

Strategi Penanggulangan Masalah Kesehatan Pada Industri Accu

Febri Endra Budi S *

Abstrak

Industri accu (baterai basah) merupakan industri yang menggunakan logam-logam berat dan senyawa-senyawa kimia sebagai bahan bakunya. Di antara logam-logam berat yang digunakan antara lain : Merkuri (Hg), Timbal (Pb), Nikel (Ni), Asam Sulfat (H_2SO_4), dan Cadmium (Cd). Logam-logam dan senyawa-senyawa tersebut bersifat toksik dan dapat membawa dampak negatif. Komponen utamanya masih terbuat dari logam timbal (Pb) dan belum ada alternatif yang mampu menggantikannya. Aki mampu mengubah tenaga kimia menjadi tenaga listrik.

Terdapat beberapa faktor yang dapat berpengaruh terhadap kesehatan, yaitu : fisik, kimia, biologi dan ergonomi. Beberapa dampak yang muncul pada proses pembuatan accu adalah: munculnya gangguan pendengaran, beat stroke, ISPA, dermatitis, intoksikasi dan sebagainya.

Dalam menerapkan strategi penanggulangan tidak hanya difokuskan pada pekerjaannya saja akan tetapi harus dilakukan penanggulangan mulai dari proses produksi sampai penerapan Undang-Undang atau peraturan yang telah ditetapkan.

PENGANTAR

Saat ini Indonesia sebagai Negara berkembang banyak sekali industri-industri yang mulai berkembang. Dengan semakin besar tuntutan masyarakat dalam memenuhi kebutuhan kehidupan mereka sehari-hari, industri-industri tersebut berusaha menciptakan produk-produk yang dapat dimanfaatkan oleh konsumen dengan mudah dan efektif. Salah satu jenis industri ini adalah industri accu (baterai basah). Industri ini membuat baterai untuk penyalakan (ignation), penerangan dan pengapian mobil.

Industri accu (baterai basah) merupakan industri yang menggunakan logam-logam berat dan senyawa-senyawa kimia sebagai bahan bakunya. Di antara logam-logam berat yang digunakan antara lain : Merkuri (Hg), Timbal (Pb), Nikel (Ni), Asam Sulfat (H_2SO_4), dan Cadmium (Cd). Logam-logam dan senyawa-senyawa tersebut bersifat toksik dan dapat membawa dampak negatif baik bagi para pekerja maupun lingkungan sekitar.

Untuk itu kita perlu untuk mengetahui efek bahan-bahan tersebut terhadap kesehatan dan bagaimana strategi penanggulangan terhadap masalah kesehatan yang ditimbulkan oleh bahan-bahan pembuat accu tersebut, baik terhadap masalah kesehatan yang timbul maupun program pencegahannya.

PEMBAHASAN

1. DESKRIPSI

ACCU(accumulator) atau sering disebut aki, adalah salah satu komponen utama dalam kendaraan bermotor, baik

mobil atau motor, semua memerlukan aki untuk dapat menghidupkan mesin mobil (mencatu arus padaa dinamo stater kendaraan). Aki mampu mengubah tenaga kimia menjadi tenaga listrik. Aki merupakan komponen pencatu daya dalam kendaraan bermotor. Sampai saat ini komponen utamanya masih terbuat dari logam timbal (Pb) dan belum ada alternatif yang mampu menggantikannya. Aki mampu mengubah tenaga kimia menjadi tenaga listrik.

Dikenal dua jenis elemen yang merupakan sumber arus searah (DC) dari proses kimiawi, yaitu elemen primer dan elemen sekunder. Elemen primer terdiri dan elemen basah dan elemen kering. Reaksi kimia pada elemen primer yang menyebabkan elektron mengalir dari elektroda negatif (katoda) ke elektroda positif (anoda) tidak dapat dibalik arahnya. Maka jika muatannya habis, maka elemen primer tidak dapat dimuati kembali dan memerlukan penggantian bahan pereaksinya (elemen kering). Sehingga dilihat dari sisi ekonomis elemen primer dapat dikatakan cukup boros. Contoh elemen primer adalah batu baterai (dry cells).

Hal ini menjadi prinsip dasar bagi pembuatan dan penggunaan elemen sekunder. Elemen sekunder harus diberi muatan terlebih dahulu sebelum digunakan, yaitu dengan cara mengalirkan arus listrik melaluinya (secara umum dikenal dengan istilah 'disetrum'). Akan tetapi, tidak seperti elemen primer, elemen sekunder dapat dimuati kembali berulang kali.

Elemen sekunder ini lebih dikenal dengan aki. Dalam sebuah aki berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (bolak-balik) dengan efisiensi yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel yaitu di dalam aki saat dipakai berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (discharging). Sedangkan saat diisi atau dimuati, terjadi proses tenaga listrik menjadi tenaga kimia (charging).

* Staf Akademik Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Malang

Jenis aki yang umum digunakan adalah accumulator timbal. Secara fisik aki ini terdiri dari dua kumpulan pelat yang dimasukkan pada larutan asam sulfat encer (H_2SO_4). Larutan elektrolit itu ditempatkan pada wadah atau bejana aki yang terbuat dari bahan ebonit atau gelas. Kedua belah pelat terbuat dari timbal (Pb), dan ketika pertama kali dimuati maka akan terbentuk lapisan timbal dioksida (PbO_2) pada pelat positif.

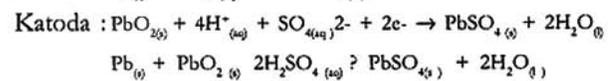
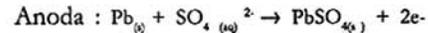
Letak pelat positif dan negatif sangat berdekatan tetapi dibuat untuk tidak saling menyentuh dengan adanya lapisan pemisah yang berfungsi sebagai isolator (bahan penyekat). Proses kimia yang terjadi pada aki dapat dibagi menjadi dua bagian penting, yaitu selama digunakan dan dimuati kembali atau 'disetrum'.

