

# **OPTISENSE : “Aplikasi Object Detection Semi – Supervised Learning untuk Mall menggunakan Algoritma YOLOv5”**

Abdullah Amali<sup>1</sup> Alya Kusuma Wardhani<sup>2</sup>  
Ansyarullah<sup>3</sup> Desi Ainul Amelia<sup>4</sup>

Department of Informatics, UIN Sunan  
Gunung Djati Bandung

[abdullahamali21@gmail.com](mailto:abdullahamali21@gmail.com)

[alyakw2804@gmail.com](mailto:alyakw2804@gmail.com)

[ansyarullah@gmail.com](mailto:ansyarullah@gmail.com)

[desainmelia@gmail.com](mailto:desainmelia@gmail.com)

## **Abstrak**

Banyaknya sistem pendeteksi object yang telah menggunakan metode Semi – Supervised Learning (SSL) dengan algoritma YOLO. Semi – Supervised Learning (SSL) dapat memberikan kinerja prediktif yang baik menggunakan data yang berlabel dan tidak berlabel. Kami melakukan penelitian menggunakan YOLOv5 untuk mendeteksi objek sekitar mall dengan tujuan untuk memberikan layanan keamanan Tingkat tinggi, dan membantu marketing mall dalam memantau intensitas keramaian mall tersebut. Dengan menerapkan metode Semi – Supervised Learning (SSL) dan menggunakan algoritma YOLOv5 hasil menunjukkan bahwa efesiensi data yang terdeteksi lebih tinggi efesiensinya. **(tinggal nunjuki akurasi)**

**Kata kunci: Keamanan, Mall, Object Detection, Semi Supervised Learning, YOLOv5**

## **1. Introduction**

Pusat perbelanjaan atau Shopping Mall merupakan tempat yang besar dan memiliki sistem keamanan dan layanan informasi yang dapat dimanfaatkan untuk mengetahui intensitas keramaian mall dan tentunya keamanan yang diberikan mall kepada

pebelanja. Penggunaan layanan tersebut kadang tidak terlalu efektif untuk mendeteksi kewanaran serta tidak akurat dalam menentukan intensitas keramaian mall tersebut. Hal ini karna sistem keamanan dan pendeteksi yang lambat memproses data, yang mengakibatkan ketidakpastian jumlah dan tingkat keamanan. Salah satu masalah keamanannya adalah kadang pebelanja membawa sesuatu yang berbahaya, atau binatang yang tidak diperbolehkan masuk kedalam mall, yang pada akhirnya cctv atau monitoring keamanan tidak dapat mendeteksi hal tersebut.

Pada penelitian terdahulu banyak dibahas tentang bagaimana sistem monitoring posisi konsumen pada sebuah mall menggunakan Indoor Positioning System (IPS) yang mendeteksi keamanan posisi user dengan kekuatan sinyal Wi-Fi yang di dapat dalam Gedung [1]. Selanjutnya terdapat penelitian object detection untuk memberikan pengawasan pada suatu Gedung di sebuah universitas negeri menggunakan intelligence surveillance system (ISS) yang merupakan computer vision, pattern recognition yang merupakan intelegensia buatan (AI) biasanya digunakan untuk memonitoring lalu lintas, keamanan perusahaan adan rumah maupun area public[2]. Penelitian berikutnya adalah sistem yang mendeteksi jumlah orang didalam gedung menggunakan You Only Look Once (YOLO) [3]. Selanjutnya juga ada penelitian yang melakukan deteksi untung pelanggaran physical distancing menggunakan YOLO untuk object detection[4]. Penerapan physical distancing menggunakan metode YOLO (You Only Look Once) untuk mendeteksi jarak antar satu orang dengan yang lainnya [5].

Pada penelitian ini kami telah membuat aplikasi deteksi objek manusia, dan benda di dalam Mall dengan menerapkan sistem pada cctv mall. Penelitian tersebut memanfaatkan teknologi Semi – Supervised Learning

(SSL) dengan algoritma YOLOv5 dalam prosesnya. Sistem keamanan pada area pusat perbelanjaan Shopping Mall yang memiliki kelemahan membutuhkan suatu pembaharuan. Dalam kasus cctv tidak dapat mendeteksi objek pada hasil rekamannya dan tidak bisa membedakan manusia, hewan dan benda. Dengan Semi – Supervised Learning (SSL) menggunakan algoritma YOLOv5 merupakan sistem yang dapat digunakan untuk membeikan kinerja lebih maksimal pada sistem keamanan dan CCTV tempat perbelanjaan. Pada penelitian ini kami penulis membuat suatu sistem yang dapat digunakan untuk mendeteksi pengunjung atau pebelanja pada area mall.

