

**PENGEMBANGAN TEKNOLOGI ANALISA WAJAH UNTUK  
PENILAIAN NYERI NEONATUS : SEBUAH TINJAUAN  
LITERATUR**

**Novia Pratiwi<sup>1</sup>, La Ode Abdul Rahman<sup>2</sup>**  
[noviawesome@gmail.com](mailto:noviawesome@gmail.com)<sup>1</sup>, [laode.abdul@ui.ac.id](mailto:laode.abdul@ui.ac.id)<sup>2</sup>  
**Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Indonesia**

**ABSTRAK**

*Nyeri pada neonatus merupakan masalah yang dihadapi oleh perawat karena neonatus tidak dapat mengungkapkan rasa nyeri yang dialaminya. Perawat terkadang kesulitan membedakan ekspresi wajah dan tangisan neonatus saat mengalami nyeri. Nyeri dapat berefek jangka panjang apabila tidak tertangani dengan baik, oleh karena itu diperlukan penilaian nyeri untuk mengatasi nyeri pada neonatus. Penilaian nyeri yang akurat sangat penting untuk memberikan manajemen nyeri yang sesuai. Penilaian nyeri neonatus dilakukan dengan skala nyeri atau NIPS (Neonatal Infant Pain Scale). Tujuan: Memberi gambaran dan ide dari ulasan literatur review terkait pengembangan teknologi analisa wajah untuk penilaian nyeri neonatus. Pembahasan: Dari hasil telaah atau review 15 jurnal dan artikel pilihan, didapatkan suatu kesimpulan bahwa pengembangan teknologi analisa wajah sudah banyak dikembangkan dengan berbagai kelebihan dan kekurangan. Rekomendasi: Diharapkan dengan adanya literatur review ini pengembangan teknologi analisa wajah dapat terlaksana karena dapat membantu perawat secara cepat dan tepat dalam penilaian nyeri neonatus.*

**Kata Kunci:** *Automatic Analisis Face, Neonatal or Infant Pain, Keperawatan Anak, Penilaian Nyeri Neonatus.*

**PENDAHULUAN**

Nyeri adalah fenomena yang sering terjadi dari bayi baru lahir hingga orang dewasa. Nyeri didefinisikan oleh International Association For The Study Of Pain (IASP) sebagai suatu kondisi yang tidak nyaman yang terkait dengan kerusakan yang sebenarnya dan potensial (Rudolph, 2015). Menurut American Academy of Pediatrics, 2016 nyeri neonatus adalah sensasi atau emosional yang tidak menyenangkan oleh bayi yang baru lahir. Nyeri neonatus dapat dipicu dari terhadap berbagai respons terhadap stimulus atau kondisi yang membuat bayi merasa tidak nyaman. Contohnya, tindakan yang berkaitan dengan prosedur medis, seperti pengambilan darah, tindakan pembedahan. Hal lain yang dapat memicu nyeri pada neonatus ialah adanya trauma saat kelahiran seperti fraktur klavikula, laserasi atau trauma di kepala.

Nyeri pada neonatus dapat berefek jangka pendek dan jangka panjang. Efek jangka pendek berdampak pada lingkungan dan fisiologis. Efek jangka pendek lingkungan tampak

pada ekspresi wajah, suara tangisan yang berbeda, gangguan tidur sedang efek fisiologis dapat berupa peningkatan denyut nadi, tekanan darah, laju pernafasan serta penurunan saturasi oksigen. Nyeri neonatus memiliki efek jangka pendek apabila tidak tertangani akan menyebabkan gangguan neurobehavioral, keterlambatan perkembangan, gangguan motorik, dan peningkatan respons stres hormonal. (Walker et al., 2019).