Komponen pada Accu

- Pelat**
Pelat dari aki harus sedemikian rupa sehingga aki dapat memenuhi persyaratan listrik yang ditentukan, terpasang kuat untuk menahan getaran sehingga tidak menimbulkan keretakan atau perubahan bentuk. Pelat-pelat yang mempunyai polaritas yang sama didalam satu sel dihubungkan secara kokoh.
- Penyekat**
Penyekat harus terbuat dari bahan yang tahan asam dan berpori-pori sehingga harus dapat memenuhi persyaratan listrik tertentu.
- Kutub**
Kutub yang terdiri dari batang – batang harus terbuat dari paduan timah dan antimon
- Wadah dan tutup**
Wadah dan tutup harus terbuat dari bahan yang cukup kuat dan tahan asam sehingga tahan terhadap penanganan biasa tanpa menimbulkan retak dan pecah.
- Sumbat**
Sumbat terdiri dari tiga ukuran dengan diameter ulir 18 mm, 22 mm, 27 mm dan 30 mm dengan pitch 2,5 mm
- Penghubung antar sel**
Penghubung antar sel terbuat dari paduan timbal dengan ukuran penampang cukup besar untuk mengalirkan arus pelepasan yang tinggi.
- Bahan perapat (seal)**
Bahan perapat harus terbuat dari bahan yang tahan asam dan tetap rapat selama penggunaan.
- Elektrolit**
Elektrolit yang digunakan harus memenuhi tingkat kemurnian tertentu dengan berat jenis $1,260 \pm 0,010$ pada $20^\circ C$ atau $1,280 \pm 0,010$ pada $20^\circ C$

Reaksi pada Accu

Sebagai pencatu daya, di dalam aki timbul reaksi kimia sebagai berikut :



Pada saat aki digunakan, tiap molekul asam sulfat (H_2SO_4) pecah menjadi dua ion hidrogen yang bermuatan positif ($2H^+$) dan ion sulfat yang bermuatan negatif (SO_4^{2-}). Tiap ion SO_4 yang berada dekat lempeng Pb akan bersatu dengan satu atom timbal murni (Pb) menjadi timbal sulfat ($PbSO_4$) sambil melepaskan dua elektron. Sedang sepasang ion hidrogen tadi akan ditarik lempeng timbal dioksida (PbO_2), mengambil dua elektron dan bersatu dengan satu atom oksigen membentuk molekul air (H_2O). Dari proses ini terjadi pengambilan elektron dari timbal dioksida (sehingga menjadi positif) dan memberikan elektron itu pada timbal murni (sehingga menjadi negatif), yang mengakibatkan adanya beda potensial listrik di antara dua kutub tersebut. Proses tersebut terjadi secara simultan. Di atas ditunjukkan terbentuknya timbal sulfat selama penggunaan (discharging). Keadaan ini akan mengurangi reaktivitas dari cairan elektrolit karena asamnya menjadi lemah (encer), sehingga tahanan antara kutub sangat lemah untuk pemakaian praktis.

Sementara proses kimia selama pengisian aki (charging) terjadi setelah aki melemah (tidak dapat memasok arus listrik pada saat kendaraan hendak dihidupkan). Kondisi aki dapat dikembalikan pada keadaan semula dengan memberikan arus listrik yang arahnya berlawanan dengan arus yang terjadi saat discharging. Pada proses ini, tiap molekul air terurai dan tiap pasang ion hidrogen yang dekat dengan lempeng negatif bersatu dengan ion SO_4 pada lempeng negatif membentuk molekul asam sulfat. Sedangkan ion oksigen yang bebas bersatu dengan tiap atom Pb pada lempeng positif membentuk PbO_2 .

2. PROSES KERJA PEMBUATAN ACCU

Proses produksi accu dapat dibagi dalam tujuh tahap utama, yaitu :

- Konversi logam campuran antimony-timbal menjadi panel
- Konversi timbal murni menjadi tepung oksidatimbal dan pasta
- Pengisian pasta dan pematangan panel
- Pemberian muatan pada kisi (grid)
- Pencucian
- Pengeringan
- Perakitan

Proses pembuatan accu dimulai pada dua lini yang sejajar yaitu: pembuatan kisi-kisi (grid) yang berasal dari logam campuran antimon-timbal, sedang timbal murni dikonversikan secara mekanis menjadi bubuk timbal

oksida, yang digunakan untuk pasta. Kedua jenis ini akan disatukan pada mesin pengisian pasta ke dalam kisi-kisi. Pelat yang sudah diisi pasta dimatangkan, selanjutnya proses pemberian muatan untuk dijadikan elemen accu. Proses ini mengkonversi pasta menjadi bahan aktif yang akan menyimpan dan mengeluarkan arus listrik selama accu digunakan. Proses pemberian muatan ini dilakukan di dalam tangki-tangki besar.

Untuk membuat pasta timbal oksida, bubuk timbal oksida dicampur dengan air bebas ion dan asam sulfat. Pelat yang sudah diisi pasta dimasukkan ke dalam tungku pengeringan. Setelah itu pelat dimasukkan ke dalam ruang pematangan (curing) selama kurang lebih 48 jam untuk mengkonversikan sisa-sisa timbal menjadi timbal oksida.

Di dalam tangki pemberian muatan, pelat-pelat positif dan negatif dicelupkan ke dalam tangki-tangki berisi asam sulfat dengan berat jenis rendah. Arus listrik tersebut mengalir melalui elektroda-elektroda yang berupa plat timbal dan timbal oksida. Pada plat positif arus listrik mengkonversikan timbal sulfat pada pasta menjadi timbal oksida. Pada pelat negatif reaksi kimia mengkonversikan pasta menjadi sepon timbal yang sangat berpori, dimana bentuk ini membuat timbal mempunyai permukaan yang luas sehingga akan lebih banyak menangkap elektron.

Setelah pemberian muatan pada tangki, pelat-pelat lalu dicuci dan dikeringkan untuk menghilangkan sisa-sisa asam sulfat. Pelat positif dan negatif kemudian dikeringkan di dalam oven. Setelah pengeringan, pelat-pelat dirakit menjadi accu.

