

T-01

RANCANG-BANGUN SISTEM *INTERLOK* UNTUK OPERASI MBE LATEKS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER

Taxwim, Slamet Santosa
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan

Telah dilakukan rancang bangun sistem interlok untuk operasi Mesin Berkas Elektron (MBE) menggunakan mikrokontroler. Rancang bangun ini bertujuan sebagai sistem kontrol operasi MBE agar dapat beroperasi secara normal. Sistem ini sebagai kontrol operasi untuk mengijinkan atau tidak mengijinkan status parameter untuk beroperasi sehingga akan menjamin keselamatan operasi MBE. Metoda operasi sistem ini berdasarkan parameter *interlock* sebagai masukan yaitu kunci operasi, pendingin, vakum, pemfokus, pemayar, blower window, bejana tekan, pintu iradiasi bejana iradiasi, sumber elektron, sumber tegangan tinggi, dan parameter TRIP yaitu: *emergency, over current, over heating, over high voltage, smoke*, batas vakum, sistem optik dan batas tekanan dari bejana tekan, sedangkan parameter keluarannya berupa sinyal digital yang mengaktifkan *electromagnetic relay* sebagai sinyal *interlock* dan TRIP. Apabila salah satu atau seluruh parameter masukan belum siap maka MBE akan *interlock* artinya bahwa tombol operasi STT (Sumber Tegangan Tinggi) dan SE (Sumber Elektron) tidak dapat dinaikkan tetapi dapat diturunkan, sedangkan sinyal TRIP akan aktif apabila salah satu atau seluruh parameter TRIP mengirimkan sinyal TRIP untuk *shutdown*. Seluruh rangkaian sistem ini dikontrol oleh mikrokontroler jenis AVR Atmega 8535 yang dapat diprogram dengan menggunakan bahasa pemrograman *BASCOM*. Sistem ini juga dilengkapi sistem redundansi berupa rangkaian yang dibangun dari gerbang-gerbang logika. Hasil rancang bangun menunjukkan bahwa sistem *interlock* dengan mikrokontroler ini dapat beroperasi sesuai dengan rancangan.

Kata kunci: sistem *interlock* MBE, mikrokontroler Atmega 8535

PT-02

KONSTRUKSI DAN UJI FUNGSI SISTEM INSTRUMENTASI DAN KENDALI PERANGKAT VAKUM MBE 300 keV/20 mA

Eko Priyono dan Taxwim
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan

Telah dilakukan konstruksi dan uji fungsi Sistem Instrumentasi dan Kendali (SIK) perangkat vakum MBE 300 keV/20 mA yang diaplikasikan untuk proses iradiasi pada industri lateks. Konstruksi dilakukan dengan mengacu rancangan detail SIK perangkat vakum MBE 300 keV/20 mA. Sistem ini berfungsi untuk mengoperasikan perangkat vakum sesuai dengan prosedur operasi standart dan kriteria rancangan detail. Sistem ini terdiri dari : modul logic, modul operasi, modul pengaman dan panel kendali. Sistem ini dikonstruksi menggunakan komponen-komponen utama gerbang *OR*, gerbang *AND*, lampu indikator LED 3 warna, *relay* TPDT (*tetra-pole double trough*), magnetik kontaktor, resistor, IC OpAmp, transistor dan saklar ON/OFF dengan catu tegangan DC 5V untuk IC TTL dan $\pm 12V$ untuk IC OpAmp serta dilengkapi dengan isyarat TRIP/READY vakum untuk sistem *interlock*. Uji fungsi terhadap sistem ini dilakukan tanpa beban (komponen vakum tidak dihubungkan). Hasil uji fungsi menunjukkan bahwa sistem telah mampu mengoperasikan relay-relay yang akan dihubungkan ke komponen vakum sesuai dengan kriteria rancangan detail SIK perangkat vakum yang telah ditentukan.

