

**Ranah Research**
Journal of Multidisciplinary Research and Development
082170743613 ranahresearch@gmail.com <https://jurnal.ranahresearch.com>

E-ISSN: 2655-0865

DOI: <https://doi.org/10.38035/rj>
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Implementasi Manajemen Proyek Pembangunan Radar Cuaca Tipe C-Band dan S-Band

Maulana Putra¹

¹Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, Indonesia, maulana.putra@bmkg.go.id

Corresponding Author: maulana.putra@bmkg.go.id ¹

Abstract: *The implementation of weather radar development projects requires optimal management to ensure timely completion, budget adherence, and expected quality. This study analyzes the application of project management in the procurement and installation of C-Band and S-Band weather radars in Indonesia. The methods used include project scope identification, detailed task structuring, critical path analysis, and risk mitigation strategies at each project stage. The results show that the key factors influencing project success are structured time planning, human resource coordination, and risk management throughout the process, from procurement to final testing. With effective project management, weather radar projects can be executed more efficiently and contribute to improving Indonesia's weather monitoring system.*

Keyword: *Project Management, Weather Radar*

Abstrak: Implementasi proyek pembangunan radar cuaca memerlukan manajemen yang optimal agar proyek dapat diselesaikan tepat waktu, dalam batas anggaran, dan dengan kualitas yang diharapkan. Studi ini menganalisis penerapan manajemen proyek dalam pengadaan dan instalasi radar cuaca C-Band dan S-Band di Indonesia. Metode yang digunakan mencakup identifikasi ruang lingkup proyek, penyusunan detail pekerjaan, analisis jalur kritis, serta strategi mitigasi risiko dalam setiap tahapan proyek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor utama yang memengaruhi keberhasilan proyek adalah perencanaan waktu yang terstruktur, koordinasi sumber daya manusia, serta pengelolaan risiko dalam setiap tahapan, mulai dari pengadaan hingga pengujian akhir. Dengan penerapan manajemen proyek yang efektif, proyek radar cuaca dapat berjalan lebih efisien dan berkontribusi dalam meningkatkan sistem pemantauan cuaca di Indonesia.

Kata Kunci: Manajemen Proyek, Radar Cuaca

PENDAHULUAN

Manajemen proyek merupakan aspek penting dalam memastikan keberhasilan suatu proyek, terutama yang membutuhkan koordinasi kompleks dari berbagai pihak, jadwal yang ketat, dan pengelolaan sumber daya yang efisien (Kaufmann & Kock, 2022). Dalam dunia modern, efektivitas dan efisiensi manajemen proyek sangat menentukan keberhasilan proyek-

proyek besar, khususnya dalam industri teknologi dan infrastruktur. Radar cuaca sendiri memiliki peran penting dalam mitigasi bencana dan peringatan dini terhadap kondisi cuaca ekstrem (Putra et al., 2024), sehingga proyek pengadaannya harus dilakukan dengan manajemen yang optimal agar dapat beroperasi sesuai target waktu, biaya, dan kualitas yang ditetapkan.

Penting untuk mengidentifikasi aktivitas utama dalam proyek pembangunan radar cuaca guna memahami tahapan kritis dalam pelaksanaannya (Rosanti dkk., 2016). Selain itu, analisis terhadap jalur kritis (*Critical Path*) juga diperlukan agar potensi hambatan yang dapat mempengaruhi jadwal proyek dapat diantisipasi dengan baik. Untuk memastikan proyek berjalan sesuai rencana, strategi yang efektif harus disusun guna mengurangi risiko keterlambatan yang dapat berdampak pada efisiensi dan keberlanjutan proyek secara keseluruhan.

Penelitian terdahulu telah banyak membahas manajemen proyek dalam berbagai sektor seperti konstruksi, IT, dan manufaktur (Frangakis Cano, 2024; Ismail et al., 2023; Leite et al., 2024), namun kajian khusus mengenai penerapan manajemen proyek dalam pembangunan radar cuaca masih sangat terbatas. Begitu juga penelitian mengenai radar cuaca, sebagian besar lebih berfokus pada aspek teknis dan operasionalnya, tetapi belum banyak yang membahas secara mendalam metode manajemen proyek yang dapat diterapkan untuk memastikan kelancaran pengadaan dan instalasi radar cuaca.

