

## Fenomena Pekerja Anak di Tambang Batubara

Abda Rani Puspitasari, Fatmariza, Maria Montessori, Henni Muchtar

Prodi Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan  
FIS Universitas Negeri Padang

Co-Author: **Fatmariza**

E-mail: fatmariza@fis.unp.ac.id

### ABSTRAK

*Penelitian ini dilatarbelakangi oleh masih adanya anak-anak yang menjadi pekerja, terdapat anak-anak yang bekerja mengganggu pendidikan dan putus sekolah dan kemiskinan dalam keluarga menyebabkan anak-anak putus sekolah dan memilih untuk bekerja. Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif dengan metode deskriptif, dimana penelitian kualitatif dengan metode deskriptif merupakan jenis penelitian yang bertujuan untuk mendeskripsikan dan menggambarkan fakta, ciri, dan hubungan fenomena yang diteliti secara sistematis dan tepat. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan observasi, wawancara, dan studi dokumentasi. Sedangkan, teknik yang digunakan untuk menguji keabsahan data yaitu dengan menggunakan teknik triangulasi sumber. Selanjutnya, untuk teknik analisis data menggunakan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan atau verifikasi data. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa uang yang didapatkan pekerja Tambang Batubara dimanfaatkan untuk keperluan pribadi, kemudian membayar hutang, dan membantu perekonomian keluarga.*

**Kata Kunci: pekerja anak, putus sekolah, tambang batu bara**

### ABSTRACT

*This research is motivated by the fact that there are still children who work, there are children whose work disrupts their education and drops out of school and poverty in the family causes children to drop out of school and choose to work. This type of research is qualitative research with a descriptive method, where qualitative research with a descriptive method is a type of research that aims to describe and illustrate facts, characteristics, and relationships of phenomena studied systematically and precisely. Data collection techniques are carried out by observation, interviews, and documentation studies. Meanwhile, the technique used to test the validity of the data is by using the source triangulation technique. Furthermore, for data analysis techniques using data reduction, data presentation, and drawing conclusions or data verification. The results of this study indicate that the money earned by Coal Mine workers is used for personal needs, then paying debts, and helping the family economy.*

**Keywords: child labor, school dropouts, coal mining**



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. ©2024 by author.

## PENDAHULUAN

Anak-anak merupakan generasi penerus, sehingga sangat penting untuk membuat mereka siap menghadapi masa depan yang lebih cerah. Hak seorang anak untuk memperoleh pendidikan, layanan kesehatan, dan pertumbuhan mental adalah hal utama yang seharusnya mereka terima sebagai bekal dalam menghadapi masa depan. Namun, kenyataannya tidak semua anak memperoleh hak yang seharusnya mereka terima. Masih ada sebagian anak yang justru harus bekerja untuk keluarga mereka sepanjang hidup mereka baik itu bekerja untuk mendapatkan upah atau bekerja untuk keluarga saja. Anak-anak yang bekerja untuk mendapatkan upah berkemungkinan kecil mempunyai kesempatan untuk mencapai masa depan yang lebih baik dan akan kehilangan masa mudanya, terutama jika mereka tidak bersekolah. Hal ini akan menjadi lebih buruk dan berbahaya lagi apabila anak-anak tersebut melakukan pekerjaan yang biasa dilakukan oleh orang dewasa. Hal ini akan memberikan dampak negatif terhadap pertumbuhan mental dan emosional anak serta kesehatan mereka secara keseluruhan, khususnya bagi mereka yang pekerjaannya menempatkan mereka dalam situasi yang sangat berbahaya dan dapat dirugikan.

Pekerja anak dihadapkan pada dua pilihan dalam alokasi waktu yaitu sekolah dan bekerja. Desakan untuk terjun pada kegiatan ekonomi karena adanya kemiskinan yang menyelimuti keluarga mereka dan orangtua yang tidak menganggap pendidikan merupakan investasi yang baik bagi anak-anak mereka, membuat opsi untuk bersekolah menjadi pilihan kedua dibanding opsi untuk bekerja (nursita,2022). Fenomena pekerja anak masih sering kita temui di berbagai daerah di Indonesia, salah satunya di Desa Talang Serdang Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun, Jambi. Pekerja anak di desa ini berusia 16-18 tahun dan berstatus masih sekolah yang bekerja di Tambang Batubara yang ada di Talang Serdang. Berikut adalah Sembilan anak yang peneliti temui yang sampai saat ini masih bekerja di tambang batubara.