## 2. Method

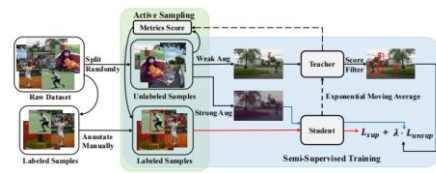
### 2.1 SSL untuk Object Detection

Kami menggunakan Semi – Supervised learning untuk mendeteksi sebuah object, dataset yang kami latih melalui sistem training. Kami melakukan training untuk 4 data terlabel dari 11 data yang dihasilkan dari vidio. Berikut Langkah – Langkah yang kami lakukan untuk melatih data:

1. Model Teacher dan student yang dilatih secara bersamaan dengan memanfaatkan data berlabel dan tidak berlabel.
2. Generate pseudo label dari data yang tidak berlabel menggunakan pelatihan teacher model.
3. Mengagmentasi data yang kuat pada gambar yang tidak berlabel, dan menambahkan label semu
4. Menghitung data tidak berlabel yang loss dan data label loss [6].

Model Teacher training terdiri dari structure guru dan siswa yang berulang, dimana Kumpulan label terbatas diinisialisasi Sebagian dan ditambah secara bertahap. Setiap setelah iterasi, jaringan guru yang terlatih akan digunakan untuk mengevaluasi label

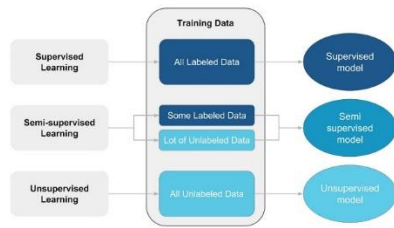
berdasarkan augmentasi data aktif yang dilakukan[7].



Gambar 1. Active Teacher Sampling [7].

Object Detection menggunakan semi – supervised learning dibidang computer vision banyak penelitian yang menerapkan ini fokus untuk klasifikasi gambar yang Sebagian datanya memang tidak mempunyai label. Masing-masing memakai model untuk menghasilkan prediksi yang konsisten. Data yang sudah terlabel akan terlebih dahulu di klasifikasi dengan anotasi yang selanjutnya menghasilkan data label untuk data yang tidak berlabel untuk akhirnya dilatih kembali[7].

Semi – supervised learning mempunyai jumlah data input dan output tidak selalu sama dalam praktiknya. Kumpulan data terkadang memiliki lebih dari satu variabel input tetapi hanya satu variabel output. Kita bisa menggunakan algoritma pembelajaran semi-diawasi untuk menyelesaikan kasus seperti ini. Algoritma ini berada di tengah-tengah antara pengajaran diawasi dan tidak diawasi. Cara kerjanya adalah dengan menggunakan metode pengajaran diawasi untuk menemukan dan mempelajari struktur variabel input. Kemudian, sistem akan menggunakan pengajaran diawasi untuk membuat prediksi terbaik dari data tak berlabel dan memasukkan kembali data tersebut ke dalam pengajaran diawasi sebagai data latih, lalu menggunakan model tersebar[8].



Gambar 2. Teknik Training Data[8].

Salah satu cabang pembelajaran mesin, Semi-Supervised Learning (SSL), berusaha untuk menggabungkan keuntungan dari pendekatan kedua. Sub kumpulan data berlabel yang lebih kecil (atau jenis pengetahuan lain tentang kumpulan data) mungkin tersedia saat mempertimbangkan masalah pengelompokan. Asumsi cluster, titik data dalam cluster yang sama juga termasuk dalam kelas yang sama. Ini merupakan generalisasi dari tiga asumsi spesifik lainnya. Batasan ukuran klaster, juga dikenal sebagai batasan kardinalitas, menentukan berapa banyak instance yang harus dimiliki oleh setiap cluster dalam partisi keluaran. Jumlah instance dalam satu cluster dapat berbeda dari satu cluster ke cluster lainnya, tetapi ini membatasi jumlah overlap antar cluster[9].