Penelitian ini memiliki kebaruan dalam pendekatannya yang secara khusus menyoroti proyek radar cuaca sebagai studi kasus. Bertujuan untuk mengidentifikasi metode manajemen proyek yang efektif, serta memberikan gambaran menyeluruh tentang tantangan dan solusi yang dapat diterapkan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi akademisi dan praktisi dalam meningkatkan efektivitas pengelolaan proyek serupa di masa depan, serta menjadi referensi dalam pengembangan kebijakan terkait proyek radar cuaca di Indonesia.

METODE

Prosedur penelitian ini dirancang secara sistematis untuk memastikan setiap tahapan proyek dapat dikelola dengan baik dan mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Prosedur penelitian ini melibatkan beberapa langkah utama sebagai berikut:

a. Penentuan Ruang Lingkup Proyek

Proses ini mencakup identifikasi, pendefinisian, dan pencatatan semua tugas yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek (Haryani, 2009). Ruang lingkup proyek juga mencakup batasan proyek, deliverables yang harus dicapai, serta tujuan yang ingin direalisasikan. Dengan ruang lingkup yang jelas, proyek dapat dikontrol dengan lebih baik dan menghindari perubahan yang tidak terencana.

b. Identifikasi Aktivitas Proyek

Setelah ruang lingkup proyek ditetapkan, langkah berikutnya adalah menyusun *Work Breakdown Structure* (WBS) yang membagi proyek menjadi tugas-tugas yang lebih kecil dan lebih mudah diatur (Pasaribu dkk., 2019). Dengan adanya WBS, setiap tugas dalam proyek dapat dikelola secara lebih efektif, serta memudahkan dalam penjadwalan dan pengalokasian sumber daya.

c. Identifikasi Sumber Daya Manusia (SDM)

Pada tahap ini, dilakukan identifikasi dan pembagian tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap tugas dalam proyek. Proses ini meliputi analisis kapasitas kerja, keahlian yang diperlukan, serta pembagian tanggung jawab sesuai dengan peran masing-masing anggota tim. Dengan pembagian tugas yang jelas, proyek dapat berjalan lebih efisien (Rodhi & Sari, 2024).

Penjadwalan merupakan bagian penting dalam manajemen proyek (Widiasanti dkk., 2023). Dalam tahap ini, dilakukan estimasi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap

aktivitas dalam proyek. Perkiraan waktu dibuat berdasarkan tingkat kompleksitas tugas dan sumber daya yang tersedia. Setelah estimasi selesai, dilakukan penyusunan jadwal secara berurutan untuk memastikan setiap tugas dapat diselesaikan sesuai dengan timeline yang telah ditetapkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ruang Lingkup

Ruang lingkup proyek mencakup pengadaan radar cuaca C-Band di Tangerang serta S-Band di Tanjung Pinang, Natuna, Aceh, dan Saumlaki. Pengadaan ini bertujuan untuk memperkuat jaringan radar cuaca nasional dalam mendukung pemantauan cuaca ekstrem dan mitigasi bencana hidrometeorologi.

Secara teknis, radar cuaca C-Band dan S-Band yang akan diinstal memiliki spesifikasi berbeda. Radar C-Band menggunakan *transmitter* solid-state, sedangkan S-Band menggunakan magnetron. Kedua jenis radar ini memiliki antena dengan teknologi Doppler dan Dual-Polarization untuk meningkatkan akurasi deteksi curah hujan dan fenomena atmosfer lainnya. Dari sisi *receiver*, C-Band menggunakan *down conversion*, sementara S-Band menggunakan *superheterodyne dual down conversion*, yang dapat meningkatkan sensitivitas terhadap sinyal cuaca (Zhang et al., 2024). Struktur fisik radar, termasuk radome dengan lapisan hidrofobik dan menara beton (*concrete tower*), dirancang untuk meningkatkan daya tahan terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem (Besevic et al., 2022).