Penilaian dan penatalaksanaan nyeri merupakan bagian penting dari komponen penilaian akreditasi baik JCI (Joint Commission Internasional), KARS (Komite Akreditasi Rumah Sakit). Penilaian nyeri pada neonatus ialah proses yang bersifat subjektif baik dalam hal identifikasi, pengukuran dan memmanifestasi nyeri pada bayi baru lahir. Skala untuk menilai nyeri memiliki berbagai variasi dalam metode dan skala yang digunakan dan tidak ada metode universal untuk menilai nyeri. Pengukuran obyektif termasuk detak jantung, tekanan darah dapat dilakukan namun sebagian besar penyedia layanan kesehatan biasanya mengandalkan penilaian subyektif seperti dari meringis, menangis, dan sikap secara keseluruhan (Witt et al., 2016).

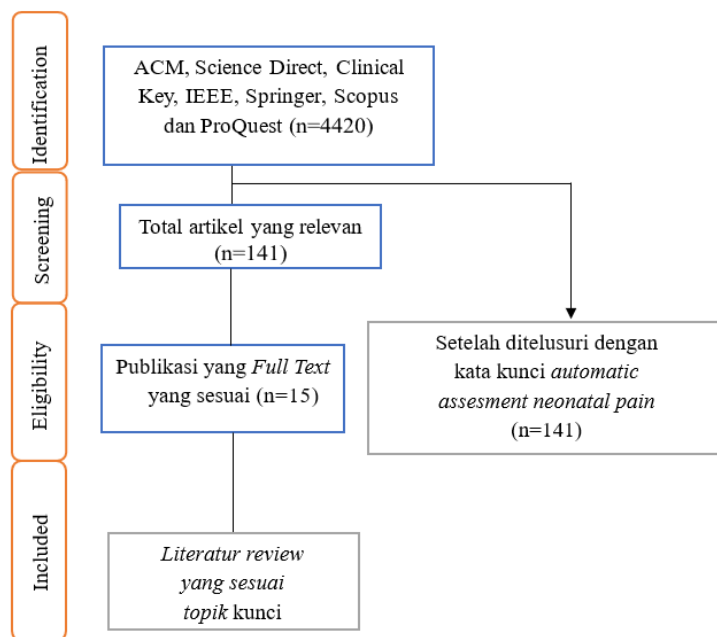
Menurut Witt et al, 2016, penilaian nyeri pada neonatus dapat menggunakan PIPP (Premature Infant Pain Profile) menilai denyut nadi, saturasi oksigen, analisa wajah. NCFS (Neonatal Facial Coding system) menggunakan analisa wajah. NPASS (Neonatal Pain Agitation and Sedation Scale) menilai ekspresi wajah, tonus otot, tanda vital. Comfort Scale menilai gerakan, ekspresi wajah, laju pernafasan, tonus otot, detak jantung, tekanan darah. NIPS (Neonatal Infant Pain Scale) menilai ekspresi wajah, tonus otot, tangan/kaki.

Penilaian nyeri pada neonatus yang umum dilakukan ialah menggunakan penilaian Neonatal Infant Pain Scale (NIPS). NIPS adalah skala penilaian digunakan untuk menilai tingkat nyeri pada bayi yang baru lahir. Skala NIPS ini berfokus pada penilaian berdasarkan tanda-tanda perilaku dan fisiologis bayi (Hariyanto et al., 2017). Untuk penilaian nyeri, diperlukan alat hasil yang terstandarisasi dan tervalidasi. Laporan mandiri adalah metode terbaik untuk penilaian nyeri karena nyeri bersifat subjektif, namun metode penilaian ini tidak cocok untuk bayi baru lahir sehingga alat observasi dan indikasi perilaku adalah pengganti terbaik untuk penilaian nyeri. Contoh signifikan dari alat observasi dan indikasi perilaku ialah skala NFCS (Neonatal Facial Coding System) yang menganalisis perubahan wajah melalui otot-otot wajah.

Melalui perpaduan antara teknologi, penilaian nyeri neonatus dapat dilakukan dengan berbagai alat dan metode, termasuk penggunaan sensor, kamera, dan teknologi komputerisasi untuk mengukur dan memantau nyeri pada neonatus dengan analisa wajah. Teknologi ini dapat membantu penilaian obyektif nyeri dan memberikan data yang lebih akurat kepada perawat atau tenaga medis yang merawat bayi. Oleh karena itu, studi literature review ini dilakukan untuk memberikan gambaran tentang perkembangan metode pengukuran nyeri neonatus melalui analisis wajah.