Kata kunci : Konstruksi, SIK, Vakum

PT-03

KONSEP PENGUNGKUNGAN INERSIAL ELEKTROSTATIK PULSA

Widdi Usada, Agus Purwadi
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan

Makalah ini menjelaskan dasar pembentukan plasma serta penarikan ion ke arah radial ke dalam oleh elektroda grid bentuk yang bertegangan pulsa negatif. Karena elektrode dalam tersebut berongga maka terjadi tumbukan antar ion di pusat elektrode bagian dalam tersebut. Bila ion-ion tersebut merupakan unsur bahan bakar untuk fusi seperti deuterium, proton, tritium dan lain sebagainya maka tumbukan ion tersebut dapat menghasilkan reaksi fusi dengan memberikan produk fusi dengan perolehan energi yang cukup besar. Tumbukan ion dapat terjadi pada suatu sistem rangkaian listrik yang terdiri dari sumber tegangan tinggi, tahanan pembatas arus pengisi kapasitor, kapasitor, spark-gap, diode, dan bejana vakum baik dalam geometri grid silinder koaksial maupun geometri bola konsentrik. Agar ada penarikan ion oleh elektrode bagian dalam, maka elektrode bagian dalam dikenakan tegangan negatif, sedangkan elektrode bagian luarnya dihubungkan dengan tanah. Dengan sistem tersebut, dapat dibuat rangkaian ekivalennya. Dengan memvariasi parameter-parameter rangkaian seperti tahanan dioda dan tahanan plasmanya dapat diketahui besaran seperti arus, tegangan, waktu pembangkitan dan waktu peluruhan arus plasmanya.
Kata kunci : plasma, pengungkungan, elektrostatik, fusi, pulsa.

PT-04

ANALISIS PERHITUNGAN SISTEM VENTILASI PADA RANCANGAN MBE 300 keV/20 mA UNTUK IRADIASI LATEKS

Sutadi, Rany Saptajji, Suprpto, Darsono
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan

Analisis perhitungan meliputi estimasi konsentrasi ozon pada ruang iradiasi, tinggi cerobong buangan, serta penentuan spesifikasi blower yang dibutuhkan. Konsentrasi ozon dihitung berdasarkan parameter operasi MBE, volume ruang iradiasi, debit blower window dan blower ozon. Untuk mencegah akumulasi konsentrasi ozon pada ruang iradiasi, blower pendingin window dan blower penghisap ozon harus beroperasi secara bersamaan dengan debit blower penghisap ozon relatif lebih besar dibanding debit blower pendingin window. Ozon yang terbentuk selama operasi MBE akan disirkulasi oleh blower ozon dan dibuang ke udara bebas lewat cerobong buangan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dengan bekerjanya sistem ventilasi, konsentrasi ozon pada ruang iradiasi menurun secara eksponensial sebagai fungsi lama waktu operasi MBE, di mana setelah MBE beroperasi selama 5 menit konsentrasi ozon pada ruang iradiasi sudah berada di bawah batas ambang keselamatan ($< 0,1$ ppm). Untuk debit aliran blower penghisap ozon terpasang pada sistem ventilasi sebesar $12 \text{ m}^3/\text{menit}$, dibutuhkan tinggi cerobong buangan minimum setinggi 3 m. Guna mendukung sistem ventilasi MBE 300 keV/20 mA untuk iradiasi lateks, jika digunakan pipa sirkulasi ukuran diameter 4" dengan panjang aliran sekitar 12 m, dibutuhkan blower jenis sentrifugal dengan spesifikasi teknis: debit aliran $30 \text{ m}^3/\text{menit}$, total head 359 mm-air, serta daya motor penggerak 3 kW.
Kata kunci: sistem ventilasi, mesin berkas elektron, iradiasi lateks

PT-05

SIMULASI PENGARUH DAYA TERDISIPASI TERHADAP SISTEM PENDINGIN PADA BEJANA TEKAN MBE LATEKS

Emy Mulyani, Suprpto, Sutadi
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan

Simulasi pengaruh daya terdisipasi terhadap sistem pendingin pada bejana tekan MBE Lateks telah dilakukan. Simulasi dilakukan untuk mengetahui pendinginan serta temperatur gas isian bejana tekan ketika MBE sedang dioperasikan. Sebagai pendingin dirancang koil pendingin dari bahan SS 304 dengan diameter luar 17 mm, panjang 10 meter dan media pendingin berupa air. Hasil perhitungan menunjukkan nilai koefisien konveksi fluida pendingin sebesar 4622,3 W/m²K, koefisien konveksi pada daerah fluida yang didinginkan sebesar 85,63 W/m²K dan koefisien perpindahan panas menyeluruh 83,51 W/m²K. Daya terdisipasi menyebabkan kenaikan temperatur gas di bejana tekan karena merupakan daya dari berkas elektron dan tabung pemercepat yang diubah menjadi panas dan tersimpan dalam bejana tekan saat MBE sedang beroperasi. Temperatur gas isian (CO₂+N₂) dalam kondisi normal yaitu 31,69 walaupun daya terdisipasi mencapai 510 watt. Kenaikan temperatur output fluida pendingin (*T_o*) memberi dampak kenaikan pada temperatur gas isian.

Kata Kunci : Bejana Tekan, Pendinginan, Mesin Berkas Elektron

PT-06

RANCANGBANGUN PANEL KENDALI MESIN BERKAS ELEKTRON MBE 300 keV/20 mA UNTUK INDUSTRI LATEKS

Saminto, Taxwim, Eko Priyono, Dwi Mulyanto
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses bahan

Telah dirancang dan dibuat sebuah panel kendali untuk fasilitas pengoperasian MBE. Di dalam panel kendali ini memuat pengkawatan listrik, enam buah rak untuk meletakkan sistem *interlok*, kendali tegangan tinggi, catu daya dc, sistem pemfokus, sistem pemayar dan kendali sumber elektron. Bagian depan panel berfungsi sebagai pintu panel dilobangi untuk fasilitas lampu indikator, panel meter digital, saklar-saklar operasi, saklar darurat dan saklar daya. Bagian belakang panel dilobangi untuk ventilasi udara dan saluran kabel penghubung ke unit lain. Samping kiri, kanan, atas dan bawah ditutup dengan plat aluminium. Tataletak tampilan parameter operasi pada panel depan terdiri dua kelompok. Kelompok atas terdiri dua kolom yaitu indikator sinyal *trip* MBE dan indikator catu daya. Kelompok bawah terdiri tujuh kolom yaitu, pendingin, vakum, optik, tegangan tinggi, sumber elektron, tangki iradiasi dan daya. Konstruksi panel kendali dibuat bentuk kotak dengan ukuran tebal 80 cm, lebar muka 90 cm dan tinggi 190 cm dan menggunakan besi siku 4x4 cm sebagai kerangka dan plat aluminium tebal 2 mm sebagai tutup kerangka. Konstruksi panel kendali ini dibuat untuk operator berdiri, kompak dan dapat dipindahkan.

Kata kunci: Mesin Berkas Elektron, panel kendali

PA-01

EFEK DOPING INDIUM TERHADAP SENSITIVITAS SENSOR GAS ZnO

Sayono, Tjipto Sujitno, Lely Susita RM
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan-BATAN

Telah dilakukan penelitian efek doping indium dengan variasi berat 0,0370; 0,0485 dan 0,0702 gram terhadap permukaan lapisan tipis ZnO sebagai van sensor gas menggunakan *DC sputtering*. Doping indium pada lapisan tipis ZnO dilakukan dengan parameter proses *sputtering* tegangan elektroda 3 kV, arus 20 mA, tekanan vakum 1,8 x 10⁻⁴ torr, waktu deposisi 120 menit dan suhu 200 °C. Untuk mengetahui keberhasilan efek doping indium pada permukaan lapisan tipis ZnO dilakukan pengukuran resistansi, sensitivitas dan waktu tanggap sebagai fungsi suhu operasi sensor dengan gas uji karbon monoksida (CO), Amoniak (NH₃) dan aseton (CH₃COCH₃). Dari percobaan dengan doping indium seberat 0,0485 gram dengan konsentrasi 106853,12 ppm diperoleh nilai resistansi, suhu operasi, sensitivitas dan waktu tanggap optimum untuk gas CO masing-masing: 13,5 kΩ; 120 °C, 54,05 %; dan 7 detik.