Identifikasi Aktivitas Proyek

Perencanaan yang matang sangat diperlukan untuk memastikan setiap tahap dapat berjalan sesuai jadwal dan mengurangi potensi risiko. Salah satu metode yang digunakan adalah identifikasi aktivitas proyek dan pemetaan jalur kritis yang menentukan keberhasilan proyek. **Tabel 1** menguraikan aktivitas utama dalam proyek ini, termasuk hubungan ketergantungan antar aktivitas, estimasi waktu pelaksanaan, serta titik-titik kritis yang dapat berdampak pada keseluruhan jadwal proyek.

Tabel 1. Identifikasi Aktivitas Proyek Radar Cuaca

No	Aktivitas	Hubungan (Tergantung pada)	Waktu	Titik Kritis	Konsekuensi
1	Pemesanan Radar Cuaca	-	Jan-Mar 2025	31 Mar 2025	Surat Teguran
2	Survei Awal Lokasi	1	Jan -Mar 2025		
3	Pabrikasi Radar Cuaca (Batch 1) Pabrikasi Radar Cuaca (Batch 2)	1	Feb - Sept 2025 Feb 2025 - Apr 2026	30 Sept 2025	Surat Peringatan
4	Persiapan Lokasi Instalasi (Batch 1) Persiapan Lokasi Instalasi (Batch 2)	2	Apr 2025 Sept 2025		
5	Pembangunan Tower (Batch 1) Pembangunan Tower (Batch 2)	2 & 4	Apr – Okt 2025 Nov 2025 – Mei 2026		
6	Factory Training (FT) (Batch 1) Factory Training (FT) (Batch 2)	3	Okt 2025 Mei 2026		
7	Factory Acceptance Test (FAT) (Batch 1) Factory Acceptance Test (FAT) (Batch 2)	3	Okt 2025 Mei 2026		
8	Shipping (Batch 1) Shipping (Batch 2)	6 & 7	Nov 2025 Jun 2026	30 Jun 2026	Surat Peringatan
9	Pengiriman ke Lokasi Akhir (Batch 1) Pengiriman ke Lokasi Akhir (Batch 2)	4 & 7	Jan 2026 Agust 2026		
10	Instalasi Radar Cuaca (Batch 1) Instalasi Radar Cuaca (Batch 2)	9	Feb 2026 Sept 2026	30 Sept 2026	Surat Peringatan
11	Local Training (Batch 1) Local Training (Batch 2)	10	Apr 2026 Nov 2026		
12	Site Acceptance Test (SAT)	11	Des 2026		

Setiap aktivitas memiliki hubungan ketergantungan dengan aktivitas sebelumnya, sehingga keterlambatan pada satu tahapan dapat mempengaruhi jadwal keseluruhan. Pemesanan radar cuaca yang dilakukan pada awal proyek menjadi dasar bagi aktivitas lain

seperti pabrikasi dan pengiriman. Pembangunan tower juga menjadi elemen penting karena tanpa kesiapan infrastruktur, instalasi radar tidak dapat dilakukan sesuai jadwal. Beberapa aktivitas memiliki batas waktu tertentu yang tidak boleh terlewat, seperti pabrikasi radar cuaca dan pengiriman *batch* pertama, yang memiliki konsekuensi dalam bentuk teguran atau peringatan jika mengalami keterlambatan.

Identifikasi risiko yang mungkin terjadi dalam setiap aktivitas, beserta strategi mitigasi untuk mengurangi dampaknya termuat pada **Tabel 2**. Dengan adanya identifikasi aktivitas proyek, jalur kritis, serta analisis risiko dan mitigasi yang tepat, pelaksanaan proyek pengadaan radar cuaca dapat lebih terstruktur dan terkontrol. Langkah-langkah ini tidak hanya memastikan proyek berjalan sesuai jadwal, tetapi juga mengurangi potensi hambatan yang dapat mengganggu pencapaian target akhir proyek.