## 2.2 Algoritma Label Propagation

Untuk membuat *Scatter Plot* yang menunjukkan hasil clustering dengan menggambarkan data yang direduksi menggunakan teknik *Principal Component Analysis (PCA)*, kami menggunakan Algoritma Label Proagation dimana algoritma ini merupakan bagian dari SSL yang digunakan untuk menyebarkan label dari data berlabel ke data yang tidak berlabel berdasarkan hubungan atau kemiripan antara data yang digunakan[10][11]. Adapun Langkah-langkah yang dilakukan:

### 1. Pra-pemrosesan Data

Data dikategorikan dan diencode menjadi label numerik. Dataset dibagi menjadi data berlabel (20%) dan tidak berlabel (80%).

### 2. Pelatihan Model Label Propagation

Model Label Propagation dilatih menggunakan kombinasi data berlabel dan tidak berlabel. Model kemudian memprediksi label untuk data tidak berlabel.

### 3. Reduksi Dimensi Menggunakan PCA

Data setelah prediksi (gabungan data berlabel dan tidak berlabel dengan label yang diprediksi) direduksi dimensinya menggunakan PCA menjadi dua komponen utama.

### 4. Visualisasi Grafik

Data yang telah direduksi divisualisasikan dalam scatter plot dengan dua komponen utama dari PCA sebagai sumbu X dan Y. Kategori asli digunakan untuk memberi warna pada titik-titik dalam scatter plot, memungkinkan identifikasi visual dari cluster hasil Label Propagation.

## 3. Results And Discussion

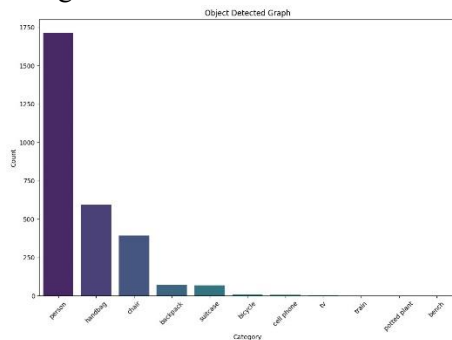
### 3.1 Dataset

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari video yang diolah menggunakan model deteksi objek YOLOv5 dari Lunatic. Video yang digunakan mencakup berbagai skenario dengan objek-objek seperti 'person', 'chair', 'handbag', dan kategori lainnya yang dikelompokkan sebagai 'other'. Proses pengambilan video dilakukan di daerah mall. Video tersebut kemudian diubah menjadi frame-frame individu yang dianotasi secara otomatis menggunakan model YOLOv5.

Setelah proses anotasi, setiap frame mengandung informasi bounding box untuk setiap objek yang terdeteksi serta atribut tambahan seperti crowd, occluded, dan truncated. Dataset ini kemudian digunakan

sebagai input untuk model clustering semi-supervised learning.

Statistik dasar dari dataset ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik Objek pada Dataset

Berikut adalah tabel dataset dari kolom 'kategori' yang digunakan untuk *training model*.

Category	
Total gambar (frame)	227
Person	1715
Chair	392
Handbag	595
Other	157
Jumlah Total Objek	2859

Tabel 1. *Category pra-training*

### 3.2 Defining Dataset

Langkah-langkah *Defining Dataset*:

- Ekstraksi dan Anotasi  
Video yang diambil di daerah mall diekstraksi menjadi frame-frame individu. Anotasi dilakukan menggunakan model YOLOv5 yang secara otomatis menandai bounding box untuk setiap objek di setiap frame. Anotasi ini mencakup kategori objek dan atribut tambahan seperti crowd, occluded, dan truncated.

- Pengkodean Kategori

Kategori objek dalam dataset dikodekan secara numerik menggunakan LabelEncoder dari scikit-learn. Ini memastikan bahwa model dapat memproses data dalam format numerik.

Kategori yang digunakan dalam penelitian ini adalah 'person', 'chair', 'handbag', 'other'.