3. FAKTOR-FAKTOR YANG BERPENGARUH PADA KESEHATAN KERJA

3.1 Faktor Fisik

- a. Suara atau Kebisingan
Dalam proses pembuatan accumulator memakai mesin yang berat dan menimbulkan kebisingan yang menyebabkan berbagai dampak negatif pada pekerja yang berada di dekatnya berupa penurunan pendengaran maupun ketulian.
- b. Getaran Mekanis
Pada industri berat selalu menggunakan mesin-mesin atau alat-alat lain yang dijalankan dengan motor dan selalu menimbulkan getaran mekanis. Getaran tersebut menimbulkan gangguan pada pekerja. Pada efek mekanis sel-sel jaringan kemungkinan bisa mengganggu metabolisme tubuh yang pada akhirnya akan mempengaruhi fungsi anggota tubuh.
- c. Radiasi
Pada pekerja industri accu ini rawan terpapar radiasi elektromagnetik seperti radiasi panas, radiasi laser,

sinar infra merah, sinar ultraviolet, maupun bahan-bahan radioaktif.

- d. Aliran Listrik
Aliran listrik sangat berperan sekali dalam kelangsungan industri ini misalnya untuk mengkonversikan sulfat timbal pada pasta menjadi timbal oksida. Pengaturan desain letak kabel yang kurang hati-hati dapat menyebabkan pekerja mengalami kontak dengan listrik yang tentu saja sangat berbahaya.

3.2 Faktor Kimia

- a. Debu
Debu yang berasal dari bubuk timbal sangat berbahaya bila terhirup oleh pekerja. Debu ini bisa berasal dari pengolahan, penghancuran, pengepakan bahan-bahan pembuat accu.
- b. Bau
Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam pabrik accu ini menimbulkan bau yang sangat menusuk. Bau yang tidak sedap ini menimbulkan ketidaknyamanan yang berdampak pada kondisi psikis pekerja.
- c. Gas
Pada pembuatan accu digunakan bahan kimia dalam bentuk gas yang sangat berbahaya karena mudah terbawa oleh angin dan dapat terhirup oleh pekerja.
- d. Larutan bahan kimia dan logam berat
Accumulator mengandung bahan-bahan kimia dan logam yang berbahaya bagi manusia. Berikut ini komponen bahan-bahan kimia yang digunakan dalam industri pembuatan accu :

Timbal (Pb)

Timbal atau dikenal sebagai logam Pb dalam susunan unsur merupakan logam berat yang terdapat secara alami di dalam kerak bumi dan tersebar ke alam dalam jumlah kecil melalui proses alami. Apabila timbal terhirup atau tertelan oleh manusia dan di dalam tubuh, ia akan beredar mengikuti aliran darah, diserap kembali di dalam ginjal dan otak, dan disimpan di dalam tulang dan gigi. Manusia menyerap timbal melalui udara, debu, air dan makanan. Logam Pb tidak dibutuhkan oleh manusia, sehingga bila makanan tersebut tercemar oleh logam timbal maka tubuh akan mengeluarkannya sebagian, dan sisanya akan terakumulasi pada bagian tubuh tertentu misalnya ginjal, hati, kuku, jaringan lemak, dan rambut.

Logam Pb banyak digunakan pada industri baterai, kabel, penyepuhan, pestisida, dan paling banyak digunakan sebagai zat anti letup pada bensin.

Penelitian menunjukkan bahwa timbal yang terserap oleh anak, walaupun dalam jumlah kecil, dapat menyebabkan

gangguan pada fase awal pertumbuhan fisik dan mental yang kemudian berakibat pada fungsi kecerdasan dan kemampuan akademik. Anak perkotaan di negara berkembang memiliki risiko yang tinggi dalam keracunan timbal.

Menurut US Centre for Disease Control and Prevention, diperkirakan pada 1994, sebanyak 100 persen darah dari anak berumur di bawah dua tahun mengandung timbal yang melampaui ambang batas 10mg/dl dan 80 persen darah dari anak 3-5 tahun melebihi ambang batas tersebut. Anak yang tinggal atau bermain di jalan raya sering menghirup timbal dari asap kendaraan yang menggunakan bahan bakar bertimbal.

Dampak Timbal

Logam ini sangat berbahaya sekali karena dapat mengenai anak-anak sampai orang dewasa. Apalagi jika seseorang keracunan timbal maka akan terjadi kerusakan pada susunan saraf pusat maupun perifer, gangguan faal sel darah, dan gangguan organ-organ yang menjadi tempat akumulasi dari timbal (ginjal & hati dan lain-lain).

Timbal dengan mudah masuk lewat pernapasan. Timbal juga dapat menembus plasenta sehingga dapat mempengaruhi ibu hamil dan janinnya.

Studi toksisitas

Studi Toksisitas Timbal menunjukkan bahwa kandungan Timbal dalam darah sebanyak 100 mikrogram/l dianggap sebagai tingkat aktif (level action) berdampak pada gangguan perkembangan dan penyimpangan perilaku. Sedangkan kandungan Timbal 450 mikrogram/l membutuhkan perawatan segera dalam waktu 48 jam. Kandungan Timbal lebih dari 700 mikrogram/l menyebabkan kondisi gawat secara medis (medical emergency).

Untuk kandungan timbal diatas 1.200 mikrogram/l bersifat sangat toksik dan dapat menimbulkan kematian pada anak. Kadar Timbal 68 mikrogram/l dapat menyebabkan anak makin agresif, kurang konsentrasi, bahkan menyebabkan kanker. Hal ini diduga meningkatkan kasus infeksi saluran pernapasan atas (ISPA) anak-anak. Timbal yang terserap oleh anak, walaupun dalam jumlah kecil, dapat menyebabkan gangguan pada fase awal pertumbuhan fisik dan mental yang kemudian berakibat pada fungsi kecerdasan dan kemampuan akademik.

Sistem syaraf dan pencernaan anak masih dalam tahap perkembangan, sehingga lebih rentan terhadap timbal yang terserap. Pada kadar rendah, keracunan timbal pada

anak dapat menyebabkan penurunan IQ dan pemusatan perhatian, kesulitan membaca dan menulis, hiperaktif dan gangguan perilaku, gangguan pertumbuhan dan fungsi penglihatan dan pergerakan, serta gangguan pendengaran.

Pada kadar tinggi, keracunan timbal pada anak dapat menyebabkan: anemia, kerusakan otak, liver, ginjal, syaraf dan pencernaan, koma, kejang-kejang atau epilepsi, serta dapat menyebabkan kematian. Anak dapat menyerap hingga 50 persen timbal yang masuk ke dalam tubuh, sedangkan dewasa hanya menyerap 10-15 persen. Anak dapat menyerap tiga kali dosis lebih besar dibandingkan orang dewasa karena memiliki perbandingan permukaan penyerapan dan volume yang lebih besar.