Tabel 2. Identifikasi Risiko dan Mitigasi

No	Aktivitas	Risiko	Mitigasi
1	Pemesanan Radar Cuaca	Keterlambatan proses administrasi atau persetujuan anggaran.	Memastikan perencanaan anggaran
2	Survei Awal Lokasi	Hasil survei tidak akurat atau tidak sesuai spesifikasi.	Melibatkan ahli atau menggunakan teknologi terkini.
3	Pabrikasi Radar Cuaca	Keterlambatan produksi karena masalah teknis.	Memastikan pemasok memiliki kapasitas produksi yang cukup.
4	Persiapan Lokasi Instalasi	Lokasi belum siap karena hambatan administratif atau teknis.	Memastikan perizinan dan infrastruktur pendukung sudah tersedia sebelum radar tiba.
5	Pembangunan Tower	Konstruksi mengalami keterlambatan karena faktor cuaca atau keterbatasan material.	Memastikan kesiapan dan identifikasi kebutuhan lebih awal.
6	Factory Training (FT)	Tenaga teknis tidak dapat memahami sistem dengan baik.	Menyusun modul pelatihan yang efektif dan memberikan pelatihan tambahan jika diperlukan.
7	Factory Acceptance Test (FAT)	Radar tidak lolos uji karena cacat produksi atau kesalahan spesifikasi.	Melakukan kontrol kualitas berkala selama produksi
8	Shipping	Keterlambatan pengiriman akibat masalah logistik, cuaca buruk, atau regulasi impor.	Memilih penyedia logistik yang andal dan memiliki alternatif jalur pengiriman.
9	Pengiriman ke Lokasi Akhir	Kerusakan peralatan selama transportasi.	Menggunakan metode pengemasan dan pengangkutan yang sesuai standar industri.
10	Instalasi Radar Cuaca	Gangguan teknis selama pemasangan atau kurangnya tenaga ahli.	Melibatkan teknisi berpengalaman.
11	Local Training	Peserta pelatihan tidak memahami materi dengan baik.	Menggunakan metode pelatihan yang lebih interaktif dan menyediakan materi dalam bentuk video serta manual pengguna.
12	Site Acceptance Test (SAT)	Tim operator belum siap atau kurang paham dalam pengoperasian radar.	Mengadakan pelatihan lebih awal dan memastikan dokumentasi teknis tersedia.

Identifikasi Sumber Daya Manusia (SDM)

Dalam pelaksanaan proyek pengadaan radar cuaca, identifikasi sumber daya manusia (SDM) merupakan aspek penting untuk memastikan setiap tahapan berjalan sesuai dengan perencanaan. Struktur organisasi proyek ini terdiri dari berbagai peran dengan tanggung jawab yang spesifik, mulai dari pengambilan keputusan strategis, perencanaan teknis, pengelolaan logistik, hingga pengawasan kualitas dan keselamatan kerja. Setiap individu dan tim yang terlibat memiliki fungsi yang saling mendukung, sehingga koordinasi yang baik menjadi kunci keberhasilan proyek. Dengan adanya pembagian tugas yang jelas, proyek dapat berjalan secara efisien, risiko dapat diminimalisir, serta kualitas dan keandalan radar cuaca yang dihasilkan dapat terjaga.