#### c. Pemilihan Fitur

Fitur yang dipilih untuk model termasuk informasi bounding box dan atribut objek, yaitu:

Frame index

- Atribut crowd: Indikator apakah objek berada dalam kerumunan
- Atribut occluded: Indikator apakah objek terhalang
- Atribut truncated: Indikator apakah objek terpotong
- Koordinat bounding box: box2d.x1, box2d.y1, box2d.x2, box2d.y2.

#### d. Normalisasi Data

Data bounding box dan atribut tambahan dinormalisasi untuk memastikan skala yang seragam dalam dataset. Normalisasi ini penting untuk meningkatkan kinerja model dan keakuratan prediksi.

Data dikategorikan menjadi empat cluster: 'person', 'chair', 'handbag', dan 'other'. Kategori 'other' mencakup objek yang tidak termasuk dalam tiga kategori utama.

Dengan langkah-langkah ini, dataset telah siap untuk digunakan dalam model clustering semi-supervised learning. Proses ini

memastikan bahwa data yang digunakan memiliki struktur yang konsisten dan siap untuk diolah lebih lanjut.

### 3.3 Anotasi

Proses anotasi adalah langkah penting dalam mempersiapkan dataset untuk pelatihan model deteksi objek. Anotasi ini bertujuan untuk memberikan label pada setiap objek dalam frame yang diekstraksi dari video, termasuk informasi bounding box dan atribut tambahan. Langkah-langkah Anotasi:

#### 1. Alat Anotasi

Untuk proses anotasi, kami menggunakan model deteksi objek YOLOv5 yang dikembangkan oleh Lunatic. YOLOv5 dipilih karena kemampuannya untuk melakukan deteksi objek secara real-time dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Anotasi dilakukan secara otomatis oleh YOLOv5, yang menghasilkan bounding box dan label kategori untuk setiap objek dalam frame.

#### 2. Proses Anotasi

- Ekstraksi Frame: Video yang diambil di daerah mall diubah menjadi frame-frame individu. Setiap frame diekstraksi pada interval tertentu untuk memastikan cakupan yang komprehensif.



Gambar 4. Proses Ekstraksi Frame

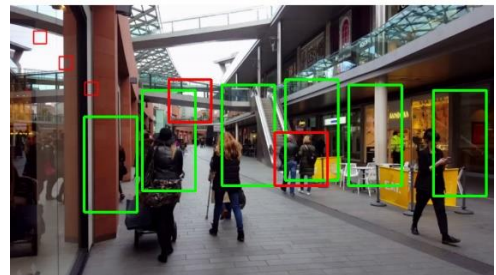
- Deteksi Objek Otomatis: Setiap frame kemudian diproses menggunakan YOLOv5 untuk mendeteksi objek. Model ini mengidentifikasi objek dan menghasilkan

bounding box, label kategori, dan atribut tambahan seperti crowd, occluded, dan truncated.



Gambar 5. Proses Deteksi Objek

- Kategorisasi Objek: Objek yang terdeteksi dikategorikan ke dalam empat kategori utama: 'person', 'chair', 'handbag', dan 'other'. Kategori 'other' mencakup semua objek yang tidak sesuai dengan tiga kategori utama.



Gambar 6. Kategorisasi Objek

#### Atribut Tambahan

- Crowd: Indikator apakah objek berada dalam kerumunan, yang berguna untuk memahami densitas populasi dalam frame.
- Occluded: Indikator apakah objek sebagian terhalang oleh objek lain, yang penting untuk penilaian visibilitas objek.
- Truncated: Indikator apakah objek terpotong oleh batas frame, yang mempengaruhi keutuhan deteksi objek.

#### 3. Validasi Anotasi

Setelah anotasi otomatis dilakukan, hasilnya divalidasi secara manual untuk memastikan akurasi dan



konsistensi. Setiap frame diperiksa untuk memastikan bahwa bounding box dan label kategori sesuai dengan objek yang ada.

Koreksi dilakukan jika ada kesalahan deteksi atau anotasi yang tidak akurat.

#### 4. Penyimpanan Anotasi

Anotasi disimpan dalam format CSV yang mencakup informasi lengkap untuk setiap frame. File CSV ini mencakup kolom-kolom seperti:

Gambar 7. Tampilan isi file hasil.csv

- Frame number: Nomor frame dalam video.
- File name: Nama file JPEG dari frame yang diekstraksi.
- Object count: Jumlah objek yang terdeteksi dalam frame.
- Category: Kategori atau label dari setiap objek yang terdeteksi.
- Bounding box coordinates: Koordinat bounding box untuk setiap objek.
- Additional attributes: Atribut tambahan seperti crowd, occluded, dan truncated.

