat • Sulit untuk membuat
Tipe EAP	Keuntungan	Kerugian									
EAP Elektronik	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat dioperasikan dalam kondisi ruang untuk waktu yang lama • Respon yang cepat (mSec levels) • Bisa menahan tegangan pada arus DC • Menginduksi kekuatan aktuasi relatif besar 	<ul style="list-style-type: none"> • Membutuhkan tegangan tinggi (~150 MV/m) • Membutuhkan pertimbangan antara strain (regangan) dan stress (tegangan) 									
EAP ionik	<ul style="list-style-type: none"> • Membutuhkan tegangan yang rendah • Gerakan aktuator dapat membengkok • Pembengkokan yang dihasilkan lebar 	<ul style="list-style-type: none"> • EAP ionik tidak dapat menahan tegangan arus DC • Respon yang lambat • Sulit untuk membuat 									

Teks Asli Konteks	Teks Asli Konten	Teks Asli Gabungan Konteks dan Konten							
<p>sebagai EAP basah. Aktuator yang dijelaskan dalam ulasan ini menggunakan polimer konduksi, ion komposit logam polimer (IPMC), dan karbon nanotube (CNT) sebagai bahan aktif.</p> <p>Otot Buatan Elektrik</p> <p>Mekanisme aktuasi gerakan pada suatu bidang biasanya merupakan hasil dari interaksi gaya elektrostatik antara elektroda. Mekanisme ini mendominasi di bahan yang mempunyai modulus rendah seperti elastomer dielektrik di mana strain yang sangat besar (> 40%) dapat diperoleh. Ketika perbedaan tegangan diterapkan diantara elektroda, polimer seperti ditekan menjadi tipis dan melebar dalam panjang dan lebarnya oleh adanya gaya elektrostatik. Elastomer yang sering digunakan yaitu silikon atau elastomer akrilik, terkadang elastomer yang digunakan diisi dengan partikel TiO₂ untuk meningkatkan konstan dielektrik</p>  <p>Gambar 4. Prinsip operasi aktuator elektrostrisik polimer</p> <p>Mekanisme kedua diamati dalam polimer electrostrictif, di mana dipol listrik dalam polimer didorong atau ditarik oleh medan yang diterapkan,</p>	<p>Konjugasi adalah :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pembentukan suatu partikel yang disebut partikel konyugat dari partikel lain. Kedua partikel, yakni partikel asal dan partikel konyugat dapat membentuk pasangan yang disebut pasangan konyugasi 2. Sistem awan elektron ikatan yang terbentuk akibat interaksi antara awan elektron pada ikatan rangkap-2 dan ikatan tunggal: terjadi pada molekul (umumnya molekul organik) yang mengandung ikatan rangkap-2 dan ikatan tunggal berselang-seling. Interaksi yang terjadi berupa awan elektron ikatan rangkap-2 terdelokalisasi (bergeser) ke daerah ikatan tunggal. $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ <p>Cairan Ionik</p> <p>Cairan ionik (<i>ionic liquid</i>) adalah suatu senyawa yang hanya memiliki spesies ionik tanpa adanya molekul netral yaitu hanya terdiri atas kation-anion. Cairan ionik mengandung lebih dominan spesi ionik dan berbentuk cairan pada temperatur ruang. Cairan ionik terdiri dari kation dan anion senyawa garam dengan kompleksitas tinggi dan struktural kristal yang lemah sehingga berbentuk cairan. Jenis kation yang digunakan pada cairan ionik misalnya imidazolium, pyridinium dan lain sebagainya. sedangkan anion pada cairan ionik seperti tosylat, alkilsulfonat dan lain sebagainya.</p>	<table border="1" data-bbox="1456 276 2078 901"> <tr> <td data-bbox="1456 276 1624 901"></td> <td data-bbox="1624 276 1870 901"></td> <td data-bbox="1870 276 2078 901"> bahan yang konsisten <ul style="list-style-type: none"> • Dalam larutan, bahan akan mengalami hidrolisis (Hidrolisis adalah reaksi antara molekul air dengan ion lemah pada garam) pada tegangan >1.23 Volt </td> </tr> </table> <p>Salah satu bahan EAP yang ada dapat dibuat untuk membuat sebuah aktuator yang dapat menekuk dengan respon melengkung secara signifikan. Dari aktuator tersebut dengan mudah melihat respon yang dihasilkan. Namun, kelenturan aktuator memiliki aplikasi relatif terbatas karena kekuatan yang rendah. Berikut adalah daftar bahan EAP yang terkemuka/terkenal :</p> <table border="1" data-bbox="1473 1173 2067 1377"> <thead> <tr> <th data-bbox="1473 1173 1771 1217">EAP Elektronik</th> <th data-bbox="1771 1173 2067 1217">EAP Ionik</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1473 1217 1771 1377"> <ul style="list-style-type: none"> • Dielektrik elastomer EAP • Elektroaktif graft elastomers </td> <td data-bbox="1771 1217 2067 1377"> <ul style="list-style-type: none"> • Carbon Nanotube (CNT) • Conductive Polymer (CP) </td> </tr> </tbody> </table>			bahan yang konsisten <ul style="list-style-type: none"> • Dalam larutan, bahan akan mengalami hidrolisis (Hidrolisis adalah reaksi antara molekul air dengan ion lemah pada garam) pada tegangan >1.23 Volt 	EAP Elektronik	EAP Ionik	<ul style="list-style-type: none"> • Dielektrik elastomer EAP • Elektroaktif graft elastomers 	<ul style="list-style-type: none"> • Carbon Nanotube (CNT) • Conductive Polymer (CP)
		bahan yang konsisten <ul style="list-style-type: none"> • Dalam larutan, bahan akan mengalami hidrolisis (Hidrolisis adalah reaksi antara molekul air dengan ion lemah pada garam) pada tegangan >1.23 Volt 							
EAP Elektronik	EAP Ionik								
<ul style="list-style-type: none"> • Dielektrik elastomer EAP • Elektroaktif graft elastomers 	<ul style="list-style-type: none"> • Carbon Nanotube (CNT) • Conductive Polymer (CP) 								

Teks Asli Konteks	Teks Asli Konten	Teks Asli Gabungan Konteks dan Konten						
<p>mengakibatkan perpindahan. gaya elektrostatik yang dihasilkan mengakibatkan elektrostrisik yaitu regangan pada suatu bidang datar dari suatu polimer yang berada diantara elektroda yang dialiri arus. Kopolimer cangkok di mana rantai samping polar membentuk domain kristal juga memproduksi strain besar, seperti yang dilakukan elastomer kristal cair di mana kelompok polar berorientasi dengan bidang terapan. Sebuah kelemahan yang dirasakan dengan kelas aktuator ini adalah penggunaan tegangan tinggi (> 1 kV khas) karena medan yang sangat tinggi yang dibutuhkan (~ 100 MV / m).</p> <p>Otot Bauatan Ionik</p> <p>Alternatif lain cara memperoleh aktuasi dalam polimer adalah dengan menggunakan pergerakan ion dalam fasa polimer. Stimulus yang diterapkan dapat mendorong gerakan ion dan tertahan dalam pelarut, yang mengarah ke pembengkakan atau kontraksi ketika ion ini memasuki atau meninggalkan daerah polimer.</p> <p style="text-align: right;">(Mirfakhrai, 2007)</p> <p>Jurnal 4</p> <p>Daftar bahan EAP yang terkemuka/terkenal :</p> <table border="1" data-bbox="96 1254 689 1377"> <thead> <tr> <th data-bbox="96 1254 392 1294">EAP Elektronik</th> <th data-bbox="392 1254 689 1294">EAP Ionik</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="96 1294 392 1377"> <ul style="list-style-type: none"> Dielectric elastomer EAP </td> <td data-bbox="392 1294 689 1377"> <ul style="list-style-type: none"> Carbon Nanotube (CNT) </td> </tr> </tbody> </table>	EAP Elektronik	EAP Ionik	<ul style="list-style-type: none"> Dielectric elastomer EAP 	<ul style="list-style-type: none"> Carbon Nanotube (CNT) 	<p>Cairan ionik memiliki sifat kimia dan fisika ditentukan berdasarkan kombinasi kation dan anion.</p> <p>Berbeda dengan garam cair (<i>molten salt</i>) yang biasanya mempunyai titik leleh dan viskositas tinggi, juga sangat korosif, cairan ionik umumnya berwujud cair pada suhu kamar, mempunyai viskositas relatif lebih rendah dan relatif tidak mempunyai sifat korosif.</p> <p>Beberapa keuntungan cairan ionik, diantaranya adalah memiliki rentang cair besar, sekitar 300°C (-96 sampai lebih dari 200 °C); memiliki kestabilan termal dan elektrokimia yang tinggi; merupakan pelarut yang baik bagi material organik, anorganik maupun polimer; tidak mudah menguap; tidak mudah terbakar; tidak beraroma (bau yang ditimbulkan berasal dari pengotor); menunjukkan keasaman Bronsted, Lewis, Franklin dan keasaman yang tinggi (<i>Superacidity</i>); dapat menjadi katalis sekaligus sebagai pelarut; memiliki sifat selektif</p> <p>Hidrolisis</p> <p>Hidrolisis adalah reaksi antara molekul air dengan ion lemah pada garam.</p> <p>Ikatan Kovalen</p> <p>Ikatan kovalen adalah ikatan yang terbentuk dari pemakaian bersama dua elektron oleh dua atom (Chang, 2005, hlm. 265). Menurut HAM (2009, hlm. 183) ikatan kovalen adalah ikatan kimia yang terjadi karena pemilikan bersama pasangan elektron ikatan yang merupakan sumbangan dari kedua atom atau salah satu</p>	<table border="1" data-bbox="1473 272 2067 555"> <tbody> <tr> <td data-bbox="1473 272 1771 555"> <ul style="list-style-type: none"> Electroactive-viscoelastik elastomers Ferroelectric polymer Liquid Chrystal Elastomers (LCE) </td> <td data-bbox="1771 272 2067 555"> <ul style="list-style-type: none"> Ionic Polymer Gels (IPG) Ionic Polymer Metallic Composite (IPMC) </td> </tr> </tbody> </table> <p>Cara Kerja EAP/Polimer Otot Buatan</p> <p>Seperti ulasan di atas, EAP terdiri dari dua golongan yaitu EAP elektronik dan EAP ionik. Secara umum cara kerja dari kedua EAP tersebut berbeda ketika menghasilkan suatu kontraksi akibat adanya suatu stimulus. Adapun cara kerja antara EAP elektronik dan EAP ionik adalah sebagai berikut :</p> <p>a) Otot buatan elektronik</p> <p>Mekanisme aktuasi gerakan pada otot buatan elektronik biasanya merupakan hasil interaksi gaya elektrostatik dari antara elektroda Mekanisme ini terjadi pada elastomer dielektrik di mana strain (regangan) yang dihasilkan sangat besar (>40%). Elastomer yang sering digunakan yaitu silikon atau elastomer akrilik, terkadang elastomer yang digunakan diisi dengan partikel TiO₂ untuk meningkatkan konstan dielektrik. Ketika perbedaan tegangan diterapkan diantara elektroda, polimer seperti ditekan menjadi tipis dan melebar dalam panjang dan lebarnya oleh adanya gaya elektrostatik. Gaya yang ditimbulkan oleh benda yang bermuatan listrik</p>	<ul style="list-style-type: none"> Electroactive-viscoelastik elastomers Ferroelectric polymer Liquid Chrystal Elastomers (LCE) 	<ul style="list-style-type: none"> Ionic Polymer Gels (IPG) Ionic Polymer Metallic Composite (IPMC)
EAP Elektronik	EAP Ionik							
<ul style="list-style-type: none"> Dielectric elastomer EAP 	<ul style="list-style-type: none"> Carbon Nanotube (CNT) 							
<ul style="list-style-type: none"> Electroactive-viscoelastik elastomers Ferroelectric polymer Liquid Chrystal Elastomers (LCE) 	<ul style="list-style-type: none"> Ionic Polymer Gels (IPG) Ionic Polymer Metallic Composite (IPMC) 							