Kata Kunci: *Sputtering*, deposisi, doping, resistansi, sensitivitas dan waktu tanggap

PA-02

ANALISA STRUKTUR LAPISAN TIPIS ALUMINIUM PADA SUBSTRAT KACA MENGGUNAKAN XRD

Lely Susita RM, Tjipto Sujitno
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan

Teknik difraksi sinar X (XRD) merupakan metode analisa struktur kristal berdasarkan pada informasi puncak-puncak sudut hamburan maupun intensitasnya. Dari informasi sudut hamburan dapat dihitung jarak antar bidang, bidang-bidang kristal (hkl) maupun parameter kisinya (a.b.c). Oleh karena setiap bahan berstruktur kristal tertentu, maka secara tidak langsung teknik difraksi sinar X dapat dimanfaatkan untuk analisa unsur maupun senyawa. Dalam penelitian ini telah dilakukan analisa struktur kristal lapisan tipis aluminium (Al) pada substrat kaca untuk berbagai variasi ketebalan. Lapisan tipis Aluminium pada substrat kaca ini biasanya dimanfaatkan sebagai cermin pemantul dalam peralatan telescope. Deposisi aluminium pada substrat kaca untuk berbagai variasi ketebalan dilakukan dengan menggunakan peralatan *coating* jenis *Edward Vacuum Coater* model E610 di PTAPB-BATAN, Yogyakarta. Sedangkan analisa struktur kristal dilakukan menggunakan peralatan *X-Rays Diffractometer* di Lab Físika-FMIPA UNS, Surakarta. Dari hasil analisa struktur kristal dapat diketahui bahwa substrat kaca tidak berstruktur (amorf), sedangkan untuk ketebalan lapisan tipis Al dalam orde 57,4075 nm dan 76,5433 nm juga tidak berstruktur (amorf). Sedangkan pada ketebalan 95,6792 nm dan 114,8150 nm mulai terbentuk kristal, yang ditandai dengan munculnya puncak difraksi masing-masing pada sudut hamburan $2\theta = 39,1750^\circ$ dengan jarak antar bidang $d = 2,2972 \text{ \AA}$ dan $2\theta = 39,200^\circ$ dengan $d = 2,2963 \text{ \AA}$. Setelah dilakukan pencocokan dengan data JCPDS (Joint Committee Powder on Diffraction Standards), ternyata data sudut hamburan dan jarak antar bidang yang paling mendekati adalah $2\theta = 39,276^\circ$ dan $d = 2,2920 \text{ \AA}$ dengan bidang hkl (201), yang merupakan senyawa Aluminium Silicate ($\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$). Struktur kristal $\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$ adalah orthorombik dengan parameter kisi $a = 7,545 \text{ \AA}$, $b = 7,689 \text{ \AA}$ dan $c = 2,884 \text{ \AA}$.