Tabel 1. Daftar Nama Pekerja Anak Tambang Di Tambang Batubara Desa Talang Serdang

NO	Nama Anak	Umur	Pendidikan
1.	Putra Mahendra	17 Tahun	Kelas XII SMK
2.	Rizki Affandi	18 Tahun	Kelas XII SMK
3.	Muhammad Dias	18 Tahun	Kelas XII SMK
4.	Muhammad Handika	18 Tahun	Kelas XII SMK
5.	Muhammad Satio	16 Tahun	Putus Sekolah
6.	Apla	17 Tahun	Kelas XI SMK
7.	Herdiansyah	18 Tahun	Kelas XII SMK
8.	Yoga Saputra	18 Tahun	Kelas XII SMK
9.	Dandi Septenri	17 Tahun	Kelas XI SMK

Dari sembilan anak tersebut ada satu diantaranya terpaksa putus sekolah dikarenakan ekonomi yang rendah dan masalah keluarga. Muhammad satio biasa dipanggil Tio berusia 16 tahun memutuskan untuk berhenti sekolah, Tio hanya dapat menyelesaikan pendidikannya sampai dengan sekolah menengah pertama (SMP). Berbeda dengan temannya yang lain yang masih lanjut sekolah. Ditinjau dari hasil penelitian terdahulu yaitu hasil penelitian Bhakti et al (2020) menjelaskan adanya pekerja anak dipasar tradisional kota Jambi didasarkan oleh pendapatan keluarga yang rendah, jika dilihat dari kontribusi tinggi dan berperan besar pada pendapatan keluarga. Anak harus mendapatkan perhatian khusus karena pada kenyataannya pekerja anak bukan sekedar menjalankan pekerjaan dengan memperoleh upah, akan tetapi lekat sekali dengan eksploitasi, pekerjaan berbahaya, terhambatnya akses pendidikan dan bisa menghambatnya perkembangan fisik, psikis dan sosial anak. Berdasarkan latar belakang di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang mendalam tentang fenomena pekerja anak di tambang batubara Desa Talang Serdang Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun.

## **METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif dengan metode deskriptif. Lokasi penelitian dilakukan pada pertambangan batubara Desa Talang Serdang Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun, Jambi. Sumber data penelitian ada dua yaitu data primer yaitu informan kunci yaitu pekerja anak dan informan pendukung yang berasal dari keluarga, masyarakat dan pimpinan tambang. Kemudian Data sekunder yakni buku-buku artikel yang berkaitan dengan fenomena pekerja anak. Teknik pengumpulan data menggunakan tiga metode yaitu observasi, wawancara dan dokumentasi. Validitas data melalui teknik pemeriksaan keabsahan data yaitu menggunakan teknik triangulasi. Penelitian ini menggunakan analisis data kualitatif dari miles dan huberman yang terdiri dari tiga alur yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan wawancara dan observasi yang peneliti lakukan, patkan informasi bahwa memang ada anak yang bekerja di tambang Batubara di desa Talang Serdang. Diantara anak pekerja tambang yang dijadikan informan penelitian adalah anak-anak yang masih sekolah maupun yang sudah tidak melanjutkan sekolah. Pekerja anak tambang di desa Talang Serdang memiliki alasan umum untuk memenuhi kebutuhan pribadi dan uang yang didapat juga digunakan untuk keperluan pribadi. Beberapa juga untuk membantu perekonomian keluarga. Hal yang menarik perhatian peneliti di desa Talang Serdang adalah, dimana anak yang bekerja di tambang batubara tersebut ada yang masih sekolah, ada yang putus sekolah,

dan ada juga yang sudah lulus SMA. Namun mereka bekerja di tambang Batubara Timbahan sejak usia sekolah.