Penduduk di negara berkembang, terutama anak-anak, terancam paparan timbal yang sangat besar disebabkan oleh:

- Belum ada peraturan tentang emisi industri dan penggunaan bahan bakar yang mengandung timbal
- Lemahnya pelaksanaan peraturan lingkungan dan keselamatan kerja
- Banyaknya industri rumah tangga pelapisan dan pengolahan logam
- Penerapan budaya tertentu seperti penggunaan alat masak dari keramik
- mengandung timbal dan penggunaan timbal untuk bahan kosmetik.

Asam Sulfat (H_2SO_4)

Penggunaan asam sulfat ini pada industri accu sangat dipelukan karena asam sulfat ini merupakan bahan dasar dari pembuatan Accu. Jadi para pekerja sering terpapar oleh zat ini dan sering kali mereka lalai ataupun memandang remeh tentang alat proteksi dalam bekerja dengan cairan ini.

Dekomposisi persenyawaan-persenyawaan yang mengandung sulfur dapat mempengaruhi perubahan sifat-sifat air, menimbulkan warna/noda, staining, kesadahan, salinitas dan pembentukan karat.

Mercuri atau Air Raksa (Hg)

Elemen Hg berwarna kelabu-perak, sebagai cairan pada suhu kamar dan mudah menguap bila dipanaskan. Hg^{2+} (Senyawa Anorganik) dapat mengikat carbon, membentuk senyawa organomercury. Methyl Mercury (MeHg) merupakan bentuk penting yang memberikan pemajanan pada manusia.

Sebagian senyawa mercury yang dilepas ke lingkungan akan mengalami proses methylation menjadi methylmer-

cury (MeHg) oleh mikroorganisme dalam air dan tanah. MeHg dengan cepat akan diakumulasi dalam ikan atau tumbuhan dalam air permukaan. Kadar mercury dalam ikan dapat mencapai 100.000 kali dari kadar air disekitarnya.

Nikel (Ni)

Nikel berupa logam berwarna perak dalam bentuk berbagai mineral. Ni diproduksi dari biji Nickel, peleburan/ daur ulang besi, terutama digunakan dalam berbagai macam baja dan suda serta elektroplating. Salah satu sumber terbesar Ni terbesar di atmosphere berasal dari hasil pembakaran BBM, pertambangan, penyulingan minyak, incenerator. Sumber Ni di air berasal dari lumpur limbah, limbah cair dari "Sewage Treatment Plant", air tanah dekat lokasi landfill. Pemajanan melalui inhalasi, oral dan kontak kulit.

Cadmium (Cd)

Cadmium merupakan bahan alami yang terdapat dalam kerak bumi. Cadmium murni berupa logam berwarna putih perak dan lunak, namun bentuk ini tak lazim ditemukan di lingkungan. Umumnya cadmium terdapat dalam kombinasi dengan elemen lain seperti Oksigen (Cadmium Oxide), Klorin (Cadmium Chloride) atau belerang (Cadmium Sulfide).

Kebanyakan Cadmium (Cd) merupakan produk samping dari pengecoran seng, timah atau tembaga cadmium yang banyak digunakan berbagai industri, terutama plating logam, pigmen, baterai dan plastik. Pemajanan Sumber utama pemajanan Cd berasal dari makanan karena makanan menyerap dan mengikat Cd. misalnya : tanaman dan ikan Tidak jarang Cd dijumpai dalam air karena adanya resapan dari tempat buangan limbah bahan kimia.

3.3 Faktor Biologi

Faktor biologi dalam industri accu ini kurang berperan besar karena proses dilakukan di dalam ruangan dan banyak menggunakan mesin. Tetapi faktor biologis ini lebih berperan dalam proses penularan penyakit akibat virus, parasit maupun bakteri pada pekerja. Bila salah satu pekerja terjangkit penyakit menular maka dengan sangat cepat dapat menyebar karena mereka bekerja pada satu ruangan.

3.4 Ergonomi

Ergonomi merupakan ilmu yang mempelajari aspek anatomis, fisiologi dan psikologi manusia dalam lingkungan kerjanya dengan tujuan mengoptimalkan keamanan, kesehatan, kenyamanan dan efisiensi (France T, 1985).

Ergonomi juga merupakan ilmu yang mempelajari tentang human faktor, engineering proses and environment. Jadi ergonomi adalah sesuatu yang mempelajari tentang keserasian antara manusia/ pekerja, alat, cara kerja dan lingkungan kerja yang berhubungan dengan masalah kesehatan jasmani dan rohani.

Pekerja atau Manusia

Kondisi pribadi dari para pekerja sangat mempengaruhi suatu kenyamanan dalam melakukan pekerjaan. Faktor-faktor yang menjadi penyebab ketidaknyamanan kondisi kerja dengan prinsip ergonomi yaitu:

- Stress
- Kurang Istirahat
- Merokok
- Dan lain-lain

Cara kerja

Pemberian pengarahan dan petunjuk bagi para pekerja dalam hal cara penggunaan alat-alat industri sangat penting untuk menciptakan ergonomi dan mengurangi beban kerja. Suatu cara kerja yang salah dapat mengakibatkan pekerja merasa kelelahan, tekanan fisik, dan lain-lain yang akhirnya akan sering berganti-ganti pekerjaan.

Cara kerja yang tidak sesuai dengan ergonomi tersebut akan dirasakan oleh pekerja sebagai beban kerja yang berlebihan. Misalnya saja, pekerja yang dituntut untuk selalu berdiri seharian hendaknya diberi tempat dan kesempatan untuk duduk. Juga pada pekerja yang dituntut untuk selalu duduk dalam bekerja agar dianjurkan untuk memilih sikap duduk yang tegak yang diselingi istirahat sedikit untuk membungkuk. Selain itu, istirahat juga penting untuk mempertahankan stamina fisik pekerja. Waktu istirahat didasarkan kepada keperluan atas dasar pertimbangan ergonomi. Harus dihindari istirahat-istirahat sekehendak pekerja, istirahat oleh karena turunnya kapasitas tubuh dan istirahat curian.