Teks Asli Konteks	Teks Asli Konten	Teks Asli Gabungan Konteks dan Konten
<ul style="list-style-type: none"> • Elektroaktif graft elastomers • Electroactive-viscoelastik elastomers • Ferroelectric polymer • Liquid Christal Elastomers (LCE) • Conductive Polymer (CP) • Ionic Polymer Gels (IPG) • Ionic Polymer Metallic Composite (IPMC) <p>Dalam beberapa tahun terakhir, telah ada kemajuan yang signifikan dalam bidang EAP yaitu membuat aktuator yang praktis, dan produk yang banyak untuk diperdagangkan. Pada akhir tahun 2002, produk pertama diumumkan oleh Eamax, Jepang, dan itu adalah dalam bentuk robot ikan. Selain itu, banyak organisasi yang mengeksplorasi potensi aplikasi untuk bahan EAP untuk bidang-bidang seperti kesehatan, robotika dan lain sebagainya.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplikasi medis dan kemampuan organ buatan <p>Menggunakan bahan EAP sebagai aktuator organ buatan dan anggota badan lainnya memiliki tantangan yang signifikan termasuk komplikasi fungsional dari organ tersebut, terjadinya penolakan, dan persyaratan bahan yang memenuhi untuk diaplikasikan pada manusia. Saat ini, bahan EAP elektronik tampaknya menjadi yang paling berlaku karena menghasilkan kekuatan pergerakan</p>	<p>atom yang berikatan. Secara sederhana, pasangan elektron yang digunakan bersama sering dinyatakan dengan satu garis. Jadi, ikatan kovalen dalam molekul hidrogen dapat ditulis sebagai H-H. Pada ikatan kovalen setiap elektron dalam pasangan elektron ikatan yang digunakan bersama ditarik oleh inti dari kedua atom berikatan. Gaya tarik elektron ke inti inilah yang mengikat kedua atom hidrogen dalam molekul H₂ dan yang berperan dalam pembentukan ikatan kovalen dalam molekul yang lainnya. Ikatan kovalen dalam atom-atom multielektron hanya melibatkan elektron valensi.</p> <p>Gaya Elektrostatik</p> <p>Gaya elektrostatik adalah gaya yang ditimbulkan oleh benda yang bermuatan. Gaya elektrostatik, biasa dikenal dengan gaya coulomb, atau interaksi coulomb, didefinisikan sebagai gaya tarik atau tolakan dari partikel dan materi yang berbeda berdasarkan muatan listriknya. Gaya elektrostatik adalah satu dari bentuk gaya yang paling dasar yang digunakan dalam ilmu fisika, yang telah ditemukan oleh Fisikawan Prancis yang bernama Charles Augustin de Coulomb pada tahun 1700an. Coulomb menemukan gaya elektrostatik setelah melakukan sebuah percobaan, dan digunakan konsep gaya elektrostatik untuk menjelaskan interaksi antarpartikel dan molekul pada ruang yang diberikan</p>	 <p>sebelum dialirkan setelah dialirkan listrik</p> <p>sebelum dialirkan setelah dialirkan listrik</p> <p>Gambar 3 . Gaya elektrostatik yang terjadi antara molekul-molekul HF dengan elektroda ketika elektroda dialiri arus listrik.</p> <p>Dari gambar di atas, terlihat bahwa gaya tarik elektrostatik terjadi pada atom H pada molekul HF dengan elektroda negatif dan dengan atom F pada molekul HF yang lain. Selain itu, terjadi pada atom F pada molekul HF dengan elektroda positif dan dengan atom H pada molekul HF yang lain.</p>

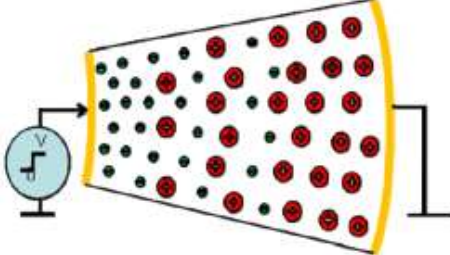
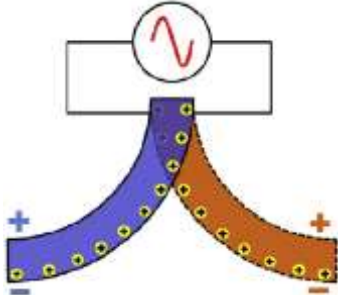
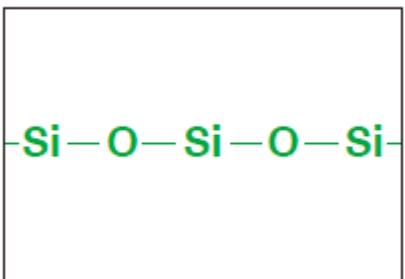
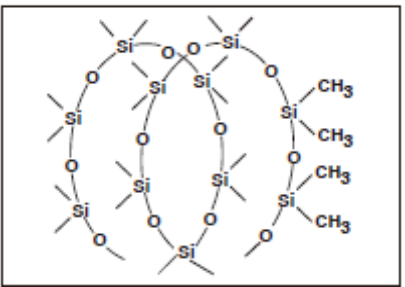
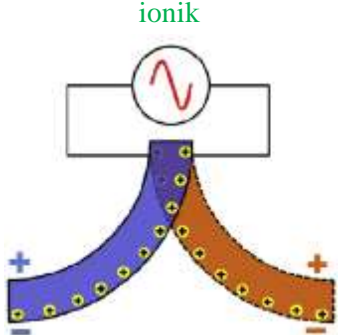
Luthfi Luluh Ulum, 2016

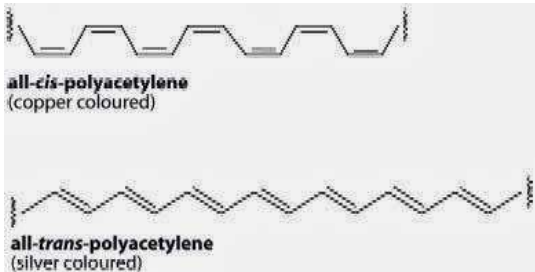
PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS OTOT BUATAN UNTUK MEMBANGUN LITERASI KIMIA SISWA SMA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Teks Asli Konteks	Teks Asli Konten	Teks Asli Gabungan Konteks dan Konten
<p>terbesar dan memiliki ketahanan yang tinggi. Namun, tegangan yang diperlukan untuk menghasilkan pergerakan sangat besar yang dapat menimbulkan potensi bahaya dan harus diatasi. Meskipun arus listrik yang dipakai relatif rendah, penggunaan tegangan tinggi dapat menyebabkan pembekuan darah atau luka karena adanya potensi kerusakan tegangan dan korsletterhadap tubuh. Di sisi lain, kelompok EAP ionik secara kimiawi sangat sensitif terhadap tubuh dan organ sehingga membutuhkan penanganan yang efektif untuk perlindungan dan menghindari kontaminasi dari kandungan ionikn yang mengurangi efisiensi kinerja. Selain itu sulit untuk mempertahankan gangguan yang ditimbulkan dari EAP ionik ini, terutama untuk IPMC karena faktanya bahwa bahan-bahan ini melibatkan reaksi kimia dan bahkan DC tegangan menyebabkan reaksi.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Robot Biomimetik Untuk meniru tangan biologis menggunakan unsur-unsur sederhana, dapat dibuat sebuah miniatur lengan robot yang memiliki kemampuan daya angkat dengan menggunakan elastomer EAP dielektrik yang digulung sebagai aktuator linear dan empat jarinya berbasis IPMC sebagai aktuator membegkok. Aktuator linier digunakan untuk menaikkan dan menjatuhkan batang grafit (sebuah benda) yang berfungsi sebagai representasi sederhana dari lengan robot. 	<p style="text-align: center;">Teks Asli Konten</p>  <p style="text-align: center;">Gambar. Gaya elektrostatis yang terjadi antara molekul-molekul HF dengan elektroda ketika elektroda dialiri arus listrik.</p> <p>Elektrolit Elektrolit adalah senyawa lelehan atau larutannya (dalam air) dapat menghantarkan listrik arus listrik, meliputi senyawa-senyawa asam, basa dan garam. Pada keadaan meleleh atau melarut (dalam air), elektrolit terurai menjadi ion-ion bermuatan listrik ; ion-ion yang menyebabkan terjadinya hantaran arus listrik.</p>	<p style="text-align: center;">Teks Asli Gabungan Konteks dan Konten</p> <p>Dengan kata lain, gaya elektrostatis yang dihasilkan mengakibatkan elektrostrisik yaitu regangan pada suatu bidang datar dari suatu polimer yang berada diantara elektroda yang dialiri arus listrik.</p>  <p style="text-align: center;">Gambar 4. Prinsip operasi aktuator elektrostrisik polimer</p> <p>b) Otot buatan ionik Polimer elektroaktif ionik (<i>i</i>-EAP) sangat menarik karena keuntungan dari keduanya yaitu antara polimer elektroaktif ionik dan cairan ionik sebagai elektrolit. Elektrolit adalah senyawa lelehan atau larutannya dapat menghantarkan arus listrik meliputi senyawa-senyawa asam, basa, dan garam. Pada keadaan lelehan atau larutan (dalam air), elektrolit terurai menjadi ion-ion. Elektrolit bisa berupa lelehan atau larutan. Jika elektrolit yang digunakannya larutan, maka akan terjadi reaksi hidrolisis pada tegangan >1.23 Volt seperti pada pemaparan kelemahan EAP ionik sebelumnya. Maka dari itu, para peneliti sedang mengembangkan elektrolit berupa lelehan atau yang dikenal dengan cairan ionik. Cairan ionik dipilih sebagai elektrolit karena mempunyai banyak keuntungan. Cairan ionik (<i>ionic liquid</i>) adalah suatu senyawa yang</p>

Teks Asli Konteks	Teks Asli Konten	Teks Asli Gabungan Konteks dan Konten
<p>(Cohen, 2005)</p> <p>Jurnal 5</p> <p>Polimer elektroaktif ionik (<i>i</i>-EAP) sangat menarik karena keuntungan dari kedua polimer elektroaktif ionik dan cairan ionik elektrolit. <i>i</i>-EAP memungkinkan untuk beroperasi hanya di bawah beberapa volt, sedangkan tekanan uap diabaikan dan stabilitas termal yang tinggi dari cairan ionik (ILS) memungkinkan perangkat electroactive untuk beroperasi pada tekanan atmosfer (suhu ruangan) dengan siklus hidup yang panjang. ILS adalah garam dalam keadaan cair yang mengandung kation mobile dan anion. Berbagai besar kation dan anion dengan ukuran yang berbeda, pergerakan dan sifat lainnya memungkinkan untuk menyesuaikan ILS sesuai untuk aktuator <i>i</i>-EAP.</p> <p>Mekanisme terjadinya suatu lekukan atau kelenturan dari EAP ionik yaitu didasarkan pada penyusunan ulang ion-ion pada cairan ionik yang terdapat di dalam EAP sesuai dengan muatan dari elektroda. Dengan kata lain, ion positif (kation) akan mendekati elektroda yang bermuatan negatif dan ion negatif (anion) akan mendekati elektroda yang bermuatan positif. Hal ini akan menyebabkan menumpuknya ion positif di elektroda negatif sehingga terjadinya lekukan atau lentur.</p>	<p>Silikon</p> <p>Silikon adalah elastomer (bahan seperti karet) yang terdiri dari silikon itu sendiri membentuk sebuah polimer yang mengandung silikon bersama-sama dengan karbon, hidrogen, dan oksigen. Karet silikon banyak digunakan dalam industri dan formulasi. Karet silikon mempunyai ketahanan yang baik terhadap suhu ekstrim, mampu beroperasi secara normal dari -100 sampai 300°C (-148 ke 572 °F). Beberapa sifat seperti memanjang, bergerak lambat, melenturkan, kekuatan dielektrik (pada tegangan tinggi), konduktivitas termal, ketahanan api (Timco Rubber, 2016).</p> <p>Ikatan silikon (-Si-O-Si) yang berasal dari kerangka silikon (dimetil polisiloksan) sangat stabil. Pada 433 Kj/mol, energi yang mengikat silikon lebih tinggi dibandingkan ikatan karbon (C-C) yaitu 355 Kj/mol. Dengan demikian, dibandingkan dengan polimer organik yang umum, karet silikon memiliki ketahanan panas yang tinggi dan stabilitas kimia, dan memberikan isolasi elektrik yang baik. Molekul silikon ini membentuk helix dan gaya antar molekulnya rendah, sehingga memberikan elastisitas yang tinggi, kepadatan yang tinggi dan ketahanan yang baik terhadap suhu dingin. Selain itu, kelompok metil terletak di luar struktur sehingga dapat bergerak memutar bebas. Karakteristik ini memberikan sifat antar muka yang khas pada silikon, termasuk penolak air dan mempunyai kemampuan pengenduran yang baik.</p>	<p>hanya memiliki spesies ionik tanpa adanya molekul netral yaitu hanya terdiri atas kation-anion. Beberapa keuntungan cairan ionik, diantaranya adalah memiliki rentang cair besar, sekitar 300°C (-96 sampai lebih dari 200 °C); memiliki kestabilan termal dan elektrokimia yang tinggi; merupakan pelarut yang baik bagi material organik, anorganik maupun polimer; tidak mudah menguap; tidak mudah terbakar; tidak beraroma (bau yang ditimbulkan berasal dari pengotor); menunjukkan keasaman Bronsted, Lewis, Franklin dan keasaman yang tinggi (<i>Superacidity</i>); dapat menjadi katalis sekaligus sebagai pelarut; memiliki sifat selektif yang tinggi terhadap suatu reaksi dan sebagainya.</p> <p>Mekanisme terjadinya suatu lekukan atau kelenturan dari EAP ionik yaitu didasarkan pada penyusunan ulang ion-ion pada cairan ionik yang terdapat di dalam EAP sesuai dengan muatan dari elektroda. Dengan kata lain, ion positif (kation) akan mendekati elektroda yang bermuatan negatif dan ion negatif (anion) akan mendekati elektroda yang bermuatan positif. Hal ini akan menyebabkan menumpuknya ion positif di elektroda negatif sehingga terjadinya lekukan atau lentur.</p>  <p>Gambar 5. skematik mekanisme lekukan aktuator EAP</p>

Teks Asli Konteks	Teks Asli Konten	Teks Asli Gabungan Konteks dan Konten
 <p>Gambar. skematik mekanisme lekukan aktuator EAP ionik</p>  <p>Gambar. skematik lekukan aktuator EAP ionik pada sinyal elektrik (Liu dkk. 2011)</p>	  <p>Gambar. Unit ulang polimer silikon (kiri) dan polimer silikon (kanan)</p>	<p>ionik</p>  <p>Gambar 6. skematik lekukan aktuator EAP ionik pada sinyal elektrik</p> <p>Karakteristik Polimer Untuk Otot Buatan</p> <p>Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa bahan EAP sudah banyak ditemukan. Bahan EAP tersebut mempunyai karakteristik masing-masing sehingga bisa digunakan untuk otot buatan. Secara umum karakteristik polimer yang dapat digunakan sebagai otot buatan adalah sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> Memiliki Ikatan Konjugasi Ikatan konjugasi yaitu terjadi pada molekul (umumnya molekul organik) yang mengandung ikatan rangkap-2 dan ikatan tunggal berselang-seling. Contohnya : $H_2C=CH-CH=CH_2$ Memiliki Isomer Cis atau Trans Isomer cis atau trans ini berpengaruh terhadap konduksi dari polimer tersebut. Tetapi polimer yang memiliki isomer cis biasanya memiliki konduktivitas yang lebih rendah dibandingkan dengan polimer yang berisomer