Usaha pertambangan telah memberikan harapan bagi banyak pihak baik di lingkup nasional, daerah dan swasta. Sejak berlakunya otonomi daerah, pemerintah di tingkat propinsi dan kabupaten berusaha untuk memperoleh wewenang mengelola sumber-sumber mineral ini. Simanjuntak (2002) mengamati bahwa pada tahun 2002, desentralisasi di sektor pertambangan memberi peluang kepada pemerintah daerah dan individu-individu untuk terlibat langsung dalam pengelolaan sumber-sumber mineral tersebut. Simanjuntak (2002) juga menemukan bahwa walaupun sebagian infrastruktur yang dibutuhkan (hukum, teknis dan modal) belumlah siap, pemerintah daerah nampaknya tidak ingin kehilangan kesempatan. Kurangnya kesiapan dalam peraturan dan pengawasan di tingkat daerah telah memberikan kontribusi atas rusaknya lingkungan dan masalah kesehatan di antara para penambang. Walaupun penghasilan yang diperoleh dari melakukan kegiatan penambangan bisa cukup besar, namun tingkat ketidakpastiannya sangat tinggi. Tidak setiap penambang dapat menemukan emas dan tidak pada setiap waktu emas yang cukup banyak dapat ditemukan. Selain itu ongkos pekerja dan modal perlu diperhitungkan. Ekonomi semacam ini, yang hanya berdasarkan satu sektor, sangatlah rentan. Saat ini penduduk Kelian Dalam, terutama orang-orang Dayak, tetap mempertahankan pertanian padinya untuk persediaan makanan. Pertanian merupakan mata pencaharian pokok walaupun mereka juga bekerja di sektor-sektor lain seperti menjadi penambang dan mengumpulkan hasil hutan seperti rotan dan kayu. Sebagian besar migran seperti orang-orang Bugis dan Jawa datang ke daerah tersebut untuk menambang emas, sehingga bertani bukanlah pilihan yang mungkin bagi mereka.

### **Pemanfaatan uang yang didapatkan pekerja anak di tambang batubara desa Talang Serdang Sarolangun**

Anak-anak yang melakukan pekerjaan tambang di desa Talang Serdang memiliki alasan umum untuk memenuhi kebutuhan pribadi dan uang yang didapat juga digunakan untuk keperluan pribadi, beberapa juga untuk membantu perekonomian keluarga. Salah satu contoh pemanfaatan uang pekerja anak ditambang batubara yaitu untuk membeli handphone. Disamping itu, ada juga anak yang menabung uang hasil kerja untuk tabungan melanjutkan kuliah nantinya. Pemanfaatan uang yang dilakukan oleh anak yang bekerja di Tambang Batubara selanjutnya yaitu digunakan untuk membantu membayar hutang keluarga.

Pendapatan anak pekerja Tambang Batubara selanjutnya digunakan untuk membantu perekonomian keluarganya dimana mereka memiliki jumlah saudara yang banyak sedangkan orangtua sakit dan tidak mampu memenuhi kebutuhan keluarga. Selain itu,

uang yang didapatkan bekerja Tambang Batubara digunakan untuk membantu biaya sekolah adik-adiknya agar tidak putus sekolah dan sejajar dengan anak-anak yang lain.

## **Dampak positif bagi anak pekerja tambang batubara Desa Talang Serdang**

### **1. Menumbuhkan Kemandirian Ekonomi**

Masalah-masalah di atas dalam jangka pendek bisa tertangani pekerja anak pada tambang batubara karena tambang ini sudah membantu yang tidak terdidik dan tidak terampil dalam mendapatkan pekerjaan. Sehingga pekerja anak bisa menghidupi diri sendiri dan juga bisa membantu bebean orangtua dan memenuhi kebutuhan rumah tangganya. Bagi pekerja anak yang bekerja pada tambang batubara ini merupakan pekerjaan yang menarik karena dianggap anak sebagai pekerjaan yang mudah dan tidak memerlukan persyaratan yang memberatkan pekerjaan anak untuk bekerja. Maka hasil pekerjaan pekerja anak akan memuaskan dan tidak jauh berbeda dari hasil kerja orang dewasa.