Alat kerja

Agar suatu kenyamanan dalam melakukan pekerjaan di suatu pabrik tercapai, maka hendaknya penggunaan alat-alat industri dilakukan secara hati-hati dan dengan cara yang benar (sesuai petunjuk). Sikap tubuh yang tepat dapat mengurangi beban kerja pekerja. Sikap tubuh dalam pekerjaan sangat dipengaruhi oleh bentuk, susunan, ukuran dan penempatan mesin-mesin, penempatan alat-alat petunjuk dan cara-cara melayani mesin (macam gerak, arah, gerakan). Selain itu, kebersihan dan perawatan alat kerja harus senantiasa tetap terjaga.

Menurut prinsip ergonomi, untuk normalisasi ukuran mesin dan alat-alat industri, harus diambil ukuran terbesar sebagai dasar serta diatur dengan suatu cara, sehingga ukuran tersebut dapat dikecilkan dan dapat dilayani oleh tenaga kerja yang lebih kecil. Contoh : kursi yang dapat dinaik-turunkan, tempat duduk yang dapat distel mundur atau maju, dan lain-lain

Beban kerja

Pada studi kasus yang dihasilkan oleh Indonesian Cleaner Industrial Production (ICIP) program yang disponsori oleh pemerintah Indonesia dan Badan Pembangunan Internasional Amerika Serikat (USAID). Suatu industri accumulator beroperasi satu, dua atau tiga shift per hari (tergantung pada peralatan, proses, dan musim) dan mempekerjakan kira-kira 220 orang. Mereka menjual 231.000 buah unit. Pola kerja yang berubah-ubah serta

tingkat gaji dan jaminan sosial bagi pekerja yang relatif rendah berdampak pekerja melakukan kerja tambahan secara berlebihan. Hal ini bisa mengakibatkan beban psikis dalam jangka waktu lama sehingga dapat menimbulkan stress pada para pekerja tersebut.

Akibat beban kerja yang terlalu berat atau kemampuan fisik yang terlalu lemah dapat mengakibatkan seorang pekerja menderita gangguan atau penyakit akibat kerja.

Lingkungan Kerja

Lingkungan kerja di suatu industri sangat penting pengaruhnya terhadap kinerja pekerja. Lingkungan yang dirasakan mengganggu (misanya: suhu ruangan terlalu panas, bising, penerangan terlalu besar atau kecil, debu dan lain-lain) dapat menimbulkan beban tambahan bagi pekerja sehingga beban kerja yang di terima berlebihan.

PENGUKURAN	KELAINAN/PENYAKIT
1. Bising	Gangguan pendengaran : Tuli
2. Panas	- Heat Stroke - Cramp - Dehidrasi
3. Arus Listrik	Shock
4. Debu	ISPA
5. Uap	- Metal Fume Fever - Dermatitis Alergi - Toksikosis
6. Gas	- Iritasi Mucosa Larynx - Anemia
7. Larutan bahan kimia	- Intoksikasi
8. Bakteri	- Asma alergi - Bronchitis

Menurut prinsip ergonomi, beban tambahan akibat lingkungan sebaiknya ditekan menjadi sekecil-kecilnya. Contohnya daya penglihatan dipelihara sebaik-baiknya terutama dengan penerangan yang baik dan cukup, disediakan ventilasi yang cukup agar kelembaban ruangan tetap terjaga dalam batas normal.

4. GANGGUAN KESEHATAN YANG MUNCUL PADA INDUSTRI ACCU

Gejala Klinis

Dampak Larutan Bahan Kimia dan Logam Berat terhadap Kesehatan

A. Timbal (Pb)

Timbal adalah *neurotoksin* – racun penyerang syaraf – yang bersifat akumulatif dan dapat merusak pertumbuhan otak pada anak-anak. Studi mengungkapkan bahwa dampak timbel sangat berbahaya pada anak-anak karena berpotensi menurunkan tingkat kecerdasan (IQ). Selain itu, timbel (Pb) sebagai salah satu komponen polutan udara mempunyai efek toksit yang luas pada manusia dan hewan dengan mengganggu fungsi ginjal, saluran pencernaan, sistem saraf pada remaja, menurunkan fertilitas, menurunkan jumlah spermatozoa dan meningkatkan spermatozoa abnormal serta aborsi spontan.

Timbal masuk ke dalam tubuh melalui pernafasan (85%), pencernaan (14%), kulit (1%), setelah seseorang tersebut berada dalam udara yang tercemar timbel. Setiap paparan udara yang tercemar timbel sebesar 1 ig/m^3 berpeluang menyumbangkan 2.5 – 5.3 ig/dl timbel pada darah seseorang yang berada di tempat tersebut.

Paparan timbel melalui udara, makanan, dan kulit dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan. Pada anak usia balita mengakibatkan penurunan tingkat kecerdasan (IQ), kelambanan pertumbuhan, dan autisme. Pada dewasa menyebabkan hipertensi, penyakit jantung, gangguan fungsi ginjal, penurunan kemampuan fisik, dan gangguan syaraf.

Pada kadar rendah, keracunan timbal pada anak dapat menyebabkan:

- Penurunan IQ dan pemusatan perhatian
- Kesulitan membaca dan menulis
- Hiperaktif dan gangguan perilaku
- Gangguan pertumbuhan dan fungsi penglihatan dan pergerakan
- Gangguan pendengaran

Pada kadar tinggi, keracunan timbal pada anak dapat menyebabkan:

- Anemia
- Kerusakan otak, liver, ginjal, syaraf dan pencernaan
- Koma
- Kejang-kejang atau epilepsi
- Kematian

Dampak keracunan yang terjadi pada anak bersifat jangka panjang dan tidak dapat pulih, diperparah oleh paparan timbal berulang-ulang dan akumulasi di dalam tubuh.

Salah satu kelainan penyakit yang bisa diakibatkan oleh debu timbal adalah ISPA. Partikel-partikel debu timbal membawa lebih dari 300 jenis bakteri, virus dan rickettsia. Bakteri penyebabnya antara lain dari genus *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Pneumococcus*, *Hemophylus*, *Bordetella*, dan *Corynebacterium*. Sedangkan dari kelompok virus penyebabnya antara lain golongan *Mixovirus*, *Adenovirus*, *Coronavirus*, *Picornavirus*, *Mycoplasma* dan *Herpes virus*.

ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Akut) yang diadaptasi dari istilah dalam bahasa Inggris *Acute Respiratory Infection (ARI)* mempunyai pengertian sebagai berikut: **Infeksi** adalah masuknya kuman atau mikroorganisme ke dalam tubuh manusia dan berkembang biak sehingga menimbulkan gejala penyakit. **Infeksi akut** adalah infeksi yang berlangsung sampai dengan 14 hari. Batas 14 hari di ambil untuk menunjukkan proses akut meskipun untuk beberapa penyakit yang dapat digolongkan dalam ISPA, proses ini dapat berlangsung lebih dari 14 hari.

Saluran pernafasan adalah organ mulai dari hidung hingga alveoli beserta organ adnexa nya seperti sinus-sinus, rongga telinga tengah dan pleura. ISPA secara anatomis mencakup saluran pernafasan bagian atas, saluran pernafasan bagian bawah (termasuk jaringan paru-paru) dan organ adnexa saluran pernafasan. Dengan batasan ini, jaringan paru termasuk dalam saluran pernafasan (respiratory tract).

Gejala yang timbul adalah batuk, pilek dan panas/demam. Selain karena infeksi, ISPA juga bisa terjadi akibat debu dan polusi udara yang dalam hal ini adalah rontokan pasta pada proses pengisian pasta. Menurut penelitian yang dilakukan pada pekerja pabrik aki yang mengidap ISPA didapatkan data bahwa 60% dari pekerja yang menderita ISPA adalah pekerja yang ditempatkan pada bagian pengisian pasta tanpa menggunakan masker. Hal ini didukung dengan di temukannya Pb (timbal) pada saluran pernafasan pekerja yang mengidap ISPA tanpa riwayat penyakit pernah menderita ISPA sebelum bekerja di industri accu.

B. Asam Sulfat (H_2SO_4)

Asam sulfat merupakan bahan-bahan yang menyebabkan korosif. Apabila bahan ini mengenai kulit maka akan mengakibatkan iritasi dan dermatitis pada kulit. Batas maksimal kandungan sulfat di udara adalah $0,26 \text{ mg/m}^3$.

C. Mercury (Hg)

Dampak pada Kesehatan Mercury termasuk bahan teratogenik. MeHg didistribusikan keseluruh jaringan terutama di darah dan otak. MeHg terutama terkonsentrasi dalam darah dan otak. 90% ditemukan dalam darah merah.

Efek Fisiologis: Efek toksisitas mercury terutama pada susunan saraf pusat (SSP) dan ginjal, dimana mercury terakumulasi yang dapat menyebabkan kerusakan SSP dan ginjal antara lain tremor, kehilangan daya ingat.

Efek pada pertumbuhan : MeHg mempunyai efek pada kerusakan janin dan terhadap pertumbuhan bayi. Kadar MeHg dalam darah bayi baru lahir dibandingkan dengan darah ibu mempunyai kaitan signifikan. Bayi yang dilahirkan dari ibu yang terpajan MeHg bisa menderita kerusakan otak dengan manifestasi :

- Retardasi mental
- Tuli
- Penciutan lapangan pandang
- Buta
- Microcephaly
- Cerebral Palsy
- Gangguan menelan

Efek yang lain : Efek terhadap sistem pernafasan dan pencernaan makanan dapat terjadi pada keracunan akut. Inhalasi dari elemental Mercury dapat mengakibatkan kerusakan berat dari jaringan paru. Sedangkan keracunan makanan yang mengandung Mercury dapat menyebabkan kerusakan liver.

D. Nikel (Ni)

Dampak terhadap Kesehatan Ni dan senyawanya merupakan bahan karsinogenik. Inhalasi debu yang mengandung Ni- Sulfide mengakibatkan kematian karena kanker pada paru-paru dan rongga hidung, dan mungkin juga dapat terjadi kanker pita suara.

E. Cadmium (Cd)

Dampak pada kesehatan Beberapa efek yang ditimbulkan akibat pemajanan Cd adalah adanya kerusakan ginjal, liver, testes, sistem imunitas, sistem susunan saraf dan darah.

Dampak kesehatan cadmium terhadap ginjal terjadi apabila kadar Cd 200 mcg/g akan menyebabkan cedera ginjal, proteinuria karena cedera tubuli contortus proximal. Pada paparan Cd berat dapat juga mengakibatkan luka pada glomeruli, berkurangnya filtrasi, serta timbulnya aminoasiduria, glikosuria, dan proteinuria. Pada paru akan

menyebabkan sesak napas karena emphysema dan fibrosis paru.

5. STRATEGI PENANGGULANGAN

Proses Produksi

Strategi penanggulangan yang dilakukan saat proses produksi berlangsung, dapat dilakukan berbagai cara antara lain:

Pemberian pasta

Adanya rontokan pasta di lantai, mixer yang tidak ditutup pada saat penambahan serbuk timbal, mengganggu lingkungan kerja karyawan. Dengan lebih sering membersihkan lantai, menutup bagian atas mixer dan menampung rontokan pasta kedalam drum akan mengurangi paparan debu timbal terhadap karyawan di lingkungan kerja. Di samping itu untuk meningkatkan mutu pasta direkomendasikan untuk memasang mixer baru yang juga akan meningkatkan laju pemberian pasta dan mengurangi limbah pasta.

Pematangan

Pematangan dilakukan dengan menggunakan kereta beroda yang didorong secara manual keluar dari flash dryer menuju ruang pematangan. Untuk meningkatkan kapasitas curing, direkomendasikan untuk memodifikasi kereta supaya pelat pelat berpasta bisa disusun menjadi tiga tingkat sehingga kapasitas pematangan bertambah. Kemudian sirkulasi udara dan semprotan air juga perlu ditambahkan.

Pemberian muatan

Direkomendasikan untuk menghilangkan penggunaan defoamer karena defoamer bisa melarutkan expander dalam plat negative. Untuk menggantikannya perlu dipasang sistem ventilasi yang memadai. Modifikasi siklus pemuatan listrik (charging) juga perlu dilakukan untuk menghemat listrik. Kemudian untuk menghemat pemakaian air, proses pencucian perlu ditiadakan. Akhirnya dengan menghilangkan proses pemotongan kisi-kisi maka limbah timbal juga akan berkurang.