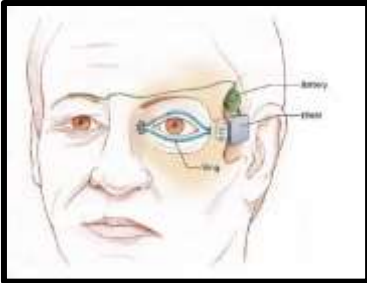
Teks Asli Konteks	Teks Asli Konten	Teks Asli Gabungan Konteks dan Konten
		<p>Teks Asli Gabungan Konteks dan Konten</p> <p>trans. Salah satu contohnya yaitu poliasetilena. Konduktivitas intrinsik poliasetilena sebesar $1,7 \times 10^{-9}$ untuk isomer cis dan $4,4 \times 10^{-5}$ (semikonduktor lemah) untuk isomer trans.</p>  <p>c) Memiliki Cincin Heterosiklik</p> <p>Tidak semua polimer memiliki ikatan konjugasi. Cincin heterosiklik juga dapat mempengaruhi dalam peningkatan konduktivitas pada polimer. Cincin heterosiklik adalah suatu senyawa yang mempunyai struktur cincin (siklik) yang tersusun dari 2 atau lebih jenis atom pada cincin tersebut. Polimer-polimer lain yang memperlihatkan konduksi listrik melalui doping yang tidak punya rangka konyugasi tetapi menjalani transpor elektron melalui cincin heterosiklik. Contohnya piridin.</p> <p>Aplikasi EAP/Polimer Otot Buatan</p> <p>Dalam beberapa tahun terakhir, telah ada kemajuan yang signifikan dalam bidang EAP yaitu membuat aktuator yang praktis, dan produk yang banyak untuk diperdagangkan. Pada akhir tahun 2002, produk pertama diumumkan oleh Eamax, Jepang, dan itu adalah dalam</p>

Teks Asli Konteks	Teks Asli Konten	Teks Asli Gabungan Konteks dan Konten
		<p>bentuk robot ikan. Selain itu, banyak organisasi yang mengeksplorasi potensi aplikasi untuk bahan EAP untuk bidang-bidang seperti kesehatan, robotika dan lain sebagainya.</p> <ul style="list-style-type: none"> Aplikasi medis dan kemampuan organ buatan Menggunakan bahan EAP sebagai aktuator organ buatan dan anggota badan lainnya memiliki tantangan yang signifikan termasuk komplikasi fungsional dari organ tersebut, terjadinya penolakan, dan persyaratan bahan yang memenuhi untuk diaplikasikan pada manusia. Saat ini, bahan EAP elektronik tampaknya menjadi yang paling berlaku karena menghasilkan kekuatan pergerakan terbesar dan memiliki ketahanan yang tinggi. Namun, tegangan yang diperlukan untuk menghasilkan pergerakan sangat besar yang dapat menimbulkan potensi bahaya dan harus diatasi. Meskipun arus listrik yang dipakai relatif rendah, penggunaan tegangan tinggi dapat menyebabkan pembekuan darah atau luka karena adanya potensi kerusakan tegangan dan korslet terhadap tubuh. Di sisi lain, kelompok EAP ionik secara kimiawi sangat sensitif terhadap tubuh dan organ sehingga membutuhkan penanganan yang efektif untuk perlindungan dan menghindari kontaminasi dari kandungan ionik yang mengurangi efisiensi kinerja. Selain itu sulit untuk mempertahankan gangguan yang ditimbulkan dari EAP ionik ini, terutama untuk IPMC karena faktanya bahwa bahan-bahan ini melibatkan reaksi kimia dan bahkan DC tegangan menyebabkan reaksi. Robot Biomimetik

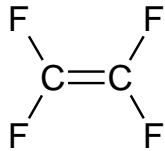
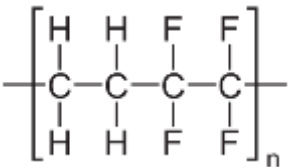
Teks Asli Konteks	Teks Asli Konten	Teks Asli Gabungan Konteks dan Konten
		<p>Untuk meniru tangan biologis menggunakan unsur-unsur sederhana, dapat dibuat sebuah miniatur lengan robot yang memiliki kemampuan daya angkat dengan menggunakan elastomer EAP dielektrik yang digulung sebagai aktuator linear dan empat jarinya berbasis IPMC sebagai aktuator membegkok. Aktuator linier digunakan untuk menaikkan dan menjatuhkan batang grafit (sebuah benda) yang berfungsi sebagai representasi sederhana dari lengan robot.</p>

Tabel Konstruksi Teks Dasar Konteks Otot Buatan

- Teks Asli Gabungan Konten dan Konteks
- Teks yang Telah Dihaluskan (Teks Dasar)

Teks Asli Gabungan Konten dan Konteks	Teks Dasar
<p style="text-align: center;">Otot Buatan (<i>Artificial Muscle</i>)</p> <p>Otot Buatan dan Polimer</p> <p>Otot buatan adalah sebuah aktuator (penggerak) yang dianalogikan sebagai rangka otot (otot biologis). Seperti otot alami, setiap otot buatan ditandai dengan kemampuannya untuk berkontraksi sebagai hasil respon dari suatu stimulus baik secara kimia atau fisik. Kemampuan dari otot buatan ini menyerupai dengan otot alami seperti mempunyai kekenyalan, kekerasan, dan gerakan regangan yang besar ketika adanya stimulus. Otot buatan ini dibuat dari sebuah polimer yang memiliki sifat-sifat perubahan bentuk (kontraksi dan strain) yang spontan, lentur, aktif dan lunak dengan respon yang cepat bila terstimulasi medan listrik. Nama lain dari polimer otot buatan ini yaitu <i>Electro Active Polymer</i> (EAP). Maka dari itu <i>Electro Active Polymer</i> (EAP) ini dikenal sebagai otot buatan.</p> <p>Nama polimer diturunkan dari bahasa Yunani <i>Poly</i>, yang berarti “banyak”, dan <i>mer</i> yang berarti “bagian”. Adapun definisi dari polimer itu sendiri yaitu molekul besar (<i>makromolekul</i>) yang terbentuk dari unit-unit berulang sederhana. Unit ulang polimer disebut monomer. Monomer-monomer tersebut akan membentuk suatu polimer melalui proses polimerisasi (reaksi penggabungan dari monomer-monomer menjadi polimer). Suatu polimer akan terbentuk bila terdapat seratus atau seribu monomer saling berikatan dalam suatu rantai (Chang, 2010, hlm 1062). Contohnya teflon yang sering digunakan untuk</p>	<p style="text-align: center;">Otot Buatan (<i>Artificial Muscle</i>)</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Gambar 1. Otot buatan yang dipakai agar bisa berkedip (sumber : www.google.com)</p> <p>Pernah kalian tahu bahwa ada seseorang yang mengalami kelumpuhan otot wajah sehingga tidak dapat mengedip ataupun tersenyum ? Bagaimana rasanya jika kita tidak bisa mengedip ? Dalam penelitian baru-baru ini, Senders dan Tollefson menggunakan suatu metode alternatif baru untuk mengaplikasi sebuah otot buatan pada tubuh manusia yaitu merehabilitasi kelopak mata pada kelumpuhan wajah permanen. Mereka menggunakan mekanisme gendongan kelopak mata untuk membuat kedipan mata ketika digerakan oleh otot buatan. Dengan menggunakan cadaver (mayat), ahli bedah memasukan sebuah gendongan yang terbuat dari fasia</p>

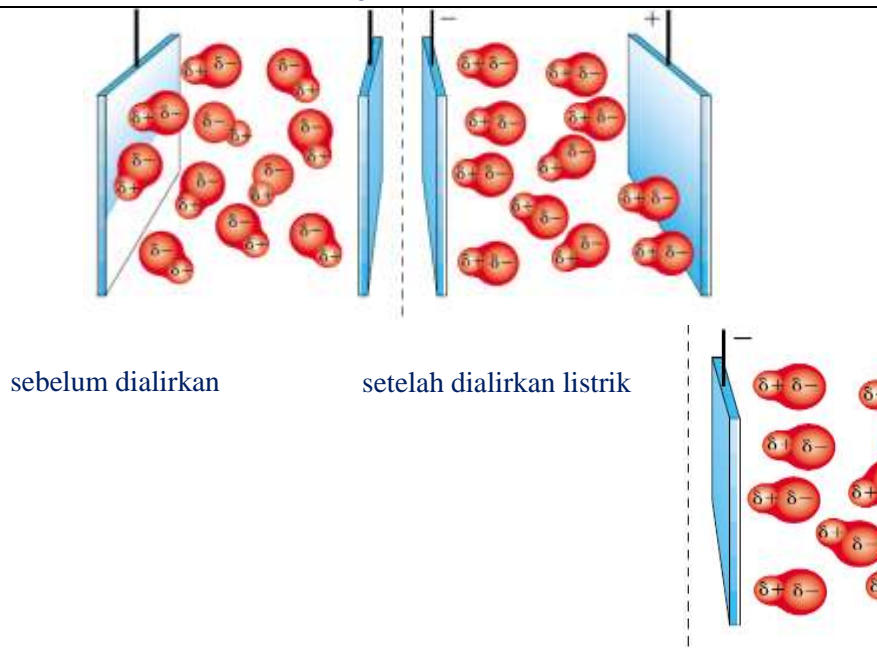
Teks Asli Gabungan Konten dan Konteks	Teks Dasar
<p>memasak. Teflon ditemukan mengandung rantai karbon dengan mengikat atom-atom fluorin dan senyawa penyusunnya dikenal sebagai senyawa tetra fluoroetena (tetra fluoroetilena). Proses pembentukan polimer (polimerisasi) diantaranya :</p> <p>a. Polimerisasi Adisi Polimerisasi adisi melibatkan reaksi rantai. Proses polimerisasi adisi ini yaitu reaksi penggabungan monomer dengan memutuskan ikatan rangkap dua yang tidak disertai oleh pelepasan zat/molekul lain.</p> <p>b. Polimerisasi Radikal bebas Radikal bebas biasanya dibentuk melalui penguraian zat yang kurang stabil dengan menggunakan kalor atau cahaya.</p> <p>c. Polimerisasi Ion</p> <ul style="list-style-type: none"> - Polimerisasi Kation Dalam polimerisasi kation dengan monomer $\text{CH}_2=\text{CHX}$, sebagai pembawa rantai adalah ion karbonium. Katalis dalam reaksi polimerisasi ini adalah asam lewis, seperti AlCl_3, BF_3, TiCl_4, SnCl_4, H_2SO_4 dan asam kuat lainnya. $\text{HA} + \text{H}_2\text{C}=\text{CHX} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{C}^+-\text{HX} + \text{A}^-$ - Polimerisasi anion Pada polimerisasi kation dengan monomer $\text{CH}_2=\text{CHX}$, karbanion bertindak selaku pembawa rantai. Monomer yang mengandung substituen elektronegatif terolong yang dapat mengalami polimerisasi jenis ini. Katalis yang dapat dipakai meliputi logam alkali, alkil, aril, dan amida logam alkali. $\text{H}_2\text{N}^- + \text{H}_2\text{C}=\text{C}^+-\text{HX} \rightarrow \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{C}^--\text{HX}$ <p>d. Polimerisasi Kondensasi Polimerisasi kondensasi melibatkan penggabungan molekul-molekul kecil, menghasilkan molekul besar melalui reaksi kondensasi yang disertai oleh</p>	<p>otot atau serat yang bisa diimplantasikan disekitar mata. Sebuah sekrup titanium kecil digunakan untuk menempelkan gendongan kelopak mata dengan tulang kecil mata. Gendongan ditempelkan pada otot buatan yang dioperasikan dengan baterai. Alat otot buatan dan baterai ini berada di dalam suatu lubang atau fossa pada pelipis untuk menyamarkan keberadaannya.</p> <p>Otot Buatan dan Polimer</p>  <p>Otot buatan adalah sebuah aktuator (penggerak) yang dianalogikan sebagai rangka otot (otot biologis). Seperti otot alami, setiap otot buatan ditandai dengan kemampuannya untuk berkontraksi sebagai hasil respon dari suatu stimulus baik secara kimia atau fisik. Kemampuan dari otot buatan ini menyerupai dengan otot alami seperti mempunyai kekenyalan, kekerasan, dan gerakan regangan yang besar ketika adanya stimulus. Otot buatan ini dibuat dari sebuah polimer yang memiliki sifat-sifat perubahan bentuk (kontraksi dan strain) yang spontan, lentur, aktif dan lunak dengan respon yang cepat bila terstimulasi medan listrik. Nama lain dari polimer otot buatan ini yaitu <i>Electro Active Polymer</i> (EAP). Maka dari itu <i>Electro Active Polymer</i> (EAP) ini dikenal sebagai otot buatan.</p> <p>Nama polimer diturunkan dari bahasa Yunani <i>Poly</i>, yang berarti “banyak”, dan <i>mer</i> yang berarti “bagian”. Adapun definisi dari polimer itu sendiri yaitu molekul besar (<i>makromolekul</i>) yang terbentuk dari unit-unit berulang sederhana. Unit ulang polimer disebut monomer. Monomer-monomer tersebut akan membentuk suatu polimer melalui proses polimerisasi (reaksi penggabungan dari monomer-monomer menjadi polimer). Suatu polimer akan terbentuk bila terdapat seratus atau seribu monomer saling berikatan dalam suatu rantai (Chang, 2010, hlm 1062). Contohnya teflon yang sering digunakan untuk memasak. Teflon ditemukan mengandung rantai</p> <p>Gambar 2. Model 3D sarung tangan robot (sumber : Belluco, 2007)</p>