## **METODOLOGI**

Dalam penelitian ini, metode literature review digunakan untuk menganalisis topik penelitian yang sudah ada dan dipilih dari berbagai sumber untuk menghasilkan kesimpulan atau ide baru. Literature review ini menggunakan jurnal atau artikel yang membahas topik dengan 2 (dua) kategori kata kunci, yaitu 1) Automatic Face; dan 2) Neonatal or Infant Pain. Penelusuran literature review melalui Online Database diantaranya: ACM, Science Direct, Clinical Key, IEEE, Springer, Scopus dan ProQuest dari tahun 2017 – 2023 sebanyak 4420 jurnal atau artikel. Berdasarkan penyaringan literatur yang relevan sesuai dengan judul didapatkan 15 jurnal dan artikel.



Gambar 1. Pemilihan topik literatur review PRISMA (2020)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Nama Jurnal	Metode Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Zhi et al., (2018)	Automatic Infants Pain Assesment by Dynamic Facial Representation : Effects of Profile View, Gestational Age, Gender and Race	Journal of Clinical Medicine	<i>Experimental</i>	Mengembangkan penggunaan metode penilaian nyeri berdasarkan representasi wajah temporal, geometri dan penampilan profil wajah	Penilaian nyeri berdasarkan representasi wajah nyeri sama baiknya dengan penilaian nyeri seluruh wajah.
2.	Cheng et al., (2022)	Artificial Intelligence Based Pain Assesment Technology in Clinical of Real-World Neonatal Blood Sampling	MDPI	<i>Prospective Design Study</i>	Mengevaluasi penggunaan aplikasi teknologi penilaian nyeri berbasis kecerdasan buatan (AI-NPA atau <i>Accurate Neonatal Assesment</i> ) saat pengambilan sampel	Penggunaan aplikasi AI-NPA berdasarkan pengenalan wajah dalam penilaian nyeri neonatus memberikan hasil dinamis dan realtime selama

					darah neonatal.	prosedur pengambilan sampel darah .
3.	Hoti et al., (2021)	Assesing procedural pain in infants : a feasibility study evaluating a point of care mobile solution based on automated facial analysis	Lancet	<i>Randomized Control Trial</i>	Mengevaluasi validitas, reliabilitas, dan konsistensi penggunaan <i>Pain Chek Infant</i> , sebuah alat kecerdasan buatan berbasis <i>smartphone</i> yang berfungsi menilai nyeri neonatus.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>Pain Chek Infant</i> menunjukkan validitas, reliabilitas, dan konsistensi internal yang baik untuk menilai nyeri neonatus dibandingkan <i>Neonatal Facial Coding System-Revisi (NFCS-R)</i> dan skala analog visual (VAS).
4	D. Cheng et al., (2019)	Current State of Science in Machine Learning Methods for Automatic Infant Pain Evaluation using Facial Expression Information: study protocol of a systematic review and meta-analysis	BMJ Open	<i>Sistematic review and meta analysis</i>	Mengevaluasi dan membandingkan algoritma <i>Machine Learning</i> untuk penilaian nyeri neonatus.	Algoritma <i>Machine Learning</i> memberikan penilaian nyeri yang tepat dan akurat.
5.	Alghamdi et al., (2022)	Facial Expressions Based Automatic Pain	MDPI	<i>Sistematic review</i>	Tujuan dari penelitian ini ialah pengembangan sistem penilaian nyeri	Penelitian ini menunjukkan bahwa FEAPAS adalah sistem yang