#### 5. Visualisasi Data

Untuk memahami distribusi dan clustering objek dalam dataset, kami menggunakan scatter plot yang dihasilkan menggunakan teknik PCA (Principal Component Analysis) dan algoritma Label Propagation. Scatter plot ini membantu dalam memvisualisasikan bagaimana objek-objek dalam dataset dikelompokkan berdasarkan fitur-fitur yang ada.

Scatter plot dibuat menggunakan teknik PCA untuk mereduksi dimensi data ke dalam dua komponen utama, dan algoritma Label Propagation digunakan untuk menentukan cluster dari objek-objek yang ada.

### 3.4 Training

Proses pelatihan model merupakan langkah krusial dalam membangun sistem deteksi objek yang efektif. Pada penelitian ini, kami menggunakan kombinasi teknik semi-supervised learning dan clustering untuk melatih model, dengan memanfaatkan algoritma Label Propagation dan teknik PCA untuk visualisasi. Langkah-langkah Pelatihan:

#### 1. Pembagian Data

Dataset yang telah dianotasi dibagi menjadi dua bagian: data berlabel dan data tidak berlabel. Dalam penelitian ini, kami menggunakan 20% data berlabel dan 80% data tidak berlabel.

Data berlabel digunakan untuk memberikan titik awal bagi model Label Propagation, sedangkan data tidak berlabel digunakan untuk menyebarkan label berdasarkan hubungan antar data.

#### 2. Pra-pemrosesan Data

Data yang digunakan mencakup fitur-fitur seperti frame index, atribut crowd, occluded, truncated, serta koordinat bounding box (box2d.x1, box2d.y1, box2d.x2, box2d.y2).

Fitur-fitur ini dinormalisasi untuk memastikan bahwa semua nilai berada dalam skala yang seragam, yang penting untuk kinerja model.

Gambar 8. Frame 20 hasil.csv

#### 3. Pelatihan Model

Algoritma yang Digunakan: Algoritma Label Propagation digunakan untuk pelatihan model. Label Propagation adalah algoritma semi-supervised learning yang efektif untuk menyebarkan label dari data berlabel

ke data tidak berlabel berdasarkan hubungan atau kemiripan antar data.

- Parameter Model: Parameter utama yang digunakan dalam Label Propagation termasuk:
- Kernel: RBF (Radial Basis Function)
- Gamma: Nilai default digunakan untuk parameter gamma dalam kernel RBF.

#### 4. Proses Pelatihan

Model dilatih dengan menggabungkan data berlabel dan tidak berlabel, lalu menggunakan Label Propagation untuk menyebarkan label. Proses ini melibatkan langkah-langkah berikut:

Data berlabel dan tidak berlabel digabungkan menjadi satu set data. Algoritma Label Propagation dilatih menggunakan set data ini untuk mempelajari hubungan antar data. Setelah pelatihan, model menghasilkan label untuk data tidak berlabel berdasarkan hubungan yang dipelajari.

Reduksi Dimensi untuk Visualisasi:

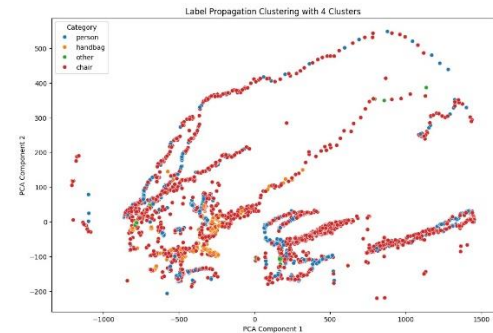
Untuk memvisualisasikan hasil pelatihan, kami menggunakan PCA untuk mereduksi dimensi data menjadi dua komponen utama. Teknik ini membantu dalam memahami bagaimana data berlabel dan tidak berlabel dikelompokkan setelah proses pelatihan.

Komponen utama yang dihasilkan dari PCA digunakan untuk membuat scatter plot, yang menunjukkan distribusi data dan cluster yang dihasilkan oleh algoritma Label Propagation.