Teks Asli Gabungan Konten dan Konteks	Teks Dasar
<p>pelepasan zat/molekul lain yang berukuran kecil, misalnya H₂O.</p> <p>Teknologi otot buatan polimer ini sedang dikembangkan yang dapat menghasilkan regangan yang sama dan tekanan yang tinggi yaitu bisa menggunakan gaya elektrostatis.</p> <p>Selain menggunakan elektrostatis, bisa juga dengan menggunakan elektrostriksi, penyisipan ion, atau perubahan konformasi (bentuk lain) molekul. Bahan yang dapat digunakan meliputi elastomer, polimer konduksi, polimer ionik, atau nanotube karbon.</p> <p>Jenis-jenis EAP/Polimer Otot Buatan</p> <p>Polimer pada otot buatan ini dibagi menjadi dua kelompok besar. Pada kelompok pertama, polimer dengan perubahan dimensi (aktuasi) dalam menanggapi sebuah medan listrik. Ini umumnya dikenal sebagai EAP elektronik atau listrik (didorong oleh medan listrik atau gaya Coulomb). Kelompok kedua yaitu golongan bahan di mana adanya keberadaan dan pergerakan ion yang diperlukan untuk membuat kemungkinan aktuasi. Kelompok ini disebut EAP ion (melibatkan mobilitas atau difusi ion; difusi ion adalah gerakan ion kesegala arah di dalam suatu medium (pelarut). Agar ion bisa bergerak, diperlukan elektrolit (elektrolit adalah senyawa lelehan atau larutannya dapat menghantarkan arus listrik) biasanya berupa cair (bisa dalam bentuk larutan atau cairan), sehingga aktuator ini juga dikenal sebagai EAP basah.</p> <p>Polimer elektronik dapat menahan tegangan listrik pada arus DC, sehingga menjadi pertimbangan untuk aplikasi dalam pembuatan robot. Namun, polimer ini memerlukan tegangan yang tinggi (>100 Volt/mm) agar membuat aktivasi yang tinggi tetapi mengakibatkan tingkat kerusakan yang tinggi juga. Sebaliknya, bahan polimer ionik (EAP ionik) hanya membutuhkan tegangan yang rendah yaitu sekitar 1-2 Volts. Namun, untuk polimer ionik sulit untuk mempertahankan tegangan arus DC. Adapun keuntungan dan kerugian lainnya antara EAP elektronik dan EAP ionik adalah sebagai berikut: Tabel</p>	<p>karbon dengan mengikat atom-atom fluorin dan senyawa penyusunnya dikenal sebagai senyawa tetra fluoroetena (tetra fluoroetilena). Adapun struktur dari tetra fluoroetena (tetra fluoroetilena) :</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Gambar 3. Struktur tetrafluoro etilena (sumber : chemsketch)</p> <p>Senyawa tetrafluoro etilena ini termasuk ke dalam monomer penyusun polimer dari polytetrafluoro etilana atau dikenal dengan teflon.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Gambar 4. Polytetrafluoro etilana (sumber : www. google.com)</p> <p>Pada contoh senyawa di atas, unit-unit polimer mengandung atom-atom yang sama sebagai monomernya. Dari masing-masing contoh merupakan reaksi adisi yang memutuskan ikatan rangkap dua. Proses pembentukan polimer (polimerisasi) diantaranya :</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Polimerisasi Adisi Polimerisasi adisi melibatkan reaksi rantai. Proses polimerisasi adisi ini yaitu reaksi penggabungan monomer dengan memutuskan ikatan rangkap dua yang tidak disertai oleh pelepasan zat/molekul lain. b. Polimerisasi Radikal bebas

Teks Asli Gabungan Konten dan Konteks			Teks Dasar
1.Keuntungan dan Kerugian EAP Elektronik dan Ionik			Radikal bebas biasanya dibentuk melalui penguraian zat yang kurang stabil dengan menggunakan kalor atau cahaya.
Type EAP	Keuntungan	Kerugian	c. Polimerisasi Ion
EAP Elektronik	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat dioperasikan dalam kondisi ruang untuk waktu yang lama • Respon yang cepat (mSec levels) • Bisa menahan tegangan pada arus DC • Menginduksi kekuatan aktuasi relatif besar 	<ul style="list-style-type: none"> • Membutuhkan tegangan tinggi (~150 MV/ m) • Membutuhkan pertimbangan antara strain (regangan) dan stress (tegangan) 	<ul style="list-style-type: none"> - Polimerisasi Kation Dalam polimerisasi kation dengan monomer CH₂=CHX, sebagai pembawa rantai adalah ion karbonium. Katalis dalam reaksi polimerisasi ini adalah asam lewis, seperti AlCl₃, BF₃, TiCl₄, SnCl₄, H₂SO₄ dan asam kuat lainnya. $HA + H_2C=CHX \rightarrow H_3C-C^+-HX + A^-$ - Polimerisasi anion Pada polimerisasi kation dengan monomer CH₂=CHX, karbanion bertindak selaku pembawa rantai. Monomer yang mengandung substituen elektronegatif terolong yang dapat mengalami polimerisasi jenis ini. Katalis yang dapat dipakai meliputi logam alkali, alkil, aril, dan amida logam alkali. $H_2N^- + H_2C=C^+-HX \rightarrow H_2N-CH_2-C^-HX$
EAP ionik	<ul style="list-style-type: none"> • Membutuhkan tegangan yang rendah • Gerakan aktuator dapat membengkok • Pembengkokan yang dihasilkan lebar 	<ul style="list-style-type: none"> • EAP ionik tidak dapat menahan tegangan arus DC • Respon yang lambat • Sulit untuk membuat bahan yang konsisten • Dalam larutan, bahan akan mengalami hidrolisis (Hidrolisis adalah reaksi antara molekul air dengan ion lemah pada garam) pada tegangan >1.23 Volt 	d. Polimerisasi Kondensasi
Salah satu bahan EAP yang ada dapat dibuat untuk membuat sebuah aktuator yang dapat menekuk dengan respon melengkung secara signifikan. Dari aktuator tersebut dengan mudah melihat respon yang dihasilkan. Namun, kelenturan aktuator memiliki aplikasi relatif terbatas karena kekuatan yang			Polimerisasi kondensasi melibatkan penggabungan molekul-molekul kecil, menghasilkan molekul besar melalui reaksi kondensasi yang disertai oleh pelepasan zat/molekul lain yang berukuran kecil, misalnya H ₂ O.
			<p>Gambar 5. Pembentukan polimer ureas formaldehida dengan polimerisasi kondensasi yang melepaskan molekul air (www.google.com)</p>
			Teknologi otot buatan polimer ini sedang dikembangkan yang dapat

Teks Asli Gabungan Konten dan Konteks	Teks Dasar				
<p>rendah. Berikut adalah daftar bahan EAP yang terkemuka/terkenal :</p> <table border="1" data-bbox="118 308 1059 635"> <thead> <tr> <th data-bbox="118 308 571 347">EAP Elektronik</th> <th data-bbox="571 308 1059 347">EAP Ionik</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="118 347 571 635"> <ul style="list-style-type: none"> • Dielektric elastomer EAP • Elektroaktif graft elastomers • Electroactive-viscoelastikc elastomers • Ferroelektric polymer • Liquid Chrystal Elastomers (LCE) </td> <td data-bbox="571 347 1059 635"> <ul style="list-style-type: none"> • Carbon Nanotube (CNT) • Conductive Polymer (CP) • Ionic Polymer Gels (IPG) • Ionic Polymer Metallic Composite (IPMC) </td> </tr> </tbody> </table> <p>Cara Kerja EAP/Polimer Otot Buatan</p> <p>Seperti ulasan di atas, EAP terdiri dari dua golongan yaitu EAP elektronik dan EAP ionik. Secara umum cara kerja dari kedua EAP tersebut berbeda ketika menghasilkan suatu kontraksi akibat adanya suatu stimulus. Adapun cara kerja antara EAP elektronik dan EAP ionik adalah sebagai berikut :</p> <p>a) Otot buatan elektronik</p> <p>Mekanisme aktuasi gerakan pada otot buatan elektronik biasanya merupakan hasil interaksi gaya elektrostatik dari antara elektroda. Mekanisme ini terjadi pada elastomer dielektrik di mana strain (regangan) yang dihasilkan sangat besar (>40%). Elastomer yang sering digunakan yaitu silikon atau elastomer akrilik, terkadang elastomer yang digunakan diisi dengan partikel TiO₂ untuk meningkatkan konstan dielektrik. Ketika perbedaan tegangan diterapkan diantara elektroda, polimer seperti ditekan menjadi tipis dan melebar dalam panjang dan lebarnya oleh adanya gaya elektrostatik. Gaya yang ditimbulkan oleh benda yang bermuatan listrik</p>	EAP Elektronik	EAP Ionik	<ul style="list-style-type: none"> • Dielektric elastomer EAP • Elektroaktif graft elastomers • Electroactive-viscoelastikc elastomers • Ferroelektric polymer • Liquid Chrystal Elastomers (LCE) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carbon Nanotube (CNT) • Conductive Polymer (CP) • Ionic Polymer Gels (IPG) • Ionic Polymer Metallic Composite (IPMC) 	<p>menghasilkan strain (<i>strain</i> atau regangan didefinisikan sebagai perbandingan perubahan panjang benda terhadap panjang mula-mula akibat suatu gaya dengan arah sejajar perubahan panjang tersebut) yang sama dan tekanan yang tinggi yaitu bisa menggunakan gaya elektrostatik.</p> <p>Selain menggunakan elektrostatik, bisa juga dengan menggunakan elektrostriksi, penyisipan ion, atau perubahan konformasi (bentuk lain) molekul. Bahan yang dapat digunakan meliputi elastomer, polimer konduksi, polimer ionik, atau nanotube karbon.</p> <p>Jenis-jenis EAP/Polimer Otot Buatan</p> <p>Polimer pada otot buatan ini dibagi menjadi dua kelompok besar yaitu :</p> <div data-bbox="1355 699 1877 927" style="text-align: center;"> <p style="display: flex; justify-content: space-around;">Voltase Off Voltase On</p> </div> <p>Gambar 6. Salah Satu contoh EAP elektronik (Dielektrik EAP)</p> <p style="text-align: center;">(sumber : Cohen 2002)</p> <p>Kelompok pertama yaitu sebuah polimer yang mengalami perubahan dimensi (aktuasi) dalam menanggapi sebuah medan listrik. Ini umumnya dikenal sebagai EAP elektronik atau listrik (didorong oleh medan listrik atau gaya Coulomb).</p> <div data-bbox="1377 1161 1827 1422" style="text-align: center;"> <p style="display: flex; justify-content: space-around;">Voltase Off Voltase On</p> </div>
EAP Elektronik	EAP Ionik				
<ul style="list-style-type: none"> • Dielektric elastomer EAP • Elektroaktif graft elastomers • Electroactive-viscoelastikc elastomers • Ferroelektric polymer • Liquid Chrystal Elastomers (LCE) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carbon Nanotube (CNT) • Conductive Polymer (CP) • Ionic Polymer Gels (IPG) • Ionic Polymer Metallic Composite (IPMC) 				

Teks Asli Gabungan Konten dan Konteks



Gambar 3 . Gaya elektrostatis yang terjadi antara molekul-molekul HF dengan elektroda ketika elektroda dialiri arus listrik.

Dari gambar di atas, terlihat bahwa gaya tarik elektrostatis terjadi pada atom H pada molekul HF dengan elektroda negatif dan dengan atom F pada molekul HF yang lain. Selain itu, terjadi pada atom F pada molekul HF dengan elektroda positif dan dengan atom H pada molekul HF yang lain.

Dengan kata lain, gaya elektrostatis yang dihasilkan mengakibatkan elektrostrisik yaitu regangan pada suatu bidang datar dari suatu polimer yang berada diantara elektroda yang dialiri arus listrik.

Teks Dasar

Gambar 7. Salah Satu contoh EAP ionik (ionic gel)

(sumber : Cohen 2002)

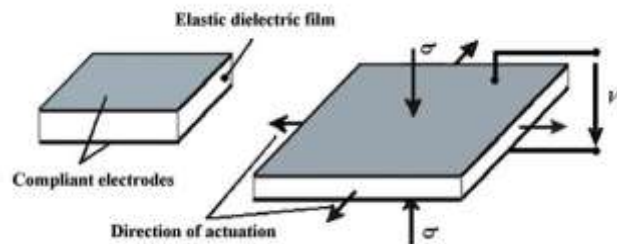
Kelompok kedua yaitu sebuah bahan polimer yang akan mengalami aktuasi (pergerakan) karena adanya pergerakan dari ion. Kelompok ini disebut EAP ion (melibatkan mobilitas atau difusi ion; difusi ion adalah gerakan ion kesegala arah di dalam suatu medium (pelarut)). Agar ion bisa bergerak, diperlukan sebuah elektrolit (elektrolit adalah senyawa lelehan atau larutannya dapat menghantarkan arus listrik) biasanya berupa cair (bisa dalam bentuk la... cairan), sehingga aktuator ini juga dikenal sebagai EAP basah.