Produktifitas kerja pekerja anak di tambang batubara tersebut juga diperoleh oleh upah kerja, dimana pada dasarnya seorang bekerja mengharapkan imbalan yang sesuai dengan pekerjaan maka timbul gairah kerja dengan baik. Dalam penggunaan upah kerja digunakan untuk keperluan sehari-hari untuk membantu kebutuhan keluarga dan sisanya untuk memperbaiki penampilan. Selain pekerjaan yang menarik dan upah kerja yang baik, produktifitas juga dipengaruhi oleh lingkungan atau suasana kerja yang baik. Dengan lingkungan kerja yang baik maka akan membawa pengaruh pada segala pihak, baik para pekerja, pemimpin atau hasil pekerjaannya. Pada tambang batubara diterapkan untuk menjaga suasana kerja yang baik. Hal tersebut terlihat pada hubungan antara pekerja satu dengan pekerja lainnya maupun pekerja dengan pemimpin. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa secara tidak langsung pekerja anak sudah dituntut untuk hidup mandiri, berani menghadapi persoalan hidup sendiri, berani berjuang dalam kesulitan dan tidak pantang menyerah begitu saja. Sehingga pekerja anak yang mandiri ini sangat diharapkan untuk dapat membantu ekonomi keluarga.

### **2. Dapat meringankan ekonomi keluarga**

Pekerja anak memilih bekerja karena untuk membantu meringankan beban ekonomi keluarganya. Anak-anak bekerja mencari nafkah dan keikutsertaannya dalam kegiatan ekonomi bukanlah hal baru, bahkan sudah bekerja cukup lama, hanya kini peran itu lebih meningkat terutama untuk masa-masa yang akan datang. Seperti yang dilakukan pekerja anak yang bekerja di tambang batubara Desa Talang Serdang untuk menambahkan penghasilan keluarga. Oleh karena itu banyak keluarga dari anak yang mengizinkan anaknya bekerja baik itu ada karenai kemauan anak itu sendiri.

Terlepas dari besar kecilnya penghasilan yang mereka dapat, setidaknya-tidaknya dapat membantu meringankan keuangan atau ekonomi keluarga, terutama bagi keluarga yang orang tuanya tidak bekerja, bercerai atau meninggal dunia. Berdasarkan hasil penelitian yang peneliti lakukan ada satu anak yang tidak mempunyai sosok ayah. Pekerja anak tersebut adalah Apla, Apla sudah ditinggal ayahnya sejak menduduki kelas 3 SMP, ayah Apla mengidap penyakit maag kronis, semenjak itu Apla memutuskan bekerja mencari uang untuk meringankan beban yang ibunya tanggung. Berikut dapat dilihat hasil kerja Apla pekerja anak bisa meringankan ekonomi keluarga, Apla membiayai sekolah adiknya dengan memberikan uang saku jajan, dan memberikan peralatan sekolah adiknya.

Gambar 1. sepatu yang dibeli Apla untuk adiknya sekolah



Apla bekerja sebagai helper muat batubara ke Jambi yang mana bisa diupah dengan 50 ribu sekali narik, dan Apla juga bekerja menerpal bak mobil batubara langganannya dia. Dari uang itu Apla bisa membantu meringankan ekonomi keluarganya dengan memberi uang untuk adiknya jajan dan keperluan sekolah lainnya.

### **3. Mempunyai hasil Sendiri**

Pekerja anak yang bekerja di tambang batubara pada saat masih sekolah dapat memberikan keleluasan khusus karena mempunyai hasil sendiri. Uang tersebut bisa digunakan untuk keperluan sekolah, membeli barang yang diinginkan seperti handphone hingga untuk tabungan di masa depan.