#### 5. Visualisasi Hasil Pelatihan

Hasil pelatihan divisualisasikan menggunakan scatter plot dengan dua komponen utama dari PCA sebagai sumbu X dan Y. Setiap titik dalam scatter plot mewakili satu instance dari dataset yang telah direduksi dimensinya.

Warna titik dalam scatter plot menunjukkan kategori objek berdasarkan hasil pelatihan dengan Label Propagation. Scatter plot ini membantu dalam memahami bagaimana model mengelompokkan objek-objek dalam dataset.



Gambar 9. *Label Propagation Clustering*

#### 6. Validasi dan Evaluasi

Setelah pelatihan, hasil dari Label Propagation divalidasi dengan membandingkan label yang diprediksi dengan label asli untuk data berlabel. Evaluasi kinerja model dilakukan dengan menggunakan metrik seperti akurasi, precision, recall, dan F1-score. Hasil evaluasi menunjukkan seberapa baik model dalam mendeteksi dan mengelompokkan objek.

#### 4. Conclusion

Implementasi Semi-Supervised Learning (SSL) dengan algoritma YOLOv5 telah terbukti efektif dalam meningkatkan sistem keamanan di pusat perbelanjaan. Studi ini berhasil mengembangkan aplikasi yang dapat secara akurat mendeteksi kehadiran manusia dan benda, memanfaatkan rekaman CCTV untuk pemantauan real-time. Dengan menggunakan data yang dilabel dan tidak dilabel, pendekatan SSL mengoptimalkan proses belajar, menghasilkan efisiensi dan akurasi deteksi yang lebih tinggi.

Hasilnya menunjukkan bahwa integrasi SSL dan YOLOv5 dapat secara signifikan meningkatkan kinerja sistem keamanan di lingkungan yang ramai. Aplikasi ini

menyediakan solusi yang kuat untuk mengidentifikasi ancaman keamanan potensial dan memastikan keamanan pengunjung mall. Penelitian masa depan dapat berfokus pada memperluas dataset dan memperbaiki model untuk menangani skenario yang lebih kompleks dan berbagai objek yang lebih luas.

## References

- [1] Iffah, El Masrura. *Sistem Monitoring Posisi Konsumen Pada Area Shopping Mall Menggunakan Indoor Positioning system (IPS)*. Diss. Universitas Andalas, 2018.
- [2] Fauzan, Aris Maulana. "Implementasi Metode Object Detection Untuk Sistem Pengawasan Cerdas di Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta." (2021).
- [3] Yoga, I. Putu Sudharma, et al. "Pendeteksi Jumlah Orang pada Sistem Bangunan Pintar Menggunakan Algoritma You Only Look Once." (2023).
- [4] Ilham, Ilham. *PERANCANGAN SISTEM PENDETEKSI PELANGGARAN PHYSICAL DISTANCING DI MASA PANDEMI COVID-19 DENGAN MENGGUNAKAN METODE YOLO OBJECT DETECTION*. Diss. UNAMA, 2021.
- [5] Ramadhani, Maya. *Penerapan Object Detection Dengan Algoritma YOLO Dalam Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat*. Diss. Universitas Lancang Kuning, 2022.
- [6] Sohn, Kihyuk, et al. "A simple semi-supervised learning framework for object detection." *arXiv preprint arXiv:2005.04757* (2020).
- [7] Mi, Peng, et al. "Active teacher for semi-supervised object detection." *Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition*. 2022.
- [8] Arhami, Muhammad, M. Kom, and S. T. Muhammad Nasir. *Data Mining-Algoritma dan Implementasi*. Penerbit Andi, 2020.
- [9] González-Almagro, Germán, et al. "Semi-supervised constrained clustering: An in-depth overview, ranked taxonomy and future research directions." *arXiv preprint arXiv:2303.00522* (2023).
- [10] Principal Component Analysis. (2002). In Springer eBooks. <https://doi.org/10.1007/b98835>
- [11] Wang, F., Zhu, L., Xie, L., Zhang, Z., & Zhong, M. (2021). Label propagation with structured graph learning for semi-supervised dimension reduction. *Knowledge-based Systems*, 225, 107130. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2021.107130>