Lingkungan kerja

Fisik

- Memasang temperatur suhu untuk menjaga suhu ruangan
- Pengelompokan alat alat berdasarkan fungsinya
- Adanya jalan-jalan atau gang yang bisa digunakan sebagai jalan darurat bila terjadi kecelakaan
- Tempat kerja harus bersih dengan penerangan yang cukup

Kimia

- Memasang sistem ventilasi yang memadai dengan sirkulasi udara yang adekuat
- Menyediakan tempat penyimpanan yang aman untuk bahan kimia yang berbahaya
- Mengontrol kadar debu di tempat kerja
- Air untuk mandi dan cuci mata harus cukup tersedia terutama untuk membersihkan bahan-bahan korosif
- Bubuk-bubuk yang tumpah harus diambil dengan alat penghisap vakum

Biologi

- Sanitasi lingkungan kerja yang memadai (tempat cuci tangan, ruangan makan)
- Ruang pertolongan pertama yang terletak di lingkungan kerja
- Terdapat fasilitas kesehatan

Ergonomi

- Memposisikan pekerja sesuai dengan keahliannya
- Peralatan disesuaikan dengan ukuran pekerja
- Menyediakan ruang oksigenasi
- Tersedianya waktu istirahat yang cukup
- Penempatan mesin-mesin dan alat-alat industri dengan tepat

Karyawan

Pencegahan Primer

- Pemberian pelatihan awal (training) bagi para pekerja
- Mempergunakan alat pelindung diri, yaitu :
 - a. Kepala : Pengikat rambut, penutup rambut, topi dari berbagai bahan
 - b. Mata : Kacamata dari berbagai gelas
 - c. Muka : Perisai muka
 - d. Tangan dan jari : Sarung tangan
 - e. Kaki : Sepatu
 - f. Alat pernafasan : Respirator/ masker khusus
 - g. Telinga : Sumbat telinga, tutup telinga
 - h. Tubuh : Pakaian kerja dari berbagai bahan
- Health promotion (gizi, sanitasi, penyakit akibat kerja, kebiasaan hidup sehat)
- Biological monitoring
- Pekerja tidak boleh makan, minum, dan merokok di tempat kerja untuk menghindari masuknya logam berat lewat mulut

Pencegahan Sekunder

- Pekerja harus diwajibkan melaporkan untuk diperiksa pada kejadian kecelakaan yang pertama
- Segera mengkonsultasikan keluhan fisik yang dirasakan

- Screening test
- Memeriksa status kesehatan para pekerja setiap 6-12 bulan sekali
- P3K bila terjadi luka bakar akibat asam :
 - a. Gunakan sodium bikarbonat atau larutan baking powder ke daerah yang terbakar
 - b. Letakkan korban di bawah shower lalu semprot dengan air bersih
- Bila mata terkena larutan elektrolit maka basuh muka sebanyak banyaknya dengan air bersih dan gunakan minyak olive ke mata

Pencegahan Tersier

- Pemberian istirahat yang cukup
- Kontrol kesehatan secara rutin
- Rehabilitasi
- Pemberian pengobatan yang murah, berkelanjutan, ditunjang dengan perbaikan holistic kesehatan pekerja

Sosial dan Budaya

- Usia yang sudah tua diberi beban kerja yang lebih ringan
- Membedakan antara pria dan wanita dalam penempatan kerja
- Pengetahuan dan keterampilan dalam pengoperasian alat kerja
- Bersikap dan berperilaku baik selama bekerja
- Mengetahui apa yang harus dilakukan dalam pertolongan pertama

Sistem Manajemen

Proses Produksi

- Pengawasan proses produksi secara intensif dan berkala
- Penerapan kebijakan substitusi bahan produksi yang berbahaya dengan bahan yang tidak berbahaya atau yang tidak terlalu berbahaya
- Penerapan system operasi tertutup untuk unit unit yang menimbulkan gas atau uap ke udara dari bahan bahan kimia yang berbahaya
- Peninjauan ulang kelayakan alat untuk produksi ditinjau dari ergonomi maupun produksi, serta perawatan alat produksi berkala

Lingkungan Kerja

- Penerapan pengukuran kadar bahan kimia berbahaya dan kondisi fisik di lingkungan kerja secara berkala
- Pengkodisian suhu lingkungan kerja yang nyaman dan kondusif bagi para pekerja
- Pemberian fasilitas sanitasi yang memadai, layak, higienis, dan bersih
- Penerapan kebijakan tidak diperbolehkan merokok di tempat produksi

Karyawan

- Penetapan prosedur kerja yang harus dilakukan oleh para pekerja, meliputi : prosedur pekerja, saat bekerja, dan pasca bekerja yang berhubungan dengan keselamatan kerja
- Pemberian gaji yang memadai dan gizi tambahan khususnya untuk pekerja yang sering terpapar bahan kimia berbahaya
- Pemberian honor lembur sesuai dengan standart ILO
- Penyediaan fasilitas kesehatan yang lengkap dan memadai
- Pemberian jaminan sosial tenaga kerja
- Kebijakan untuk pemberian ijin cuti bagi para pekerja yang dalam kondisi tidak memungkinkan untuk bekerja

Perundang-undangan

Adanya Undang-Undang dan Peraturan Pemerintah lainnya dalam praktek Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja adalah keperluan yang tidak bisa ditawar-tawar lagi. Atas kekuatan Undang-Undanglah pejabat Departemen Tenaga Kerja atau Departemen Kesehatan dapat melakukan inspeksi dan memaksakan segala sesuatunya yang diatur oleh UU atau peraturan-peraturan itu kepada perusahaan. Apabila nasihat atau peringatan tidak dihiraukan, maka atas kekuatan UU pula dipaksakan sanksi menurut Undang-Undang .