Kata kunci : Lapisan Tipis Al, Struktur Cristal, XRD

PA-03

PENGARUH IRADIASI BERKAS ELEKTRON PADA LARUTAN GEL HIDROFILIK POLIVINIL ALKOHOL

Damunir, Rany Saptajji dan Suhartono
Pusat Teknologi Akselator dan Proses Bahan

Pengaruh iradiasi berkas elektron pada larutan gel hidrofilik polivinil alkohol telah dipelajari. Larutan gel hidrofilik Polivinil alkohol (PVA) dengan variasi konsentrasi 10-20 %, dibuat dengan melarutkan serbuk PVA dalam pelarut air, sambil diaduk dan dipanaskan pada suhu $70 \text{ }^\circ\text{C}$ selama 30 menit. Setelah didiamkan pada suhu ruangan selama 2 jam, larutan gel hidrofilik PVA dicetak pada flaksi glass berukuran $20 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times 0,1 \text{ mm}$ dan di iradiasi dengan berkas elektron menggunakan MBE BA-I 350/20/03 pada kondisi 255 keV/4 mA, kecepatan dosis 40 kGy dan waktu penyinaran 1 menit hingga menghasilkan hidrogel PVA. Hidrogel PVA dicuci dengan larutan aseton dan air bidestilat untuk menghilangkan senyawa kimia yang tidak bereaksi, lalu dikeringkan pada $40 \text{ }^\circ\text{C}$ selama 8 jam dan $100 \text{ }^\circ\text{C}$ selama 24 jam. Dengan cara yang sama, percobaan diulangi dengan memvariasikan ketebalan larutan gel hidrofilik PVA 20 % sebesar 0,1 - 0,5 mm. Karakterisasi gugus fungsional C-OH serta intensitas absorbansi pada serbuk PVA, larutan gel hidrofilik PVA dan hidrogel PVA, menggunakan spektroskopi FTIR pada bilangan gelombang $400\text{-}4000 \text{ cm}^{-1}$ dan efisiensi hidrogel PVA dengan metode gravimetri. Setelah itu, dihitung efisiensi ikatan silang hidrogel PVA dari perbandingan intensitas absorbansi gugus C-OH setelah radiasi terhadap intensitas absorbansi gugus C-OH sesudah iradiasi. Hasil percobaan menunjukkan bahwa pengaruh iradiasi berkas elektron pada larutan gel hidrofilik PVA adalah sensitif sekali terhadap sintesis hidrogel PVA yang meliputi bentuk, efisiensi ikatan silang dan hidrogel hasil iradiasi. Kondisi optimum adalah pada konsentrasi larutan gel hidrofilik PVA 20 % dengan ketebalan 0,1 mm. Hidrogel PVA yang dihasilkan berbentuk lembaran tipis transparan dengan efisiensi sebesar 99,36 % dan peresapan air sebesar 0,64 %. Efisiensi ikatan silangnya sebelum pencucian dan pengeringan sebesar 99,92% dan sesudah pencucian dan pengeringan sebesar 99,39 %.

Kata kunci: Gel, hidrofilik, radiasi, berkas elektron, hidrogel, pita serapan infra merah, gugus fungsional, efisiensi dan ikatan silang

PA-04

**DISTRIBUSI UNSUR DALAM SEDIMEN
SUNGAI GAJAHWONG DAERAH HULU HILIR
DENGAN ANALISIS AKTIVASI NEUTRON CEPAT (AANC)**

Agus Tri Purwanto, Elin Nuraini, Sunardi
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan

Telah dilakukan analisis cuplikan sedimen sungai Gajahwong dengan metode Analisis Aktivasi Neutron Cepat (AANC). Sumber neutron cepat berasal dari mesin generator neutron SAMES J-25 dengan energi neutron 14 MeV. Penelitian bertujuan untuk mengetahui unsur apa saja yang terkandung dalam sedimen sungai Gajahwong. Cuplikan diambil dari 7 lokasi yang ada di sepanjang sungai Gajahwong. Cuplikan sedimen tanah dibersihkan dari kotoran, dikeringkan, digerus hingga halus dan homogen dan dimasukkan dalam *vial polyetelin* seberat 1 gram. Kemudian cuplikan diaktivasi dengan neutron 14 MeV selama 30 menit dan dilanjutkan pencacahan dengan alat spektroskopi gamma. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar pada sampel sedimen sungai Gajahwong memiliki rentang sebagai berikut ; (1,90 - 4,68) % untuk Fe-56, (1,47 - 8,15) % untuk Al-27, (12,75 - 14,11) % untuk Si-28, (0,01 - 0,03) % untuk Mn-55. Hasil pengujian perbedaan rata-rata untuk kadar sampel sedimen pada tahun 2007 dan 2008 tidak mengalami perubahan yang terlalu signifikan, dengan rerata kenaikan presentase kadar dalam sampel sedimen sebesar 0,85%
Kata Kunci : *Sungai Gajahwong, metode AANC*

PA-05

**PENENTUAN DOSIS SERAP BERKAS ELEKTRON
UNTUK PENGOLAHAN GAS BUANG
MENGUNAKAN MESIN BERKAS ELEKTRON (MBE)**

Rany Saptaji, Elin Nuraini, Iswani Gitawati
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan

Perhitungan dosis serap berkas elektron bertujuan untuk menentukan seberapa besar dosis serap yang diperlukan untuk pengolahan gas buang. Besar dosis serap dipengaruhi oleh temperatur gas buang dan *removal efficiency* dikehendaki. Dari hasil perhitungan diperoleh dosis serap optimal untuk pengolahan gas buang (SO₂ dan NO_x) adalah 8 kGy untuk temperatur gas buang antara 63 °C sampai 67 °C dengan *removal efficiency* 67 % sampai 86 %. Hasil perhitungan ini dapat digunakan sebagai data perencanaan operasi dan perhitungan parameter lain yang berkaitan dengan perancangan sistem pengolahan gas buang SO₂ dan No_x.