		Assessment System			otomatis berbasis ekspresi wajah (FEAPAS).	akurat dan efisien untuk penilaian nyeri otomatis.
6.	Heiderich et al., (2023)	Face Based Automatic Pain Assesment : Challenges and Perspectives in Neonatal Intensive Care Units	Journal de Pediatria	<i>Sistematic review</i>	Mengevaluasi penggunaan penilaian nyeri otomatis neonatus berbasis ekspresi wajah.	Hasil dari studi menyatakan ada kesenjangan yang cukup besar antara pengembangan metode komputer untuk penilaian nyeri otomatis neonatus dan pengaplikasian metode ini di lapangan
7.	Egede et al, (2019)	Automatic Neonatal Pain Estimation : An Acute Pain in Neonatal Database	IEEE	<i>Case Study</i>	Menggambarkan penggunaan <i>Neonatal Face and Limb Acute Pain Scale</i> (NFLAPS), aplikasi penilaian nyeri neonatal berbasis perilaku visual.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa NFLAPS berkinerja baik dan menunjukkan potensi penggunaan alat untuk penilaian nyeri neonatus.
8.	Abuzairi et al, (2018)	Implementasi Convolutional Neural Network untuk Deteksi Nyeri Bayi Melalui Citra Wajah dengan YOLO	Jurnal Resti	Eksperimental	Membuat prototipe dengan kit pengembang NVIDIA Jetson Nano untuk membantu mendeteksi nyeri, terutama pada bayi berusia antara 0 sampai 12 bulan, dengan menggunakan model Convolutional Neural Network (CNN) atau mode analisis wajah.	Aplikasi YOLO diimplementasikan dalam bentuk web yang mempermudah perawat dan bidan dalam menganalisis nyeri bayi.
9.	Wang et al, (2022)	Full Convolution	Springer	<i>Observation</i>	Menjelajahi penggunaan jaringan	Algoritma SIAM FC menunjukkan

		Siamese Network Algorithm Under Deep Learning used in Tracking of Video Image in Newborns			<i>full-convolution Siamese network</i> (SIAM FC) dalam aplikasi pelacakan wajah untuk penilaian nyeri neonatus.	akurasi dan tingkat keberhasilan yang lebih tinggi dan memiliki dampak dalam pelacakan wajah neonatus dalam penilaian nyeri.
10.	Hassan et al, (2019)	Automatic Detection of Pain from Facial Expressions : A Survey	IEEE	<i>Systematic review</i>	Mengumpulkan studi terkait deteksi nyeri berbasis teknologi berdasarkan ekspresi wajah.	Memberikan gambaran terkait deteksi berbasis teknologi berdasarkan ekspresi wajah serta menganalisis tantangan yang perlu diatasi terkait penelitian ini.
11.	Zamzmi et al, (2019)	A Comprehensive and Context Sensitive Neonatal Pain Assessment Using Computer Vision	IEEE	<i>Case Study</i>	Membuat sistem penilaian nyeri neonatal berbasis teknologi komputer.	Memberikan gambaran sistem penilaian nyeri neonatal berbasis teknologi komputer yang menggunakan ekspresi wajah bersama dengan suara tangisan, gerakan tubuh, dan perubahan tanda vital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekspresi wajah memberikan respons yang baik terhadap nyeri dibandingkan tanda vital.

12.	(Parodi et al., 2017)	Automated Newborn Pain Assesmeny Framework Using Computer Vision Techniques	ACM	<i>Case Study</i>	Membuat sistem penilaian nyeri berbasis komputer berfokus pada ekspresi wajah.	Hasil penelitian menunjukkan algoritma memberikan nilai yang baik untuk setiap video. Selain itu penelitian ini menyoroti berbagai tantangan terkait penilaian nyeri berbasis komputer.
13.	Brahnam et al, (2019)	Neonatal pain detection in videos using the iCOPEvid dataset and an ensemble of descriptors extracted from Gaussian of Local Descriptors	Science Direct	<i>Case Study</i>	Mengembangkan dataset video iCOPEvid ( <i>infant Classification Of Pain Expressions videos</i> ) untuk penilaian nyeri neonatus.	Hasil penelitian ini menunjukkan iCOPEvid memberikan peningkatan yang signifikan dalam penilaian nyeri neonatus berbasis komputer.
14.	Cheng et al, (2019)	A Video Database of Neonatal Facial Expression based on Painful Clinical Procedures	Scopus	Case Study	Menganalisa penilaian nyeri neonatus dengan pengumpulan data video dengan smartphone.	Hasil penelitian ini berupa pengembangan sistem data set video yang menilai nyeri berdasarkan ekspresi wajah dan dengan dua skala nyeri yang berbeda.
15.	Carlini, et al, (2021)	A Convolutional Neural Network-based Mobile Application to Bedside	IEEE	<i>Randomized Control Trial</i>	Mengimplementasikan <i>smartphone</i> berbasis AI yang secara otomatis mengidentifikasi nyeri pada neonatus.	Hasil penelitian ini penggunaan aplikasi seluler berbasis AI mengklasifikasikan ekspresi wajah neonatus untuk