- 1) Direktur Proyek, bertanggung jawab dalam memimpin proyek, mengambil keputusan penting, dan mengembangkan strategi mitigasi risiko.
- 2) Manajer Proyek, bertanggung jawab atas pelaksanaan proyek dan pelaksanaan pengadaan.
- 3) Manajer Akun, berkoordinasi dengan tim proyek, kontraktor, dan pemasok.
- 4) Pengendali Proyek, bertugas dalam penjadwalan, menyusun tim, menghitung anggaran, mengatasi permasalahan serta risiko, memantau proses, serta menyusun laporan dan dokumentasi.
- 5) Manajer Teknis, memimpin perencanaan semua perangkat, termasuk komponen radar cuaca, baik perangkat keras (mekanik dan elektronik), perangkat lunak, serta sistem pendukung. Selain itu Manajer Teknis juga harus memastikan radar beroperasi dengan normal.
- 6) Manajer Instalasi, memimpin proses instalasi semua perangkat, menganalisis hasil instalasi, memvalidasi peralatan sistem radar cuaca, serta melakukan pengukuran dan kalibrasi.
- 7) Manajer Konstruksi Sipil, bertanggung jawab atas pembangunan tower radar cuaca, termasuk menyusun rencana proyek yang terperinci, jadwal, serta anggaran. Mengalokasikan sumber daya (tenaga kerja, material, peralatan) secara efektif.
- 8) Manajer Lapangan, mengawasi aktivitas konstruksi harian, memastikan kepatuhan terhadap peraturan keselamatan, serta melakukan inspeksi untuk memastikan pekerjaan memenuhi standar kualitas.
- 9) Administrator Proyek, memastikan seluruh kegiatan administrasi proyek berjalan dengan baik dan efisien.
- 10) Pengendali Dokumen, mengelola dan mengatur dokumen proyek.
- 11) *HSE Officer*, memberikan instruksi dan pelatihan keselamatan serta kesehatan kerja. Mengidentifikasi potensi risiko kecelakaan serta mengelola tindakan pencegahannya. *HSE Officer* harus memastikan semua aktivitas proyek berjalan dengan aman.
- 12) Teknisi, Bertanggung jawab dalam melaksanakan proses instalasi seluruh perangkat sistem radar cuaca, serta memastikan radar cuaca berfungsi sesuai spesifikasinya.
- 13) Insinyur Radar, bertanggung jawab dalam perencanaan dan instalasi perangkat keras radar cuaca agar beroperasi sesuai spesifikasi.
- 14) Insinyur Jaringan, bertanggung jawab dalam perencanaan dan instalasi perangkat sistem komunikasi radar cuaca agar berfungsi optimal.
- 15) Insinyur Listrik, bertanggung jawab dalam perencanaan dan instalasi sistem kelistrikan pada semua peralatan radar cuaca agar beroperasi sesuai spesifikasi.
- 16) Insinyur Mekanik, bertanggung jawab dalam perencanaan dan instalasi sistem mekanik pada semua peralatan radar cuaca agar beroperasi optimal.
- 17) *Technical Quality Assurance*, memastikan kualitas dan keandalan produk radar cuaca.
- 18) Insinyur Pengujian, bertanggung jawab terhadap strategi uji yang mencakup seluruh fungsi dan skenario.

Identifikasi Waktu

Identifikasi waktu pelaksanaan proyek pengadaan radar cuaca dituangkan dalam **Tabel 3**, yang menyajikan jadwal terperinci dari setiap tahapan proyek mulai dari pemesanan, survei lokasi, pabrikasi, pengiriman, hingga instalasi dan pengujian akhir. periode pelaksanaan untuk masing-masing kegiatan, baik yang berlangsung pada tahun 2025 maupun 2026 dituangkan pada tabel identifikasi waktu, agar semua pihak yang terlibat dapat memahami alur proyek secara sistematis, mengidentifikasi keterkaitan antar aktivitas, serta memastikan bahwa setiap tahapan berjalan sesuai jadwal yang telah direncanakan.

Tabel 3. Identifikasi Waktu Pelaksanaan Proyek Radar Cuaca

No	Kegiatan	2025											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
1	Pemesanan Radar Cuaca	v											
2	Survei Awal Lokasi	v	v	v									
3	Pabrikasi Radar Cuaca		v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
4	Persiapan Lokasi Instalasi				v					v			
5	Pembangunan Tower				v	v	v	v	v	v	v	v	v
6	Factory Training										v		
7	Factory Acceptance Test										v		
8	Shipping											v	
9	Pengiriman ke Lokasi Akhir												
10	Instalasi Radar Cuaca												
11	Local Training												
12	Site Acceptance Test												
No	Kegiatan	2026											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
1	Pemesanan Radar Cuaca												
2	Survei Awal Lokasi												
3	Pabrikasi Radar Cuaca	v	v	v	v								
4	Persiapan Lokasi Instalasi												
5	Pembangunan Tower	v	v	v	v	v							
6	Factory Training					v							
7	Factory Acceptance Test					v							
8	Shipping						v						
9	Pengiriman ke Lokasi Akhir	v							v				
10	Instalasi Radar Cuaca		v							v			
11	Local Training				v							v	
12	Site Acceptance Test												v