Polimer elektronik dapat menahan tegangan listrik pada arus DC, sehingga menjadi pertimbangan untuk aplikasi dalam pembuatan robot. Namun, polimer ini memerlukan tegangan yang tinggi (>100 Volt/mm) agar membuat aktivasi yang tinggi tetapi mengakibatkan tingkat kerusakan yang tinggi juga. Sebaliknya, bahan polimer ionik (EAP ionik) hanya membutuhkan tegangan yang rendah yaitu sekitar 1-2 Volts. Namun, untuk polimer ionik sulit untuk mempertahankan tegangan arus DC. Adapun keuntungan dan kerugian lainnya antara EAP elektronik dan EAP ionik adalah sebagai berikut :

Tabel 1.Keuntungan dan Kerugian EAP Elektronik dan Ionik

Tipe EAP	Keuntungan	Kerugian
EAP Elektronik	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat dioperasikan dalam kondisi ruang untuk waktu yang lama • Respon yang cepat (mSec levels) • Bisa menahan tegangan pada arus DC • Menginduksi kekuatan aktuasi relatif besar 	<ul style="list-style-type: none"> • Membutuhkan tegangan tinggi (~150 MV/ m) • Membutuhkan pertimbangan antara strain (regangan) dan stress (tegangan)

Teks Asli Gabungan Konten dan Konteks



Gambar 4. Prinsip operasi aktuator elektrostrisik polimer

b) Otot buatan ionik

Polimer elektroaktif ionik (*i*-EAP) sangat menarik karena keuntungan dari keduanya yaitu antara polimer elektroaktif ionik dan cairan ionik sebagai elektrolit. Elektrolit adalah senyawa lelehan atau larutannya dapat menghantarkan arus listrik meliputi senyawa-senyawa asam, basa, dan garam. Pada keadaan lelehan atau larutan (dalam air), elektrolit terurai menjadi ion-ion. Elektrolit bisa berupa lelehan atau larutan. Jika elektrolit yang digunakannya larutan, maka akan terjadi reaksi hidrolisis pada tegangan >1.23 Volt seperti pada pemaparan kelemahan EAP ionik sebelumnya. Maka dari itu, para peneliti sedang mengembangkan elektrolit berupa lelehan atau yang dikenal dengan cairan ionik. Cairan ionik dipilih sebagai elektrolit karena mempunyai banyak keuntungan. Cairan ionik (*ionic liquid*) adalah suatu senyawa yang hanya memiliki spesies ionik tanpa adanya molekul netral yaitu hanya terdiri atas kation-anion. Beberapa keuntungan cairan ionik, diantaranya adalah memiliki rentang cair besar, sekitar 300°C (-96 sampai lebih dari 200 °C); memiliki kestabilan termal dan elektrokimia yang tinggi; merupakan pelarut yang baik bagi material organik, anorganik maupun polimer; tidak mudah menguap; tidak mudah terbakar; tidak beraroma (bau yang ditimbulkan berasal dari pengotor);

Teks Dasar

EAP ionik	<ul style="list-style-type: none"> • Membutuhkan tegangan yang rendah • Gerakan aktuator dapat membengkok • Pembengkokan yang dihasilkan lebar 	<ul style="list-style-type: none"> • EAP ionik tidak dapat menahan tegangan arus DC • Respon yang lambat • Sulit untuk membuat bahan yang konsisten • Dalam larutan, bahan akan mengalami hidrolisis (Hidrolisis adalah reaksi antara molekul air dengan ion lemah pada garam) pada tegangan >1.23 Volt
-----------	---	--

(sumber : Cohen, 2001)

Dari aktuator tersebut dengan mudah melihat respon yang dihasilkan. Namun, kelenturan aktuator memiliki aplikasi relatif terbatas karena kekuatan yang rendah. Berikut adalah daftar bahan EAP yang terkemuka/terkenal :

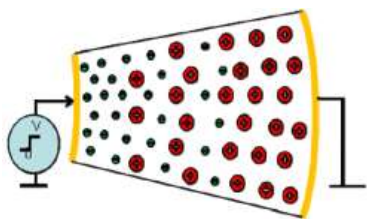
Tabel 2. Daftar Bahan EAP yang terkemuka/terkenal

EAP Elektronik	EAP Ionik
<ul style="list-style-type: none"> • Dielectric elastomer EAP • Elektroaktif graft elastomers • Electroactive-viscoelastik elastomers • Ferroelektrik polymer 	<ul style="list-style-type: none"> • Carbon Nanotube (CNT) • Conductive Polymer (CP) • Ionic Polymer Gels (IPG) • Ionic Polymer Metalllic Composite (IPMC)

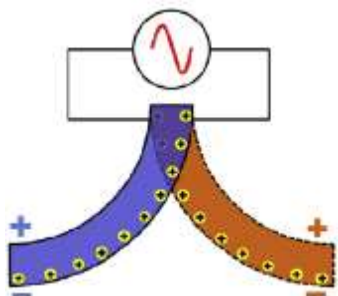
Teks Asli Gabungan Konten dan Konteks

menunjukkan keasaman Bronsted, Lewis, Franklin dan keasaman yang tinggi (*Superacidity*); dapat menjadi katalis sekaligus sebagai pelarut; memiliki sifat selektif yang tinggi terhadap suatu reaksi dan sebagainya.

Mekanisme terjadinya suatu lekukan atau kelenturan dari EAP ionik yaitu didasarkan pada penyusunan ulang ion-ion pada cairan ionik yang terdapat di dalam EAP sesuai dengan muatan dari elektroda. Dengan kata lain, ion positif (kation) akan mendekati elektroda yang bermuatan negatif dan ion negatif (anion) akan mendekati elektroda yang bermuatan positif. Hal ini akan menyebabkan menumpuknya ion positif di elektroda negatif sehingga terjadinya lekukan atau lentur.



Gambar 5. skematik mekanisme lekukan aktuator EAP ionik



Gambar 6. skematik lekukan aktuator EAP ionik pada sinyal elektrik

Karakteristik Polimer Untuk Otot Buatan

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa bahan EAP sudah banyak

Teks Dasar

- Liquid Christal Elastomers (LCE)

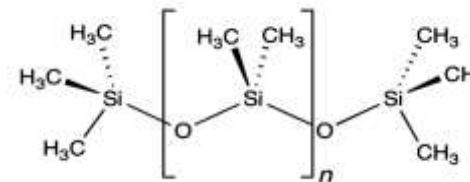
(sumber : Cohen, 2002)

Cara Kerja EAP/Polimer Otot Buatan

Seperti ulasan di atas, EAP terdiri dari dua golongan yaitu EAP elektronik dan EAP ionik. Secara umum cara kerja dari kedua EAP tersebut berbeda ketika menghasilkan suatu kontraksi akibat adanya suatu stimulus. Adapun cara kerja antara EAP elektronik dan EAP ionik adalah sebagai berikut :

a) Otot buatan elektronik

Mekanisme aktuasi gerakan pada otot buatan elektronik biasanya merupakan hasil dari interaksi gaya elektrostatis dengan elektroda. Mekanisme ini terjadi pada elastomer dielektrik di mana strain (regangan) yang dihasilkan sangat besar (>40%). Salah satu contoh elastomer yang sering digunakan untuk otot buatan elektronik yaitu silikon.



Gambar 8 . Struktur polimer silikon
(sumber : wikipedia.com)

Ketika perbedaan tegangan diterapkan diantara elektroda, polimer seperti ditekan menjadi tipis dan melebar baik panjang maupun lebarnya oleh adanya gaya elektrostatis. Gaya elektrostatis adalah gaya yang ditimbulkan oleh benda yang

Teks Asli Gabungan Konten dan Konteks

ditemukan. Bahan EAP tersebut mempunyai karakteristik masing-masing sehingga bisa digunakan untuk otot buatan. Secara umum karakteristik polimer yang dapat digunakan sebagai otot buatan adalah sebagai berikut :

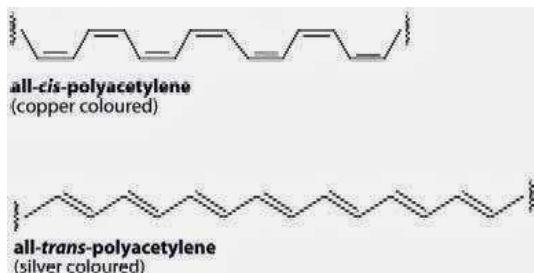
a) Memiliki Ikatan Konjugasi

Ikatan konjugasi yaitu terjadi pada molekul (umumnya molekul organik) yang mengandung ikatan rangkap-2 dan ikatan tunggal berselang-seling.

Contohnya : $H_2C=CH-CH=CH_2$

b) Memiliki Isomer Cis atau Trans

Isomer cis atau trans ini berpengaruh terhadap konduksi dari polimer tersebut. Tetapi polimer yang memiliki isomer cis biasanya memiliki konduktivitas yang lebih rendah dibandingkan dengan polimer yang berisomer trans. Salah satu contohnya yaitu poliasetilena. Konduktivitas intrinsik poliasetilena sebesar $1,7 \times 10^{-9}$ untuk isomer cis dan $4,4 \times 10^{-5}$ (semikonduktor lemah) untuk isomer trans.

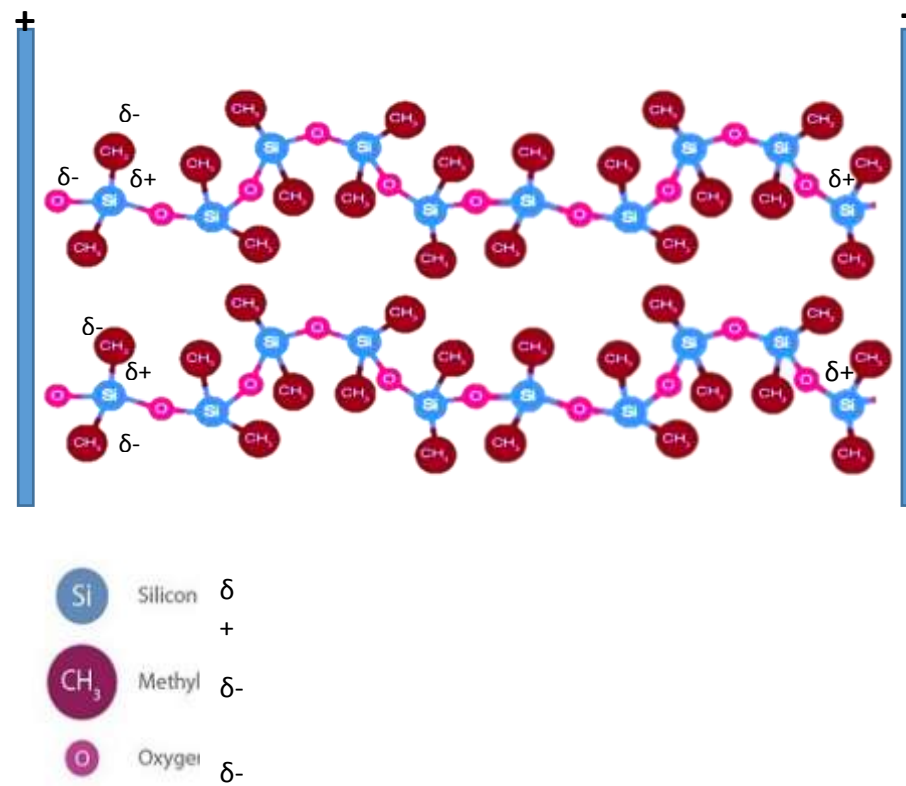


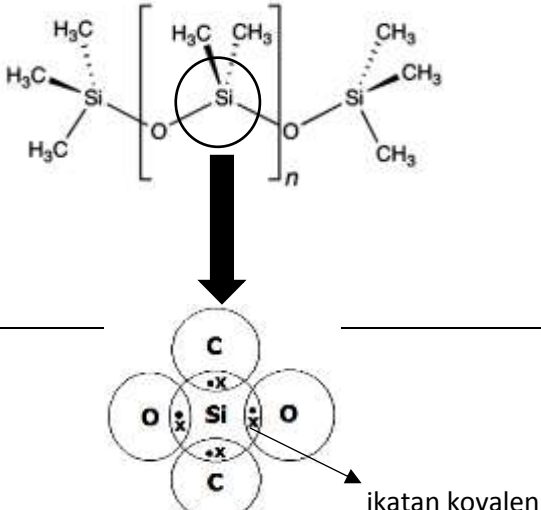
c) Memiliki Cincin Heterosiklik

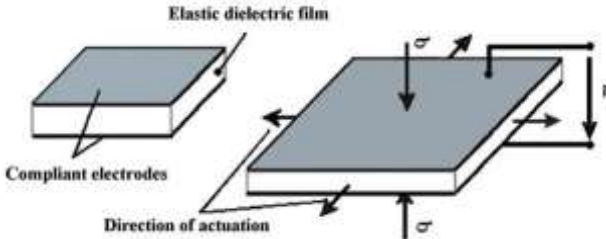
Tidak semua polimer memiliki ikatan konjugasi. Cincin heterosiklik juga dapat mempengaruhi dalam peningkatan konduktivitas pada polimer. Cincin heterosiklik adalah suatu senyawa yang mempunyai struktur cincin (siklik) yang tersusun dari 2 atau lebih jenis atom pada cincin tersebut. Polimer-polimer lain yang memperlihatkan konduksi listrik melalui doping yang tidak punya rangka konyugasi tetapi menjalani transpor elektron melalui cincin heterosiklik. Contohnya piridin.

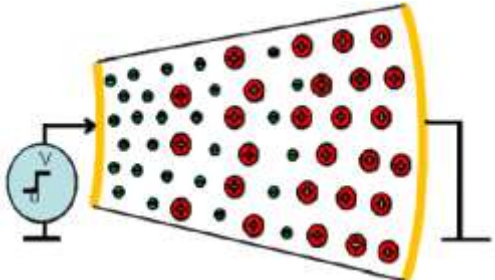
Teks Dasar

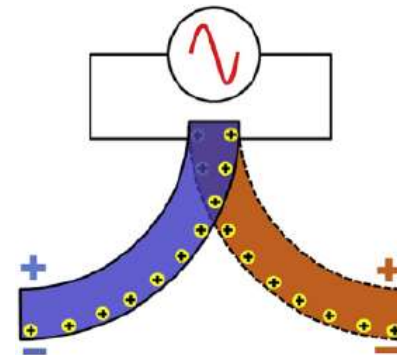
bermuatan listrik.