		Neonatal Pain Assessment				penilaian nyeri dengan tingkat akurasi tinggi.
--	--	--------------------------	--	--	--	--

Berdasarkan hasil penelitian Zhi et al., (2018) bahwa skema representasi dan penggabungan ekspresi wajah digunakan untuk penilaian nyeri pada neonatus. Skema ini dievaluasi dari dua data set, yaitu IPAD dan UNBC-McMaster Shoulder Pain Expression Archive Database (SPEAD) yang hasilnya mencapai akurasi yang tinggi dalam pengenalan nyeri. Penelitian ini bertujuan mengetahui skema penilaian nyeri neonatus berdasarkan penggunaan representasi wajah berbasis ras, jenis kelamin dan reaktivitas bayi terhadap nyeri. Hasil penelitian menyatakan bahwa representasi dan ekspresi wajah temporal, geometri, penampilan atau profil wajah memiliki hasil akurasi yang baik dibanding dengan penilaian nyeri pada seluruh wajah.

Penilaian nyeri neonatus yang menggunakan teknologi kecerdasan buatan atau disebut dengan AI-NPA cukup berkembang pesat. Penggunaan AI-NPA memverifikasi sistem NPA otomatis dengan menganalisis konsistensi hasil NPA yang diberikan oleh sistem NPA otomatis dan NPA-OS dalam penilaian nyeri neonatus. Penelitian ini menggunakan sistem di smartphone ataupun komputer yang terhubung ke video untuk penilaian nyeri neonatus pada saat dilakukan pengambilan darah. Hasil penelitian ini menyatakan penggunaan aplikasi AI-NPA berdasarkan pengenalan wajah dalam penilaian nyeri neonatus memberikan hasil dinamis dan realtime selama prosedur pengambilan darah (Cheng et al., 2022).

Menurut Carlini et al., 2019 pengembangan teknologi analisa wajah berbasis AI (Artificial Intelligence) menggunakan aplikasi seluler memberikan tingkat pengenalan nyeri dengan akurasi tinggi. Penelitian ini mengembangkan dan mengimplementasikan aplikasi seluler berbasis AI yang secara otomatis mengidentifikasi ekspresi wajah nyeri pada neonatus. Penelitian Alghamdi et al., (2022) & Egede et al., (2019) menunjukkan pengembangan sistem penilaian nyeri otomatis berbasis ekspresi wajah dengan aplikasi (FEAPAS dan Neonatal Face and Limb Acute Pain Scale (NFLAPS)). Aplikasi ini menggambarkan perilaku visual dari ekspresi wajah sebagai dasar penilaian nyeri. Kedua penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi ini merupakan sistem yang akurat dan efisien untuk penilaian nyeri pada neonatus.

Penelitian Hoti et al., (2021) menganalisis Pain Chek Infant atau aplikasi kecerdasan buatan berbasis smartphone untuk menilai nyeri neonatus berdasarkan ekspresi wajah. Pain Chek Infant menggunakan sistem coding yang terhubung ke video untuk penilaian nyeri neonatus. Hasil penelitian menunjukkan hasil validitas dan reabilitas yang baik dibandingkan penilaian nyeri dengan skala pada umumnya. Menurut Cheng et al., (2019) penilaian nyeri neonatus dilakukan dengan cara mengumpulkan video neonatus selama prosedur menyakitkan. Data set video yang dikumpulkan berupa video ekspresi wajah bayi. Penelitian ini mengimplementasikan Local Binary Patterns (LBP) atau sebuah fitur deskriptor yang digunakan untuk mengekstraksi pola tekstur dari ekspresi wajah bayi. Adanya database video dan pola fitur ekstraksi yang sudah terbentuk dapat mengklasifikasikan nyeri.