## **Dampak negatif bagi anak pekerja tambang batubara Desa Talang Serdang**

### **1. Hilangnya Waktu Bermain**

Akibat yang dirasakan pekerja anak setelah bekerja yaitu dimasa umurnya yang seharusnya masih bisa bermain dengan teman-temannya, pekerja anak sudah dihadapkan oleh kenyataan hidup mereka melakukan pekerjaan yang sama dilakukan oleh orang dewasa. Sehingga tenaga dan waktu pekerja anak banyak dihabiskan di tempat kerja. Hal ini dikatakan oleh informan yang bekerja pada tambang batubara bahwa waktunya banyak dihabiskan ditempat kerja, sehingga dia bisa berkumpul dengan keluarganya pada hari

libur. Dengan kesibukan bekerja, mengakibatkan anak tidak mempunyai waktu yang cukup untuk bermain dan bersosialisasi dengan teman-teman dan masyarakat sekitar tempat tinggalnya. Hal ini tidak sesuai dengan undang-undang no 23 tahun 2002 tentang perlindungan anak pada BAB II pasal 11 menyebutkan bahwa setiap anak berhak beristirahat dan memanfaatkan waktu luang, bergaul dengan anak yang sebaya, bermain, berkreasi sesuai dengan minat, bakat dan tingkat kecerdasannya demi pengembangan diri.

## **2. Hilangnya kesempatan menempuh pendidikan formal**

Kesibukan kerja yang dialami pekerja anak membuat anak tidak mempunyai waktu yang cukup untuk melanjutkan sekolah menambah ilmu-ilmu pengetahuan yang dapat mengembangkan pemikirannya. Salah seorang informan menuturkan bahwa sebagai orangtua sangat sedih dan juga bahagia karena anaknya membantu mencari nafkah demi kebutuhan hidup mereka bisa terpenuhi meski tidak bisa melanjutkan sekolah lagi. Apabila pekerja anak tersebut tidak memperoleh perlindungan yang memadai mempunyai resiko tinggi putus sekolah, jam kerja yang panjang, dan pekerjaan mereka yang tidak menjamin kehidupan social ekonomi yang baik, maka partisipasi mereka menjadi masalah. Berdasarkan visi dan misi pendidikan nasional tersebut, pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan nyata. Adapun tujuannya adalah untuk mengembangkan potensi-potensi peserta didik yang maha esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri dan menjadi warga Negara yang demokrasi serta bertanggung jawab (munib, 2006:141). Namun pada kenyataannya pekerja anak lebih memilih bekerja di sektor non formal yang tidak membutuhkan pendidikan tinggi. Hal ini disebabkan oleh faktor ekonomi yang memaksa mereka keluar sekolah dan bekerja sebagai pekerja industri yang tidak bisa memberikan banyak perubahan ekonomi bagi keluarga karena orangtua anak juga bekerja di tambang batubara.

## **3. Memicu terjadinya pernikahan usia dini**

Upah kerja yang diterima pekerja anak selama ini sudah mampu untuk memenuhi kebutuhan pribadi mereka. Hal ini didukung oleh biaya kehidupan di Desa Talang Serdang lebih murah dibandingkan perkotaan. Dalam proses sosialisasi anak dalam kelompok ada kecenderungan peremajaan kearah konformitas (menyesuaikan diri) perilaku yang lebih banyak terlibat pada kelompok yang kurang terorganisir. Hal ini sesuai dengan kondisi pekerja anak yang bekerja di tambang batubara. Sebagian besar pekerja anak sudah memiliki pacar. Sementara informasi yang diperoleh peneliti, ada pekerja anak yang sudah menyesuaikan diri dan tahun depan akan melanjutkan hubungannya dengan pacarnya ke jenjang pernikahan. Hasil penelitian ini menunjukkan pekerja anak yang telah bekerja memiliki suatu ketertarikan untuk menikah di usia muda karena dirasa udah

cukup bisa menafkahi jika sudah menikah nantinya. Hal ini yang juga bisa menyebabkan bertambahnya populasi penduduk karena banyaknya kasus menikah di usia muda. Berikut salah satu contoh pernikahan usia dini pekerja anak di tambang batubara pada tahun 2022 yang mana anak laki-laki menikah saat berumur 17 tahun dan pasangan wanita 16 tahun.