Berdasarkan jadwal identifikasi waktu, proyek pengadaan radar cuaca ini dimulai dari tahap tanda tangan kontrak pada Desember 2024, diikuti dengan pemesanan empat radar cuaca S-Band dan satu radar cuaca C-Band pada Januari 2025. Survei awal lokasi dilaksanakan dari Januari hingga Maret 2025 untuk menentukan kesiapan infrastruktur. Pabrikasi radar cuaca dimulai pada Februari 2025, dengan dua radar cuaca S-Band dan satu radar cuaca C-Band selesai pada September 2025. Setelah itu, dilakukan *Factory Acceptance Test* (FAT) dan *Factory Training* (FT) pada Oktober 2025, sebelum radar cuaca dikirim ke Indonesia pada November 2025. Dua radar cuaca S-Band lainnya baru selesai pada April 2026, dengan FAT dan FT pada Mei 2026, serta pengiriman ke Indonesia pada Juni 2026.

Persiapan lokasi instalasi untuk radar cuaca C-Band dimulai pada April 2025 di Tangerang. Radar cuaca S-Band di Natuna dan Tanjung Pinang juga disiapkan pada bulan yang sama. Dua lokasi radar S-Band lainnya baru dipersiapkan pada September 2025. Pengiriman radar cuaca ke lokasi akhir dilakukan bertahap, dengan radar cuaca C-Band di Tangerang dan radar cuaca S-Band di Natuna serta Tanjung Pinang dikirim pada Januari 2026. Sementara itu, dua radar cuaca S-Band lainnya, yang ditempatkan di Aceh dan Saumlaki, dikirim pada Agustus 2026. Instalasi infrastruktur dan instrumen dilakukan dalam dua tahap, yaitu Februari dan September 2026, dengan *Local Training* pada April dan November 2026, serta diakhiri dengan *Site Acceptance Test* pada Desember 2026.

Mengelola proyek sebesar ini tentu tidak hanya bergantung pada jadwal teknis, tetapi juga pada pemantauan dan pengendalian kontrak agar setiap tahapan berjalan sesuai kesepakatan. Penting untuk secara aktif mengecek bukti pemesanan barang, sertifikat hasil FAT dan FT, serta dokumen pengiriman untuk memastikan bahwa semua komponen radar cuaca dikirim tepat waktu dan dalam kondisi sesuai spesifikasi. Selain itu, adanya kontrol terhadap *timeline* dan komunikasi yang efektif sangat diperlukan agar potensi keterlambatan dalam produksi atau pengiriman dapat segera diidentifikasi dan diatasi.

Kerumitan proyek ini terletak pada koordinasi antar tahapan yang melibatkan survei lokasi, pabrikasi, pengiriman, instalasi, dan pelatihan di lima lokasi yang berbeda. Keterlambatan dalam salah satu tahapan, seperti produksi radar cuaca atau pengiriman ke lokasi akhir, dapat menghambat keseluruhan proyek. Tantangan lainnya adalah kesiapan lokasi instalasi yang harus diselesaikan sebelum pengiriman radar cuaca agar tidak terjadi *bottleneck*. Selain itu, FAT dan FT yang dilakukan dalam waktu berdekatan menandakan tekanan tinggi dalam memastikan radar berfungsi optimal sebelum dikirim. Dari perspektif pemikiran kritis, jadwal ini menunjukkan bahwa *Site Acceptance Test* dilakukan pada akhir 2026, sehingga jika ada kendala teknis atau faktor eksternal seperti cuaca ekstrem, proyek bisa mengalami keterlambatan. Oleh karena itu, diperlukan strategi mitigasi risiko, seperti *buffer time* dalam setiap tahapan kritis serta perencanaan cadangan jika terjadi kendala dalam pengadaan atau instalasi.