Teks Asli Gabungan Konten dan Konteks	Teks Dasar
<p>Aplikasi EAP/Polimer Otot Buatan</p> <p>Dalam beberapa tahun terakhir, telah ada kemajuan yang signifikan dalam bidang EAP yaitu membuat aktuator yang praktis, dan produk yang banyak untuk diperdagangkan. Pada akhir tahun 2002, produk pertama diumumkan oleh Eamax, Jepang, dan itu adalah dalam bentuk robot ikan. Selain itu, banyak organisasi yang mengeksplorasi potensi aplikasi untuk bahan EAP untuk bidang-bidang seperti kesehatan, robotika dan lain sebagainya.</p> <ul style="list-style-type: none"> <p>Aplikasi medis dan kemampuan organ buatan</p> <p>Menggunakan bahan EAP sebagai aktuator organ buatan dan anggota badan lainnya memiliki tantangan yang signifikan termasuk komplikasi fungsional dari organ tersebut, terjadinya penolakan, dan persyaratan bahan yang memenuhi untuk diaplikasikan pada manusia. Saat ini, bahan EAP elektronik tampaknya menjadi yang paling berlaku karena menghasilkan kekuatan pergerakan terbesar dan memiliki ketahanan yang tinggi. Namun, tegangan yang diperlukan untuk menghasilkan pergerakan sangat besar yang dapat menimbulkan potensi bahaya dan harus diatasi. Meskipun arus listrik yang dipakai relatif rendah, penggunaan tegangan tinggi dapat menyebabkan pembekuan darah atau luka karena adanya potensi kerusakan tegangan dan korslet terhadap tubuh. Di sisi lain, kelompok EAP ionik secara kimiawi sangat sensitif terhadap tubuh dan organ sehingga membutuhkan penanganan yang efektif untuk perlindungan dan menghindari kontaminasi dari kandungan ionik yang mengurangi efisiensi kinerja. Selain itu sulit untuk mempertahankan gangguan yang ditimbulkan dari EAP ionik ini, terutama untuk IPMC karena faktanya bahwa bahan-bahan ini melibatkan reaksi kimia dan bahkan DC tegangan menyebabkan reaksi.</p> <p>Robot Biomimetik</p> <p>Untuk meniru tangan biologis menggunakan unsur-unsur sederhana, dapat dibuat sebuah miniatur lengan robot yang memiliki kemampuan daya angkat dengan menggunakan elastomer EAP dielektrik yang digulung sebagai aktuator</p> 	<p>Gambar 9. Gaya elektrostatis yang terjadi pada polimer silikon ketika dialirkan listrik</p> <p>Dari gambar di atas, terlihat bahwa gaya tarik elektrostatis terjadi pada atom gugus metil (CH₃) dan atom O dengan elektroda positif. Selain itu, gaya elektrostatis terjadi pada atom Si dengan elektroda negatif.</p> <p>Akan tetapi pada polimer silikon, gaya elektrostatis disebabkan karena adanya muatan parsial dari atom-atom penyusun dari polimer silikon tersebut. Muatan parsial tersebut terbentuk karena adanya perbedaan keelektronegatifan. Keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif suatu atom untuk menarik pasangan elektron ikatan dalam molekulnya. Pada polimer silikon, atom Si cenderung bermuatan positif karena keelektronegatifannya lebih kecil dibandingkan O sehingga elektron pada atom Si akan tertarik pada atom O yang memiliki keelektronegatifan yang lebih besar, maka atom O akan cenderung bermuatan negatif. Sedangkan gugus metil cenderung bermuatan negatif karena adanya faktor induksi. Muatan parsial ini terjadi pada molekul yang terbentuk melalui ikatan kovalen. Ikatan kovalen adalah ikatan yang terjadi karena adanya kepemilikan bersama pasangan elektron ikatan yang merupakan sumbangan dari kedua atom atau salah satu atom yang berikatan.</p> 

Teks Asli Gabungan Konten dan Konteks	Teks Dasar
<p>linear dan empat jarinya berbasis IPMC sebagai aktuator membegkok. Aktuator linier digunakan untuk menaikkan dan menjatuhkan batang grafit (sebuah benda) yang berfungsi sebagai representasi sederhana dari lengan robot.</p>	<p>Dengan kata lain, gaya elektrostatis yang dihasilkan mengakibatkan elektrostrisik yaitu regangan pada suatu bidang datar dari suatu polimer yang berada diantara elektroda yang dialiri arus listrik.</p>  <p>Gambar 11. Prinsip operasi aktuator elektrostrisik polimer (Sumber : Mirfakhrai, <i>et. al.</i>, 2007)</p> <p>b) Otot buatan ionik</p> <p>Polimer elektroaktif ionik (<i>i</i>-EAP) membutuhkan elektrolit sebagai media gerak ion-ion. Elektrolit adalah senyawa lelehan atau larutannya dapat menghantarkan arus listrik. Senyawa tersebut meliputi asam, basa, dan garam. Pada keadaan lelehan atau larutan (dalam air), elektrolit terurai menjadi ion-ion.</p> <p>Elektrolit yang sering digunakan pada <i>i</i>-EAP biasanya berupa larutan, tetapi terdapat kelemahan yaitu akan terjadi reaksi hidrolisis pada tegangan >1.23 Volt seperti pada pemaparan kelemahan EAP ionic sebelumnya. Maka dari itu, para</p>

Teks Asli Gabungan Konten dan Konteks	Teks Dasar
	<p>peneliti sedang mengembangkan elektrolit berupa lelehan atau yang dikenal dengan cairan ionik. Cairan ionik dipilih sebagai elektrolit karena mempunyai banyak keuntungan. Cairan ionik (<i>ionic liquid</i>) adalah suatu senyawa yang hanya memiliki spesies ionik tanpa adanya molekul netral yaitu hanya terdiri atas kation-anion. Cairan ionik memiliki sifat kimia dan fisika yang ditentukan berdasarkan kombinasi kation dan anion. Cairan ionik umumnya berwujud cair pada suhu kamar, sehingga tidak membutuhkan air agar menjadi cair yang meminimalisir terjadinya reaksi hidrolisis. Jenis kation yang digunakan pada cairan ionik misalnya imidazolium, pyridinium dan lain sebagainya. Sedangkan anion pada cairan ionik seperti tosylat, alkilsulfonat dan lain sebagainya.</p> <p>Mekanisme terjadinya suatu kelenturan dari i-EAP yaitu didasarkan pada penyusunan ulang ion-ion pada cairan ionik yang terdapat di dalam EAP sesuai dengan muatan dari elektroda. Dengan kata lain, ion positif (kation) akan mendekati elektroda yang bermuatan negatif dan ion negatif (anion) akan mendekati elektroda yang bermuatan positif. Hal ini akan menyebabkan menumpuknya ion positif di elektroda negatif sehingga terjadinya lekukan atau lenturan.</p>  <p>Gambar 12. skematik mekanisme lekukan aktuator EAP ionik (sumber : Liu, 2011)</p>



Gambar 13. skematik lekukan aktuator EAP ionik pada sinyal elektrik
(sumber : Liu, 2011)

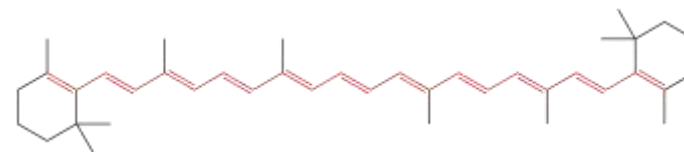
Karakteristik Polimer Untuk Otot Buatan

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa bahan EAP sudah banyak ditemukan. Bahan EAP tersebut mempunyai karakteristik masing-masing sehingga bisa digunakan untuk otot buatan. Secara umum karakteristik polimer yang dapat digunakan sebagai otot buatan adalah sebagai berikut :

a) Memiliki Ikatan Konjugasi

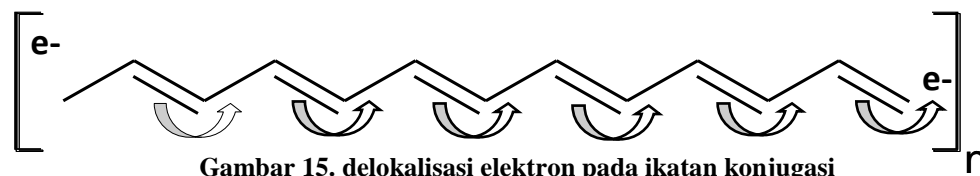
Ikatan konjugasi yaitu terjadi pada molekul (umumnya molekul organik) yang mengandung ikatan rangkap-2 dan ikatan tunggal berselang-seling.

Contohnya : $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$



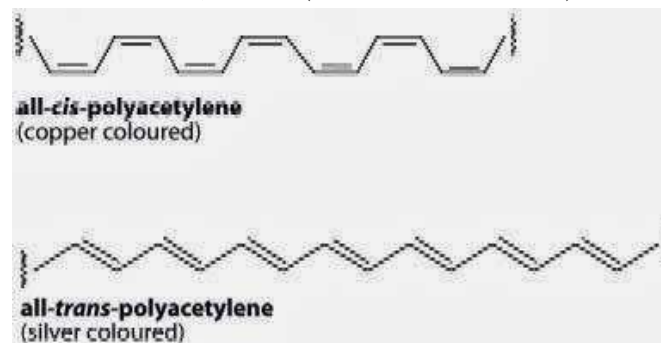
Gambar 14. Struktur suatu senyawa yang memiliki ikatan konjugasi
(sumber : [www. google.com](http://www.google.com))

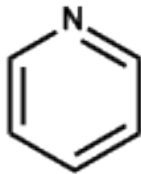
Listrik menghasilkan aliran elektron. Ketika listrik diterapkan pada polimer yang memiliki ikatan konjugasi, maka elektron akan mendelokalikasi (delokalisasi yaitu suatu keadaan dimana elektron valensi tersebut tidak tetap posisinya pada 1 atom, tetapi senantiasa berpindah-pindah dari 1 atom ke atom lain) elektron pada ikatan rangkap sehingga akan terjadi aliran elektron yang ditandai dengan berpindahnya ikatan rangkap pada ikatan konjugasi seperti yang diilustrasikan pada gambar 15.



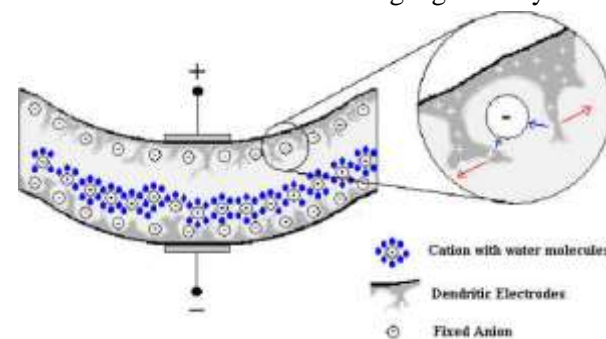
b) Memiliki Isomer Cis atau Trans

Isomer cis atau trans ini berpengaruh terhadap konduksi dari polimer tersebut. Tetapi polimer yang memiliki isomer cis biasanya memiliki konduktivitas yang lebih rendah dibandingkan dengan polimer yang berisomer trans. Salah satu contohnya yaitu poliasetilena. Konduktivitas intrinsik poliasetilena sebesar $1,7 \times 10^{-9}$ untuk isomer cis dan $4,4 \times 10^{-5}$ (semikonduktor lemah) untuk isomer trans.



Teks Asli Gabungan Konten dan Konteks	Teks Dasar
	<p data-bbox="1126 272 2063 371">Gambar 16. Struktur isomer cis-poliasetilena (atas) dan isomer trans-poliasetilena (bawah) (sumber : www.wikipedia.com)</p> <p data-bbox="1088 419 2107 719">c) Memiliki Cincin Heterosiklik Tidak semua polimer memiliki ikatan konjugasi. Cincin heterosiklik juga dapat mempengaruhi dalam peningkatan konduktivitas pada polimer. Cincin heterosiklik adalah suatu senyawa yang mempunyai struktur cincin (siklik) yang tersusun dari 2 atau lebih jenis atom pada cincin tersebut. Polimer-polimer lain yang memperlihatkan konduksi listrik melalui doping yang tidak punya rangka konyugasi tetapi menjalani transpor elektron melalui cincin heterosiklik. Contohnya piridin.</p> <div data-bbox="1543 730 1682 903" style="text-align: center;">  </div> <p data-bbox="1402 930 1834 994">Gambar 17. Struktur senyawa piridin (sumber : www.google.com)</p> <p data-bbox="1095 1038 1538 1070">Aplikasi EAP/Polimer Otot Buatan</p> <p data-bbox="1088 1078 2107 1305">Dalam beberapa tahun terakhir, telah ada kemajuan yang signifikan dalam bidang EAP yaitu membuat aktuator yang praktis, dan produk yang banyak untuk diperdagangkan. Pada akhir tahun 2002, produk pertama diumumkan oleh Eamax, Jepang, dan itu adalah dalam bentuk robot ikan. Selain itu, banyak organisasi yang mengeksplorasi potensi aplikasi untuk bahan EAP untuk bidang-bidang seperti kesehatan, robotika dan lain sebagainya.</p> <ul data-bbox="1088 1315 2107 1386" style="list-style-type: none"> • Aplikasi medis dan kemampuan organ buatan Menggunakan bahan EAP sebagai aktuator organ buatan dan anggota badan

lainnya memiliki tantangan yang signifikan termasuk komplikasi fungsional dari organ tersebut, terjadinya penolakan, dan persyaratan bahan yang memenuhi untuk diaplikasikan pada manusia. Saat ini, bahan EAP elektronik tampaknya menjadi yang paling berlaku karena menghasilkan kekuatan pergerakan terbesar dan memiliki ketahanan yang tinggi. Namun, tegangan yang diperlukan untuk menghasilkan pergerakan sangat besar yang dapat menimbulkan potensi bahaya dan harus diatasi. Meskipun arus listrik yang dipakai relatif rendah, penggunaan tegangan tinggi dapat menyebabkan pembekuan darah atau luka karena adanya potensi kerusakan tegangan dan korslet terhadap tubuh. Di sisi lain, kelompok EAP ionik secara kimiawi sangat sensitif terhadap tubuh dan organ sehingga membutuhkan penanganan yang efektif untuk perlindungan dan menghindari kontaminasi dari kandungan ionik yang mengurangi efisiensi kinerja. Selain itu sulit untuk mempertahankan gangguan yang ditimbulkan dari EAP ionik ini, terutama untuk IPMC karena faktanya bahwa bahan-bahan ini melibatkan reaksi kimia dan bahkan DC tegangan menyebabkan reaksi.