Gambar 2. Pernikahan usia dini pekerja anak di Desa Talang Serdang



Berdasarkan gambar diatas dan hasil penelitian peneliti banyak ditemukan pernikahan usia dini di Desa Talang Serdang. Masyarakat menganggap hal ini sudah biasa apalagi hanya menilai dari pasangan laki-laki sudah bekerja dan mampu menafkahi istrinya itu menjadi hal yang wajar.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian di atas, maka penulis dapat menarik kesimpulan bahwa pemanfaatan uang yang didapatkan pekerja Tambang Batubara Desa Talang Serdang Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun, yaitu untuk memenuhi kebutuhannya sendiri mulai dari beli kebutuhan sekolah hingga membeli barang-barang keperluannya, membeli rokok, jajan dan beberapa sisanya ditabung, dan membayar hutang. Pemanfaatan uang yang dilakukan oleh anak yang bekerja di Tambang Batubara yaitu uangnya digunakan untuk membayar hutang keluarganya, membantu perekonomian keluarga dimana mereka memiliki jumlah saudara yang banyak sedangkan orangtua sakit dan tidak mampu memenuhi kebutuhan keluarga. Dampak yang dirasakan anak pekerja tambang batubara di Desa Talang Serdang dibedakan menjadi dua yaitu dampak positif dan dampak negatif. Dampak positifnya yaitu menumbuhkan kemandirian ekonomi, meringankan ekonomi keluarga

dan mempunyai hasil sendiri. Dampak negatifnya antara lain yaitu hilangnya waktu bermain, kesempatan memperoleh pendidikan formal dan memicu pernikahan usia dini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, M., Nurjannah, S., & Inderasari, O. P. (2020). Fenomena Pekerja Anak (Kasus Pedagang Asongan Anak di Kawasan Ekonomi Khusus Mandalika, Lombok Tengah). *RESIPROKAL: Jurnal Riset Sosiologi Progresif Aktual*, 2(1), 123-132
- Avianti, A., & Sihaloho, M. (2013). Peranan Pekerja Anak di Industri Kecil Sandal Terhadap Pendapatan Rumah Tangga dan Kesejahteraan Dirinya di Desa Parakan, Kecamatan Ciomas, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. *Sodality: Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 1(1), 10-25
- Zulfikar, F. E. (2018). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pekerja Anak Dibawah Umur Pada Sektor Informal di Kota Makassar. *Skripsi. Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam. Ilmu Ekonomi. Universitas Islam Negeri Alauddin. Makassar*
- Izziyana, W. V. (2019). Perlindungan Hukum Bagi Pekerja Anak Di Indonesia. *Legal Standing: Jurnal Ilmu Hukum*, 3(2), 103-115
- Mayasari, W., Suhartoyo, H., & Mukhtar, Z. (2019). Persepsi Pekerja Tambang Batubara PT. Firman Ketaun. *Naturalis: Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 8(1), 9-14
- Nursita, L. (2022). Pendidikan pekerja anak: dampak kemiskinan pada pendidikan. *Jambura Economic Education Journal*, 4(1), 1-15
- Sulistyowati, R. (2019). Determinan Pekerja Anak di Kabupaten Sintang Provinsi Kalimantan Barat. *Prosiding SATIESP, 2019*, 119-131
- Sa'adah, K., Syafrudin, S., & Busthomi, A. O. (2019). Pekerja Anak Di Bawah umur Menurut Tinjauan Hukum Ekonomi Syari'ah. *Al-Mustashfa: Jurnal Penelitian Hukum Ekonomi Syariah*, 4(1), 44-58
- Triyanti, D. R. (2015). Faktor-faktor Penyebab Anak Bekerja di Desa Baru Kecamatan Pancur Batu Kabupaten Deli Serdang
- Wardana, L. O., & Sari, L. K. (2020). Analisis Faktor-faktor yang memengaruhi eksploitasi pekerja anak di Indonesia menggunakan regresi logistik biner. *Indonesian Journal of Statistics and Its Applications*, 4(3), 432-447