Penggunaan algoritma Machine Learning pada komputer yang berfokus menganalisis ekspresi wajah banyak dikembangkan oleh peneliti. Algoritma Machine Learning menunjukkan kinerja dan potensi yang baik untuk ditingkatkan lebih lanjut dalam pengimplementasian penilaian nyeri neonatus. Penilaian nyeri otomatis neonatus berbasis ekspresi wajah dengan metode komputer sudah banyak dikembangkan di era teknologi ini. Hasil dari studi menyatakan ada kesenjangan yang cukup besar antara pengembangan



metode komputer untuk penilaian nyeri otomatis neonatus dan pengaplikasian metode ini di lapangan. Dengan adanya keterbatasan seperti sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi dari penilaian nyeri otomatis berbasis ekspresi wajah mengindikasikan perlunya perbaikan lebih lanjut terkait penggunaan metode ini (D. Cheng et al. 2019, Hassan et al. 2019, dan Heiderich et al., 2023).

Penelitian dari Abuzairi et al., (2018)&Wang et al., (2022) penggunaan model jaringan Convolutional Neural Network (CNN) dan full-convolution Siamese network dikembangkan dengan pembuatan prototipe atau aplikasi mode analisis wajah berbasis pengenalan citra wajah. Prototipe NVIDIA Jetson Nano Developer Kit dikembangkan menjadi aplikasi YOLO dalam bentuk website yang digunakan untuk mendeteksi nyeri pada bayi 0-12 bulan Aplikasi ini mempermudah penilaian nyeri yang cepat dan tepat untuk perawat dan bidan. Algoritma (SIAM FC) yang terkoneksi dalam aplikasi pelacakan wajah untuk penilaian nyeri neonatus menunjukkan tingkat akurasi dan tingkat keberhasilan yang lebih tinggi dan memberikan dampak signifikan dalam pelacakan wajah neonatus untuk penilaian nyeri.

Hasil temuan Parodi et al. (2017), Brahnam et al. (2019), dan Zamzmi et al. (2019), memberikan gambaran sistem penilaian nyeri neonatal berbasis teknologi komputer yang menggunakan ekspresi wajah bersama dengan suara tangisan, gerakan tubuh, dan perubahan tanda vital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekspresi wajah memberikan respon yang baik terhadap nyeri dibandingkan tanda vital. Selain itu penelitian ini menyoroti berbagai tantangan terkait penilaian nyeri berbasis komputer. Pengembangan dataset video atau iCOPEvid (infant Classification Of Pain Expressions videos) untuk penilaian nyeri neonatus dikembangkan sistem komputer. Hasil penelitian ini menunjukkan iCOPEvid memberikan peningkatan yang signifikan dalam penilaian nyeri neonatus berbasis komputer.

Teknologi analisa ekspresi wajah untuk menilai nyeri pada neonatus merupakan suatu inovasi yang memanfaatkan pengolahan citra dan ekspresi wajah terhadap tanda-tanda wajah manusia yang berfungsi mengukur dan mengevaluasi seberapa besar tingkat nyeri seseorang. Teknologi ini dapat membantu perawat dalam mengukur tingkat nyeri secara objektif, terutama pada neonatus yang tidak dapat mengungkapkan nyeri secara verbal. Potensi penggunaan teknologi yang besar dalam penilaian nyeri neonatus masih memerlukan pengembangan lebih lanjut agar memastikan hasil pengukuran nyeri yang akurat dan dapat diandalkan. Selain itu, keterbatasan penggunaan teknologi ini harus diperhatikan seperti ekspresi wajah bayi yang berubah-ubah, kondisi lingkungan, keamanan data, pemahaman penggunaan teknologi oleh perawat yang berbeda-beda. Hal lain yang perlu diperhatikan ialah masalah etika dan privasi sehubungan dengan pemanfaatan teknologi analisa wajah ini dalam pelayanan. Pentingnya untuk memahami dan mengatasi kelemahan-kelemahan terkait teknologi analisis wajah untuk penilaian nyeri neonatus agar teknologi ini dapat memberikan manfaat yang nyata dalam perawatan kesehatan neonatal.