Gambar 18. Cara kerja IPMC
(sumber : Belluco, 2007)

- **Robot Biomimetik**

Untuk meniru tangan biologis menggunakan unsur-unsur sederhana,

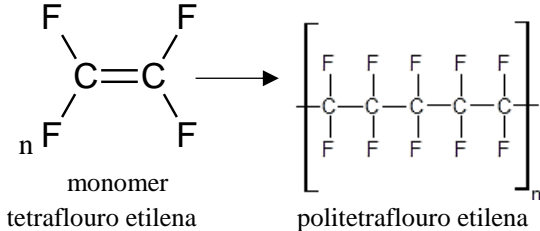
Teks Asli Gabungan Konten dan Konteks	Teks Dasar
	<p>dapat dibuat sebuah miniatur lengan robot yang memiliki kemampuan daya angkat dengan menggunakan elastomer EAP dielektrik yang digulung sebagai aktuator linear dan empat jarinya berbasis IPMC sebagai aktuator membegkok. Aktuator linier digunakan untuk menaikkan dan menjatuhkan batang grafit (sebuah benda) yang berfungsi sebagai representasi sederhana dari lengan robot.</p> <div data-bbox="1496 571 1704 852" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1458 863 1742 927">Gambar 19. lengan robot (sumber : Belluco, 2007)</p>

LAMPIRAN 2.2. FORMAT KONSTRUKSI INSTRUMEN UJI KETERBACAAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS OTOT BUATAN

1. Tabel konstruksi instrumen uji keterbacaan buku pengayaan konteks otot buatan


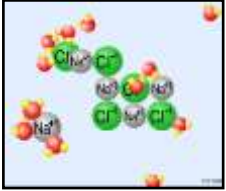
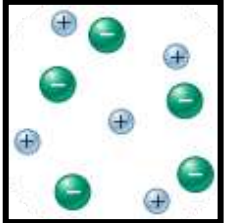
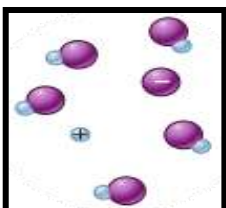
Konstruksi Instrumen Uji Keterbacaan Buku Pengayaan Konteks Otot Buatan

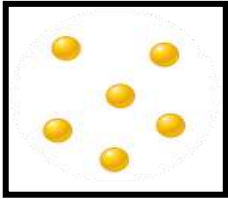
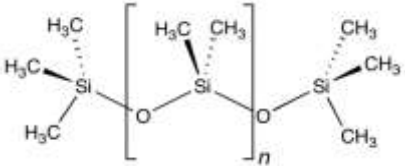
Tujuan pembelajaran	Soal Sebelum Perbaikan	Keterangan
<p>Siswa dapat menunjukkan ketertarikan terhadap informasi otot buatan sebagai wujud kebesaran Tuhan YME melalui fenomena yang diberikan.</p>	<p>1. Segala sesuatu yang telah ditemukan manusia salah satunya yaitu otot buatan (<i>Artificial Muscle</i>) merupakan suatu wujud kebesaran Tuhan YME.” Bagaimana pendapatmu tentang pernyataan tersebut ?</p> <p>A. Setuju, karena berkat karunia Tuhan YME manusia dapat berpikir untuk memecahkan suatu masalah.</p> <p>B. Setuju, tetapi penemuan-otot buatan tersebut lebih didominasi oleh pemikiran akal manusia untuk menemukan sesuatu.</p> <p>C. Biasa saja, karena otot buatan bukan merupakan penemuan yang luar biasa.</p> <p>D. Tidak setuju, karena penemuan otot buatan merupakan hasil kerja keras dari manusia itu sendiri meskipun terkait dengan kebesaran Tuhan YME.</p> <p>E. Tidak setuju, karena penemuan otot buatan merupakan hasil kerja keras dari manusia bukan sebagai wujud kebesaran Tuhan YME.</p>	<p>Skor Penilaian Sikap</p> <p>A = 5</p> <p>B = 4</p> <p>C = 3</p> <p>D = 2</p> <p>E = 1</p>
<p>Siswa menunjukkan ketertarikan terhadap informasi otot buatan hasil pemikiran manusia yang kebenarannya bersifat tentatif melalui fenomena yang diberikan.</p>	<p>2. Kebanyakan polimer yang kita tahu yaitu dimanfaatkan untuk perlengkapan sehari-hari. Ternyata ada penemuan baru mengenai polimer yang bisa dimanfaatkan sebagai otot buatan dan bahan polimer yang ditemukan hanya yang terdapat pada tabel 1. Bagaimana pendapatmu mengenai pernyataan di atas ?</p> <p>A. Setuju, karena penemuan para ahli tersebut telah di akui dan tidak mungkin ditemukan polimer jenis lain.</p> <p>B. Setuju, tetapi penemuan tersebut belum tentu kebenarannya karena di masyarakat tidak ada aplikasi secara nyata.</p>	<p>Skor Penilaian Sikap</p> <p>A = 1</p> <p>B = 2</p> <p>C = 3</p> <p>D = 4</p> <p>E = 5</p>

Tujuan pembelajaran	Soal Sebelum Perbaikan	Keterangan
	<p>C. Biasa saja, karena penemuan tersebut bukan sesuatu hal yang menarik untuk diperbincangkan.</p> <p>D. Tidak setuju, karena penemuan tersebut mungkin saja masih bisa dikembangkan tetapi kemungkinan ditemukannya itu sangat lama.</p> <p>E. Tidak setuju, karena dengan perkembangan teknologi saat ini memungkinkan penemuan-penemuan baru mengenai bahan polimer tersebut sangat memungkinkan</p>	
<p>Siswa dapat menjelaskan pengertian polimer melalui pemaparan otot buatan sebagai polimer elektro aktif dan gambar struktur politetraflouro etilena</p>	<p>3. Berikut ini merupakan reaksi pembentukan polimer politetraflouro etilena :</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Dari gambar di atas, pengertian polimer secara umum adalah....</p> <p>A. Molekul besar yang terurai menjadi monomer-monomer</p> <p>B. Molekul besar yang tersusun dari monomer-monomer</p> <p>C. Monomer yang terbentuk dari suatu polimer-polimer</p> <p>D. Molekul yang terbentuk dari proses pemecahan monomer-monomer</p> <p>E. Molekul besar yang terbentuk dari proses polimerisasi adisi</p>	
<p>Siswa dapat menentukan tipe proses pembentukan polimer dari monomernya melalui pemaparan tipe proses pembentukan polimer</p>	<p>4. Reaksi :</p>	

Tujuan pembelajaran	Soal Sebelum Perbaikan	Keterangan
	<div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;"> $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} + \text{HO}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{OH} \rightarrow \left(-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}- \right)_n + n\text{H}_2\text{O}$ </p> <p style="text-align: center;"> <i>glikol</i> <i>asam tereftalat</i> <i>dacron</i> </p> </div> <p>Persamaan reaksi di atas merupakan suatu proses pembentukan polimer dakron yang terbentuk dari glikol dan asam tereftalat. Jenis polimerisasi di atas yaitu...</p> <p>A. Polimerisasi adisi B. Polimerisasi kondensasi C. Polimerisasi radikal bebas D. Polimerisasi kation E. Polimerisasi anion</p>	
<p>Siswa dapat menentukan karakteristik polimer yang dapat digunakan sebagai salah satu kriteria otot buatan ionik melalui pemaparan jenis-jenis otot buatan</p>	<p>5. Berikut ini adalah struktur sederhana dari poliasetilen :</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Dari struktur polimer tersebut, ciri-ciri yang bisa memenuhi karakteristik polimer untuk otot buatan adalah....</p> <p>A. Memiliki cincin heterosiklik dan ikatan konjugasi B. Memiliki ikatan konjugasi dan isomer cis C. Memiliki cincin heterosiklik dan isomer trans D. Memiliki isomer trans dan ikatan tunggal E. Memiliki ikatan konjugasi dan isomer trans</p>	
<p>Siswa menjelaskan pengaruh ikatan konjugasi terhadap sifat konduktivitas pada polimer yang dapat digunakan sebagai salah</p>	<p>6. Polimer dengan ikatan konjugasi akan memiliki sifat konduktif ketika dialirkan listrik sehingga dapat digunakan sebagai bahan otot buatan. Hal ini dikarenakan...</p> <p>A. Saat dialiri listrik, elektron yang dihasilkan akan menyebabkan perpindahan ikatan rangkap pada ikatan konjugasi tersebut sehingga elektron akan mengalir.</p>	

Tujuan pembelajaran	Soal Sebelum Perbaikan	Keterangan
satu kriteria otot buatan ionik pemaparan melalui pemaparan ikatan konjugasi dan gambar delokalisasi elektron pada ikatan konjugasi	<p>B. Saat dialiri listrik, ikatan konjugasi pada polimer tersebut akan terputus ketika dialiri listrik yang mengakibatkan elektron akan mengalir sehingga polimer bersifat konduktif</p> <p>C. Saat dialiri listrik, Ikatan konjugasi akan terputus dan akan membentuk ion-ion sehingga ion-ion tersebut akan menjadi tempat terjadinya aliran elektron.</p> <p>D. Saat dialiri listrik, ikatan konjugasi akan membentuk aliran elektron dari elektron-elektron yang terdapat pada ikatan rangkap tersebut.</p> <p>E. Saat dialirkan listrik, ikatan rangkap pada ikatan konjugasi akan membentuk sebuah ikatan baru dan elektron yang dihasilkan akan mengalir.</p>	
Siswa menjelaskan pengaruh cincin heterosiklik terhadap sifat konduktivitas pada polimer yang dapat digunakan sebagai salah satu kriteria otot buatan ionik pemaparan melalui pemaparan cincin heterosiklik	<p>7. Polimer yang memiliki cincin heterosiklik meskipun tidak memiliki ikatan konjugasi masih bisa menghantarkan listrik. Hal ini dikarenakan....</p> <p>A. Cincin heterosiklik akan menjadi jalan terjadinya tranport elektron dari elektron yang dihasilkan oleh listrik</p> <p>B. Cincin heterosiklik memliki bentuk lingkaran sehingga memudahkan elektron untuk berpindah</p> <p>C. Cincin heterosiklik mengandung unsur-unsur yang dapat menghantarkan listrik</p> <p>D. Cincin heterosiklik memiliki ikatan tunggal yang akan berubah menjadi ion untuk tranpor elektron</p> <p>E. Cincin heterosiklik memiliki ikatan hidrogrrn yang memudahkan elektron untuk berpindah</p>	
Siswa dapat menafsirkan bahwa cairan ionik lebih bagus dibandingkan dengan larutan yang digunakan sebagai elektrolit pada otot buatan ionik melalui pemaparan karakteristik cairan ionik	<p>8. Cairan ionik lebih dipilih daripada larutan ionik lainnya untuk elektrolit pada otot buatan ionik. Hal ini dikarenakan cairan ionik....</p> <p>A. Memiliki titik leleh yang rendah sehingga tidak dibutuhkan pemanasan yang tinggi untuk pembuatan otot buatan ionik bergerak.</p> <p>B. Memiliki sifat yang tidak mudah menguap sehingga tidak akan mudah habis saat digunakan untuk otot buatan ionik tersebut.</p> <p>C. Hanya terdiri dari kation dan anion tanpa adanya air sehingga tidak akan mengalami hidrolisis yang dapat mengganggu kerja otot buatan.</p> <p>D. Memiliki kation, anion, dan molekul netral sehingga lebih banyak ion-ion yangterlibat dalam kerja otot ionik dalam menghantarkan listrik.</p> <p>E. Memiliki viskositas yang tinggi sehingga cairan ionik lebih kental yang dapat menguntungkan bagi</p>	

Tujuan pembelajaran	Soal Sebelum Perbaikan	Keterangan
	kerja otot buatan ionik.	
Siswa dapat menggambarkan cairan ionik secara submikroskopis melalui pemaparan kerugian larutan sebagai elektrolit pada EAP ionik (Kerugian EAP ionik).	<p>9. Di bawah ini yang menggambarkan cairan ionik secara submikroskopi adalah....</p> <p>A. </p> <p>B. </p> <p>C. </p> <p>D. </p>	