KESIMPULAN

Manajemen proyek dalam pengadaan dan instalasi radar cuaca untuk meningkatkan efektivitas serta mengurangi risiko keterlambatan telah diterapkan. Hasil studi menunjukkan bahwa keberhasilan proyek sangat bergantung pada perencanaan yang matang, koordinasi sumber daya manusia yang baik, serta pengelolaan risiko yang efektif di setiap tahapan. Penyusunan detail pekerjaan, pemetaan jalur kritis, serta strategi mitigasi risiko menjadi faktor penting dalam memastikan proyek berjalan sesuai target. Selain itu, struktur organisasi yang jelas dan koordinasi yang baik meningkatkan efisiensi kerja serta menjaga kualitas hasil akhir. Implementasi sistem pemantauan berbasis digital disarankan, agar dapat membantu dalam evaluasi progres proyek secara aktual, sehingga memudahkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat. Dengan penerapan metode manajemen proyek yang sistematis, proyek radar cuaca dapat berjalan sesuai jadwal, anggaran, dan spesifikasi yang telah ditetapkan.

REFERENSI

- Besevic, M., Vojnic Purcar, M., Kozaric, L., & Bursac, S. (2022). Structural design of the radar station of “Besna Kobila” Serbia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1242(1), 012005. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1242/1/012005>
- Frangakis Cano, Y. (2024). Project management: hybrid approach for construction projects. *MOJ Biology and Medicine*, 9(2), 42–51. <https://doi.org/10.15406/mojbm.2024.09.00216>
- Haryani, E. (2009). Kajian Manajemen Proyek pada Implementasi System Application and Product-Order to Cash PT. XYZ Semarang. *Jurnal Teknologi Informasi-Aiti*, 6, 45–59.
- Ismail, R., Othmani, M. I., Said, I., & Dan, W. (2023). The Effective Project Management Approach Towards Minimising Environmental Impacts In The Construction Industry. *Journal of Technology and Operations Management*, 18(2), 60–72. <https://doi.org/10.32890/jtom2023.18.2.5>
- Kaufmann, C., & Kock, A. (2022). Does project management matter? The relationship between project management effort, complexity, and profitability. *International Journal of Project Management*, 40(6), 624–633. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2022.05.007>
- Leite, J. P., Lima, L. A. de O., Leão, A. P. da S., Fonseca, M. P., Sebastiani, R. T., Silva, M. M. da, Silva, G. P. G. da, Braga, T. da S., & Silva, L. H. P. da. (2024). Project management and its contributions to the implementation of environmental management systems. In *Multidisciplinary Perspectives: Integrating Knowledge*. Seven Editora. <https://doi.org/10.56238/sevened2024.007-013>
- Pasaribu, B., Latief, Y., & Riantini, L. S. (2019). Development of Risk-Based Standardized Work Breakdown Structure (WBS) to Improve Quality Planning of Drainage Construction Work. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 258(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/258/1/012054>

- Putra, M., Rosid, M. S., & Handoko, D. (2024). Rainfall Estimation Model in Seasonal Zone and Non-Seasonal Zone Regions Using Weather Radar Imagery Based on a Gradient Boosting Algorithm. *Atmosphere*, 15(6). <https://doi.org/10.3390/atmos15060726>
- Rodhi, N. N., & Sari, A. K. R. (2024). Perencanaan Manajemen Proyek Dalam Meningkatkan Efektifitas Kinerja Sumber Daya Manusia di Bojonegoro. *Dearsip*, 4, 25–32.
- Rosanti, N., Setiawan, E., & Ayuningtyas, A. (2016). Penggunaan Metode Jalur Kritis Pada Manajemen Proyek (Studi Kasus: PT. Trend Communications International). *Januari*, 8(1), 23–30.
- Widiasanti, I., Musti, A. R., Rabitsani, A. I., Afriani, B., Ardiansyah, M. I., & Seftiani, N. (2023). Pentingnya Implementasi Manajemen Waktu di Dunia Konstruksi. *Jurnal Talenta Sipil*, 6(2), 236. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v6i2.291>
- Zhang, Z., Xu, Q., Hu, X., Cai, B., Wu, Y., Yang, J., & Zhao, M. (2024). Dual-Frequency, Dual-Mode Reconfigurable Digital Atmospheric Radar Receiver Design. *Electronics (Switzerland)*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/electronics13101879>