PA-06

**PENGEMBANGAN DATABASE PROGRAM KOMPUTASI
UNTUK ANALISA AKTIVASI NEUTRON CEPAT**

Slamet Santoso, Darsono
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan

Untuk mendapatkan efisiensi daya unjuk kerja yang lebih baik, telah dilakukan pengembangan *database* pada program komputer untuk Analisa Aktivasi Neutron Cepat (AANC). Pengembangan *database* dilakukan dengan membuat tabel *database* data nuklir dan efisiensi detektor sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan komputasi cuplikan hasil iradiasi dan mengurangi masukan data melalui papan kunci. Konsekuensi dari pengembangan database tersebut antara lain perlu perubahan diagram alir data nuklir baik untuk pengambilan maupun penyimpanan data pada tabel yang bersesuaian dari program sebelumnya. Permintaan data SQL (SQL data queries) dibuat dengan antar-muka yang berorientasi halaman sehingga user dapat dengan mudah melakukan pembacaan dan penulisan pada tabel-tabel yang bersesuaian. Relasi tiap-tiap entitas tabel dilakukan normalisasi sehingga aliran data konteks menjadi efisien dan meminimumkan komunikasi antar tabel. Database yang dikembangkan dan program komputer baru telah dioperasikan untuk tujuan uji-coba dan verifikasi menggunakan data AANC untuk lingkungan. Dari hasil uji-coba dan verifikasi, program komputer tersebut dapat bekerja lebih efisien dan database data nuklir dapat diakses dengan lebih mudah.
Kata kunci: Metode AANC, komputasi dan pengembangan *database*.

PERAN TEKNOLOGI AKSELERATOR DALAM MENDUKUNG INDUSTRI

Darsono

Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan

Pada abad 21 ini teknologi akselerator partikel mempunyai peranan kunci yang sangat penting dalam kehidupan manusia, baik dalam bidang industri, kedokteran, lingkungan, dan keamanan nasional maupun IPTEK modern. Peran teknologi akselerator dalam bidang industri meliputi aplikasi implantor ion dan akselerator sinkroton elektron pada industri mikroelektronik, dan aplikasi MBE pada industri ban mobil, industri kawat dan kabel listrik, industri sterilisasi alat medik dan makanan, industri proses *curing and coating*, industri *polyethylene foam*, dan industri *heat shrinkable tube and film*. Dalam makalah ini diuraikan aplikasi teknologi akselerator partikel dalam bidang industri, dan juga dilaporkan hasil kajian peran teknologi akselerator partikel dalam mendukung industri di negara maju dan berkembang. Dari hasil kajian dapat disimpulkan bahwa: a) Dua negara maju yang menguasai teknologi akselerator dalam bidang industri adalah Amerika dan Jepang, b) Peran Teknologi akselerator yang memberikan skala ekonomi sangat signifikan adalah pada bidang industri mikroelektronik dan industri ban mobil. Pada tahun 1997 skala ekonomi teknologi akselerator pada industri mikroelektronik mencapai 66 M\$ USA dan pada industri ban mobil mencapai 23 M\$ USA, serta diperkirakan pada saat ini skala ekonomi pada industri tersebut mencapai 2 s/d 3 kali lipat. Di Indonesia, aplikasi teknologi akselerator telah merambah di berbagai bidang walaupun skala ekonominya masih kecil seperti pada industri ban mobil, rumah sakit, kantor bea cukai, dan lembaga litbang serta universitas. Diharapkan makalah ini dapat memberikan gambaran kepada peneliti akselerator, industriawan dan pengambil kebijakan mengenai pentingnya penguasaan IPTEK teknologi dan aplikasi akselerator.

Kata kunci: Teknologi akselerator, indistri, skala ekonomi.