## **KESIMPULAN**

Pengembangan sistem analisa wajah berbasis teknologi ini berpotensi besar dalam pelayanan kesehatan neonatal. Seiring dengan kemajuan teknologi, hal yang dapat dikembangkan diantaranya adalah: 1) menambahkan aplikasi teknologi analisa wajah berbasis smartphone, website untuk penilaian nyeri neonatus 2) menambahkan teknologi analisa wajah pada sistem EMR atau EHR di rumah sakit sehingga dapat terintegrasi satu sama lain sehingga memudahkan dalam pemberian manajemen nyeri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abuzairi, Tomy & Widanti, Nurdina & Kusumaningrum, Arie & Rustina, Yeni. (2021). Implementasi Convolutional Neural Network Untuk Deteksi Nyeri Bayi Melalui Citra Wajah Dengan YOLO. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*. 5. 624-630. [10.29207/resti.v5i4.3184](https://doi.org/10.29207/resti.v5i4.3184).
- Alghamdi, T.; Alaghaband, G. Facial Expressions Based Automatic Pain Assessment System. *Appl. Sci.* 2022, 12, 6423. <https://doi.org/10.3390/app12136423>
- American Academy of Pediatrics. (2016). Prevention and management of procedural pain in the neonate: An update. *Pediatrics*, 137(2), e20154271.
- Brahnam, S., Nanni, L., McMurtrey, S., Lumini, A., Brattin, R., Slack, M. and Barrier, T. (2023), "Neonatal pain detection in videos using the iCOPEvid dataset and an ensemble of descriptors extracted from Gaussian of Local Descriptors", *Applied Computing and Informatics*, Vol. 19 No. 1/2, pp. 122-143. <https://doi.org/10.1016/j.aci.2019.05.003>
- Cheng D, Liu D, Philpotts LL, Turner DP, Houle TT, Chen L, Zhang M, Yang J, Zhang W, Deng H. Current state of science in machine learning methods for automatic infant pain evaluation using facial expression information: study protocol of a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2019 Dec 11;9(12):e030482. doi: 10.1136/bmjopen-2019-030482. PMID: 31831532; PMCID: PMC6924806.
- Cheng X, Zhu H, Mei L, Luo F, Chen X, Zhao Y, Chen S, Pan Y. Artificial Intelligence Based Pain Assessment Technology in Clinical Application of Real-World Neonatal Blood Sampling. *Diagnostics (Basel)*. 2022 Jul 29;12(8):1831. doi: 10.3390/diagnostics12081831. PMID: 36010186; PMCID: PMC9406884.
- Egede, Joy & Valstar, Michel & Torres, Mercedes & Sharkey, Don. (2019). Automatic Neonatal Pain Estimation: An Acute Pain in Neonates Database. 1-7. [10.1109/ACII.2019.8925480](https://doi.org/10.1109/ACII.2019.8925480)
- G. Lu, L. Yuan, X. Li and H. Li, "Facial Expression Recognition of Pain in Neonates," 2008 International Conference on Computer Science and Software Engineering, Wuhan, China, 2008, pp. 756-759, doi: 10.1109/CSSE.2008.1321.
- G. Zamzmi, C. -Y. Pai, D. Goldgof, R. Kasturi, T. Ashmeade and Y. Sun, "A Comprehensive and Context-Sensitive Neonatal Pain Assessment Using Computer Vision," in *IEEE Transactions on Affective Computing*, vol. 13, no. 1, pp. 28-45, 1 Jan.-March 2022, doi: 10.1109/TAFFC.2019.2926710.
- Hariyanto, D., & Hadinegoro, S. R. S. (2017). Neonatal pain management in Indonesia: An overview. *Paediatrica Indonesiana*, 57(5), 209-214
- Hassan T, Seus D, Wollenberg J, Weitz K, Kunz M, Lautenbacher S, Garbas JU, Schmid U. Automatic Detection of Pain from Facial Expressions: A Survey. *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell*. 2021 Jun;43(6):1815-1831. doi: 10.1109/TPAMI.2019.2958341. Epub 2021 May 11. PMID: 31825861.
- Heiderich TM, Carlini LP, Buzuti LF, Balda RCX, Barros MCM, Guinsburg R, Thomaz CE. Face-based automatic pain assessment: challenges and perspectives in neonatal intensive care units. *J Pediatr (Rio J)*. 2023 Jun 15:S0021-7557(23)00066-9. doi: 10.1016/j.jpmed.2023.05.005. Epub ahead of print. PMID: 37331703.
- J. Egede, M. Valstar, M. T. Torres and D. Sharkey, "Automatic Neonatal Pain Estimation: An Acute Pain in Neonates Database," 2019 8th International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII), Cambridge, UK, 2019, pp. 1-7, doi: 10.1109/ACII.2019.8925480 <https://doi.org/10.1016/j.siny.2019.04.005>
- L. P. Carlini et al., "A Convolutional Neural Network-based Mobile Application to Bedside Neonatal Pain Assessment," 2021 34th SIBGRAPI Conference on Graphics, Patterns