Tujuan pembelajaran	Soal Sebelum Perbaikan	Keterangan
	<p>E. </p>	
<p>Siswa dapat mengaplikasikan konsep gaya elektrostatis dalam cara kerja otot buatan melalui pemaparan cara kerja otot buatan elektronik dan otot buatan ionik</p>	<p>10. Berikut adalah gambar struktur polimer silikon :</p>  <p>Di bawah ini adalah pernyataan yang benar tentang proses terjadinya gaya elektrostatis pada polimer silikon adalah....</p> <p>A. Gaya elektrostatis terjadi karena polimer silikon sudah dalam keadaan ion-ionnya ketika diberi arus listrik sehingga akan tertarik pada elektroda yang berbeda muatan.</p> <p>B. Gaya elektrostatis terjadi karena adanya tegangan listrik yang diterapkan sehingga polimer akan menjadi ion-ion yang bermuatan dan tertarik pada elektroda yang berlawanan muatan.</p> <p>C. Gaya elektrostatis terjadi karena polimer silikon menjadi bermuatan parsial positif dan negatif ketika diberi arus listrik dan akan mendekat pada elektroda yang berlawanan muatan.</p> <p>D. Gaya elektrostatis terjadi karena adanya ikatan konjugasi pada polimer silikon yang berfungsi sebagai transpor elektron dan mengakibatkan polimer akan tertarik pada elektroda. Gaya elektrostatis terjadi karena adanya ikatan kovalen pada polimer silikon sehingga polimer akan bermuatan</p> <p>E. Gaya elektrostatis terjadi karena adanya ikatan kovalen pada polimer silikon sehingga polimer akan bermuatan yang mengakibatkan polimer akan tertarik pada elektroda-elektroda tersebut.</p> <p>11. Pernyataan yang benar mengenai gaya elektrostatis yang terjadi pada mekanisme otot buatan ionik adalah....</p>	

Tujuan pembelajaran	Soal Sebelum Perbaikan	Keterangan
	<p>A. Gaya elektrostatik terjadi antara polimer dengan elektroda</p> <p>B. Gaya elektrostatik terjadi antara elektroda dengan ion-ion pada elektrolit</p> <p>C. Gaya elektrostatik terjadi antara polimer dengan ion-ion pada elektrolit</p> <p>D. Gaya elektrostatik terjadi antara ion-ion dengan molekul air dalam elektrolit</p> <p>E. Gaya elektrostatik terjadi antara elektrolit dengan elektroda</p>	
<p>Siswa terampil menjelaskan pengaruh gaya elektrostatik melalui penalaran gaya elektrostatik yang terjadi pada cara kerja otot buatan elektronik</p>	<p>12. Di bawah ini adalah pernyataan yang tepat mengenai pengaruh gaya elektrostatik pada polimer silikon terhadap cara kerja otot buatan elektronik adalah...</p> <p>A. Gaya elektrostatik terjadi akibat polimer yang menjadi ion-ion ketika diberi arus listrik dan akan mendekat ke elektroda sehingga polimer akan menipis dan memanjang karena tarikan dari elektroda.</p> <p>B. Gaya elektrostatik terjadi akibat polimer menjadi bermuatan parsial ketika diberi arus listrik dan akan mengarah ke elektroda yang berbeda muatannya sehingga polimer akan menjadi menipis dan memanjang.</p> <p>C. Gaya elektrostatik yang terjadi akibat polimer tersebut sudah bermuatan listrik, sehingga ketika diberi arus listrik elektron-elektron akan saling tolak menolak yang mengakibatkan polimer akan menjadi menipis dan memanjang.</p> <p>D. Gaya elektrostatik akan timbul pada polimer yang diberi arus listrik yang mengakibatkan antar molekul polimer akan saling menjauh karena perberbedaan muatan sehingga polimer akan melebar.</p> <p>E. Gaya elektrostatik yang terjadi karena ion-ion pada polimer yang bermuatan ketika diberi arus listrik sehingga polimer akan saling menjauh dan mengakibatkan polimer akan melebar.</p>	
<p>Siswa dapat menafsirkan bahwa gaya elektrostatik merupakan kunci utama dalam kerja otot buatan melalui pemaparan cara kerja otot buatan</p>	<p>13. Secara umum cara kerja dari otot buatan elektronik dipengaruhi oleh faktor....</p> <p>A. Gaya elektrostrisik</p> <p>B. Keelektronegatifan</p> <p>C. Gaya elektrostatik</p> <p>D. Elektroda</p> <p>E. Gaya antar ion</p>	

Tujuan pembelajaran	Soal Sebelum Perbaikan	Keterangan								
Siswa dapat menjelaskan ikatan kovalen melalui pemaparan struktur polimer silikon dan gambar ikatan kovalen pada struktur polimer silikon	<p>14. Polimer silikon termasuk ke dalam senyawa kovalen yaitu polimer yang terbentuk dari ikatan kovalen. Pemakaian bersama elektron pada pembentukan ikatan kovalen tersebut melibatkan ...</p> <p>A. Pembentukan ion positif dan negatif B. Pembentukan molekul C. Elektron yang berasal dari kedua atom D. Elektron yang berasal dari salah satu atom E. Pelepasan dan penerimaan elektron</p>									
Siswa terampil mengidentifikasi data aplikasi polimer otot buatan sebagai bukti manfaat polimer bagi makhluk hidup melalui aplikasi otot buatan	<p>15. Perhatikan data aplikasi EAP di bawah ini :</p> <table border="1" data-bbox="551 663 1193 970"> <thead> <tr> <th>Jenis EAP</th> <th>Aplikasi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>EAP elektronik</td> <td>- Lengan robot - Penggantian otot pada wajah - Pembuatan robot yang dapat tersenyum</td> </tr> <tr> <td>EAP ionik</td> <td>- Saluran air kencing - Pompa air mikro - Penggerak robot ikan - Jari-jari pada lengan robot</td> </tr> </tbody> </table> <p>Kemungkinan aplikasi EAP lainnya adalah....</p> <p>A. Badan mobil B. Pembuatan otot pada lengan yang sudah putus C. Pembuatan tulang leher D. Pembuatan gigi palsu E. Pembuatan kandung kemih yang sudah rusak</p>	Jenis EAP	Aplikasi	EAP elektronik	- Lengan robot - Penggantian otot pada wajah - Pembuatan robot yang dapat tersenyum	EAP ionik	- Saluran air kencing - Pompa air mikro - Penggerak robot ikan - Jari-jari pada lengan robot			
Jenis EAP	Aplikasi									
EAP elektronik	- Lengan robot - Penggantian otot pada wajah - Pembuatan robot yang dapat tersenyum									
EAP ionik	- Saluran air kencing - Pompa air mikro - Penggerak robot ikan - Jari-jari pada lengan robot									
Siswa dapat menarik kesimpulan terkait pengaruh pelarut terhadap aktuasi dari KIPCI melalui data eksperimen dan data yang dihasilkan.	<p>16. Perhatikan data hasil penelitian tersebut :</p> <table border="1" data-bbox="573 1254 1196 1407"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Variasi Pelarut (perbandingan dalam m/m)</th> <th>Aktuasi</th> <th>Besar Aktuasi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>Metanol</td> <td>Tidak ada</td> <td>0 mm</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Variasi Pelarut (perbandingan dalam m/m)	Aktuasi	Besar Aktuasi	1.	Metanol	Tidak ada	0 mm	
No.	Variasi Pelarut (perbandingan dalam m/m)	Aktuasi	Besar Aktuasi							
1.	Metanol	Tidak ada	0 mm							

Tujuan pembelajaran	Soal Sebelum Perbaikan				Keterangan
	2.	Metanol : cis-ol-imzI (5:5)	Ada	1 mm	
	3.	cis-ol-imzI	Tidak ada	0 mm	
	<p>Tabel tersebut merupakan hasil uji aktuasi KIPCI pada berbagai variasi pelarut (metanol : cis-ol-imzi) pada tegangan 5 V. Kesimpulan yang dapat ditarik dari grafik tersebut adalah....</p> <p>A. Pelarut metanol dengan massa 5 gram merupakan pelarut yang baik digunakan dalam percobaan ini karena bisa menghasilkan aktuasi pada aktuator KIPCI tersebut.</p> <p>B. Campuran antara metanol dengan cairan ionik cis dengan perbandingan massa 5:5 merupakan campuran pelarut yang buruk karena tidak menimbulkan aktuasi pada aktuator.</p> <p>C. Campuran antara metanol dengan cairan ionik cis-ol-imzI dengan perbandingan massa 5:5 merupakan campuran pelarut yang baik karena menimbulkan aktuasi pada aktuator.</p> <p>D. Pelarut cairan ionik cis-ol-imzI merupakan pelarut yang baik digunakan dalam percobaan aktuasi KIPCI karena cis-ol-imzI merupakan pelarut yang terimpregnasi pada KIPCI tersebut.</p> <p>E. Pelarut cairan ionik cis-ol-imzI merupakan pelarut yang seharusnya dapat menghasilkan aktuasi yang besar, tetapi pada percobaan tidak menghasilkan aktuasi sama sekali.</p>				
Siswa menunjukkan perilaku kerjasama dan peduli lingkungan pada saat praktikum berlangsung.	<p>17. Saat praktikum uji aktuasi KIPCI sebagai otot buatan ionik, ternyata kamu dan teman kelompokmu menemukan pelarut yang dapat menghasilkan suatu aktuasi (gerakan pada otot) yang lebih besar dibandingkan pelarut hasil percobaan, tetapi pelarut tersebut banyak menghasilkan limbah yang dapat merusak lingkungan karena pelarut tersebut merupakan bahan kimia yang berbahaya. Tindakan yang mana yang akan kamu ambil ?</p> <p>A. Tidak tahu apa yang harus dilakukan karena merasa bingung untuk mengambil keputusan yang tepat dalam melakukan percobaan tersebut dan takut keputusan yang diambil salah.</p> <p>B. Mengambil tindakan sendiri dan mengabaikan dampak lingkungan yang dihasilkan, karena hasil yang lebih maksimal lebih penting dari pada mementingkan lingkungan.</p> <p>C. Berdiskusi dan mengabaikan dampak lingkungan yang dihasilkan, karena hasil yang maksimal lebih penting dari pada mementingkan lingkungan.</p>				<p>Skor Penilaian Sikap</p> <p>A = 1</p> <p>B = 2</p> <p>C = 3</p> <p>D = 4</p> <p>E = 5</p>

Tujuan pembelajaran	Soal Sebelum Perbaikan	Keterangan
	<p>D. Mengambil tindakan sendiri dan menggunakan pelarut yang ramah lingkungan, karena pelarut yang ramah lingkungan itu harus diutamakan dari pada hasilnya.</p> <p>E. Berdiskusi dan menggunakan pelarut yang ramah lingkungan, karena hasil yang maksimal bukan satu-satunya hal yang penting tetapi percobaan yang dilakukan harus ramah lingkungan.</p>	
<p>Siswa menunjukkan rasa tanggung jawab dan perilaku ilmiah dalam merancang dan melakukan praktikum</p>	<p>18. Jika saat melakukan praktikum, kamu memecahkan alat yang digunakan untuk set alat percobaan uji aktuasi KIPCI sebagai otot buatan ionik tersebut. Dan ternyata alat yang kamu pecahkan harganya lumayan mahal. Tetapi saat kejadian, tidak ada pengawas yang tahu hanya teman-teman kamu saja yang mengetahuinya. Tindakan apa yang akan kamu ambil ?</p> <p>A. Kamu akan mengancam temanmu untuk tidak memberitahukan tindakan kamu dan menyimpan alat yang pecah tersebut tanpa memberitahukan gurumu.</p> <p>B. Kamu akan menyalahkan temanmu karena pekerjaan mereka tidak benar sehingga menyebabkan kamu merusakkan alat tersebut.</p> <p>C. Kamu akan bertindak acuh pada kejadian tersebut dan merasa kejadian tersebut tidak pernah terjadi.</p> <p>D. Kamu akan diam saja dan membujuk kepada temanmu untuk tidak memberitahukan tindakan tersebut kepada guru.</p> <p>E. Kamu akan berani mengakui kesalahan dan melaporkan kepada guru karena telah memecahkan alat tersebut dan siap menggantinya.</p>	<p>Skor Penilaian Sikap</p> <p>A = 1</p> <p>B = 2</p> <p>C = 3</p> <p>D = 4</p> <p>E = 5</p>
<p>Siswa menunjukkan perilaku responsif dan pro-aktif dalam memecahkan masalah melalui percobaan yang dilakukan</p>	<p>19. Jika saat melakukan percobaan kamu mengalami kesulitan pada langkah kerja percobaan yang guru berikan karena terdapat istilah yang tidak kamu kenal. Apa yang akan kamu lakukan ?</p> <p>A. Akan mencari informasi terkait istilah tersebut untuk memudahkan dalam melakukan percobaan tersebut dan mengklarifikasi jawabannya pada guru.</p> <p>B. Akan langsung bertanya pada guru karena lebih praktis dan tidak menghambat pekerjaan dibandingkan dengan mencari informasi terlebih dahulu.</p> <p>C. Diam saja untuk menunggu guru menjelaskan dari istilah tersebut dan mengabaikan pekerjaan yang harus dilakukan.</p> <p>D. Mengambil kesepakatan dengan anggota lain untuk langsung melakukan langkah kerja tersebut</p>	<p>Skor Penilaian Sikap</p> <p>A = 5</p> <p>B = 4</p> <p>C = 3</p> <p>D = 2</p> <p>E = 1</p>

Tujuan pembelajaran	Soal Sebelum Perbaikan	Keterangan
	<p>tanpa mencari tahu informasi dari istilah tersebut.</p> <p>E. Langsung melakukan langkah kerja selanjutnya tanpa mementingkan langkah yang terdapat istilah tersebut karena dianggap sulit.</p>	