UU No. 14 tahun 1999 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Mengenai Tenaga Kerja yang memuat ketentuan-ketentuan pokok tentang tenaga kerja, mengatur hygiene perusahaan dan kesehatan kerja sebagai berikut :

1. Tiap tenaga kerja berhak mendapat perlindungan atas keselamatan, kesehatan, kesusilaan, pemeliharaan modal serta perlakuan yang sesuai dengan martabat manusia dan moral agama (pasal 9)
2. Pemerintah membina perlindungan kerja yang mencakup :
 - a. Norma kesehatan kerja dan hygiene perusahaan
 - b. Norma keselamatan kerja
 - c. Norma kerja
 - d. Pemberian ganti kerugian, perawatan dan rehabilitasi dalam hal kecelakaan kerja

Selain itu, ditetapkan pula UU atau peraturan-peraturan yang berlaku yang ada sangkut pautnya dengan hygiene Perusahaan dan Keselamatan Kerja, yaitu :

- Undang Undang Kerja (1948-1951)
UU kerja ini dinyatakan berlaku dengan Peraturan Pemerintah tahun 1951 bagi pekerja wanita peraturan tentang kerja bagi anak-anak, orang muda, dan wanita, persyaratan tempat kerja, serta lain-lain

- Undang Undang Kecelakaan (1947-1957)
Undang Undang Kecelakaan menentukan penggantian kerugian kepada buruh yang mendapat kecelakaan atau penyakit akibat kerja, dari itu nama Undang Undang Kompensasi Pekerja (Workmen Compensation Law)
- Undang Undang Keselamatan Kerja (UU No. 1 tahun 1970)
UU ini memuat tentang ketentuan-ketentuan umum tentang keselamatan kerja yang sesuai dengan perkembangan masyarakat, industrialisasi, teknik dan teknologi dalam rangka pembinaan norma-norma keselamatan kerja sesuai dengan UU tentang Ketentuan Pokok mengenai tenaga kerja. Yang diatur oleh UU tersebut ialah Keselamatan kerja dalam segala tempat kerja baik di darat, dalam tanah, di permukaan air, di dalam air maupun di udara, yang berada didalam wilayah kekuasaan hukum RI
- Rekomendasi ILO serta WHO.
Konvensi No. 155/1981, ILO menetapkan kewajiban setiap negara untuk merumuskan, melaksanakan dan mengevaluasi kebijakan nasionalnya di bidang kesehatan kerja serta lingkungan kerja.

PENUTUP

Kesimpulan

Setiap industri pasti memiliki manfaat dan dampak negatif dari barang yang diproduksi, beberapa manfaat dari accu antara lain :

1. Untuk dapat menghidupkan mesin mobil (mencatu arus pada dinamo stater kendaraan).
2. Untuk menyalakan lampu-lampu yang ada pada mobil dan peralatan lain yang ada di mobil yang membutuhkan listrik.
3. Bisa menyalakan benda-benda yang membutuhkan arus listrik DC, baik benda *portable* maupun yang tidak.

Sedangkan dampak negatif yang ditimbulkan dari accu yaitu :

1. Accu yang sudah tidak dipakai akan menimbulkan racun dan pencemaran pada tanah.
2. Air pada accu bekas dapat melepuhkan serat-serat kain dan dapat menyebabkan kulit terasa sangat gatal.
3. Kendaraan bermotor tidak bisa jalan tanpa accu, ini menimbulkan ketergantungan kendaraan bermotor pada sebuah accu
4. Efek bahan-bahan kimia dan logam-logam berat pada proses produksi kepada para pekerja dalam jangka waktu yang panjang maupun pendek

Upaya untuk memelihara dan meningkatkan derajat kesehatan adalah upaya promotif, preventif, pengobatan dan pemulihan; dengan menitik beratkan pada upaya

promotif dan preventif. Filosofi kesehatan yang menyatakan bahwa mencegah lebih mudah dan murah dari pengobatan, sebaiknya dapat menjadi rujukan.

Pemerintah telah mengeluarkan berbagai peraturan yang berhubungan dengan masalah lingkungan hidup, antara lain yang mengatur bahwa limbah yang dihasilkan oleh suatu kegiatan (misal : industri) yang dibuang ke lingkungan (udara dan perairan) harus sesuai dengan baku mutu lingkungan baik itu baku mutu untuk udara maupun baku mutu untuk air.

Maksud dan tujuan peraturan tersebut adalah sebagai upaya pencegahan agar daya dukung lingkungan dan daya tampung lingkungan untuk kelangsungan hidup manusia dapat dipertahankan. Biaya yang dikeluarkan dari pada untuk pengobatan atau pemulihan kesehatan lebih baik untuk menjaga, memelihara dan melestarikan lingkungan agar manusia dapat tetap produktif dan dapat menikmati hidupnya.

Saran

- Diharapkan perusahaan-perusahaan industri dapat lebih memperhatikan kesehatan dan keselamatan kerja para karyawan perusahaan
- Perusahaan melakukan berbagai upaya untuk memperkecil resiko pekerja pabrik Accu dapat dilakukan tindakan sebagai berikut :
 1. Memberi informasi tentang higiene industri yang baik dalam mendukung efisiensi dan produktivitas perusahaan.
 2. Memberikan informasi tentang bahaya dan cara mencegah lingkungan dalam pengoperasian proses produksi di perusahaan
 3. Memberikan informasi mutakhir perkembangan higiene industri di dunia menghadapi paparan kimia, fisika, biologi dan lain-lain.
- Perusahaan harus lebih selektif dalam pengangkatan tenaga kerja
- Antara pekerja dan pemilik perusahaan harus terjalin hubungan yang baik dan harmonis, sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lancar

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, Umar Fahmi. *Dampak pada udara dan kebisingan*. Pusat Pengembangan Studi Masalah Lingkungan. Universitas Indonesia. Jakarta. 1986.
- Azwar , Azrul. *Ilmu Kesehatan Masyarakat* . Mutiara: Jakarta. 1983
- Anonimus. Departemen Kesehatan R.I. *Bahan-Bahan Berbahaya dan Dampaknya terhadap Kesehatan Manusia*. Jakarta. 2001
- Darsosumarto, S. *Teknik dan Prosede Pembuatan Accu*. Balai Pustaka : Jakarta. 1962
- Departemen Kesehatan R.I. *Sistem Kesehatan Nasional*, Depkes R.I. Jakarta, 1982.
- Kusnoputranto, Haryoto. *Kesehatan Lingkungan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Universitas Indonesia, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Jakarta. 1985.
- www.google.com (Pemaparan timbal dan anemia pada anak-anak di Jakarta, Indonesia. Laporan Akhir oleh Rachel Albalak. Jakarta. 200. pdf)
- www.google.com (Cara Kerja Aki)
- www.google.com (Pikiran Rakyat Cyber Media. Reaksi Kimia di Balik Kotak Api. Oleh: Widodo Suryaningrat, mahasiswa Fisika UPI. Kamis, 26 Agustus 2004)
- www.google.com (Resiko pekerja pabrik aki dan penanggulangannya, 2007)