- and Images (SIBGRAPI), Gramado, Rio Grande do Sul, Brazil, 2021, pp. 394-401, doi: 10.1109/SIBGRAPI54419.2021.00060.
- Nagireddi JN, Vyas AK, Sanapati MR, Soin A, Manchikanti L. The Analysis of Pain Research through the Lens of Artificial Intelligence and Machine Learning. *Pain Physician*. 2022 Mar;25(2):E211-E243. PMID: 35322975.
- Orsi, R.N., Carlini, L.P., Heiderich, T.M., da Silva, G.V.T., Soares, J.d.C.A., Balda, R.d.C.X., Barros, M.C.d.M., Guinsburg, R. and Thomaz, C.E. (2023), Visual attention during neonatal pain assessment: A 2-s exposure to a facial expression is sufficient. *Electron. Lett.*, 59: e12756. <https://doi.org/10.1049/ell2.12756>
- Rudolph, A. M. (2015). *Buku ajar pediatri rudolph (volume 1)*. Jakarta: EGC.
- S. Chen, F. Luo, X. Chen, J. Yan, Y. Zhong and Y. Pan, "A Video Database of Neonatal Facial Expression based on Painful Clinical Procedures," 2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), Berlin, Germany, 2019, pp. 6565-6568, doi: 10.1109/EMBC.2019.8857723.
- U. (2019). Long-term Effects of Neonatal Pain. *Seminars in Fetal and Neonatal*
- Walker, S. M., Neurosciences, C., Great, U. C. L., Street, O., Health, C., & Kingdom,
- Wang Y, Huang L, Yee AL. Full-convolution Siamese network algorithm under deep learning used in tracking of facial video image in newborns. *J Supercomput*. 2022;78(12):14343-14361. doi: 10.1007/s11227-022-04439-x. Epub 2022 Apr 1. PMID: 35382385; PMCID: PMC8972989.
- Witt N, Coynor S, Edwards C, Bradshaw H. A Guide to Pain Assessment and Management in the Neonate. *Curr Emerg Hosp Med Rep*. 2016;4:1-10. doi: 10.1007/s40138-016-0089-y. Epub 2016 Mar 12. PMID: 27073748; PMCID: PMC4819510.
- Zhi R, Zamzmi GZD, Goldgof D, Ashmeade T, Sun Y. Automatic Infants' Pain Assessment by Dynamic Facial Representation: Effects of Profile View, Gestational Age, Gender, and Race. *J Clin Med*. 2018 Jul 11;7(7):173. doi: 10.3390/jcm7070173. PMID: 29997313; PMCID: PMC6069472.