

Pemrograman Linier untuk Optimalisasi Operasi Mobilisasi (Studi Kasus pada Operasi Hulu Pengeboran Minyak dan Gas)

Linear Programming for Optimization of Mobilization Operations

(Case Study on Upstream Oil and Gas Drilling Operations)

Muhammad Rilly Aka Yogi^{1,*}, Benny Hamdi Rhoma Putra², Fitra Lestari³

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Indonesia

³Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sain dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau, Indonesia

* Penulis korespondensi : rilly.yogi@lecturer.unri.ac.id

Tel.: +62-811-750-147

Diterima: Sep 4, 2021; Direvisi: Okt 30, 2021; Disetujui: Okt 31, 2021

DOI: 10.25299/saintis.2022.vol22(01).7476

Abstrak

Studi kasus pada penelitian ini diadopsi pada sebuah perusahaan multinasional yang bergerak dalam operasi hulu pengeboran minyak dan gas di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mendistribusikan material dari berbagai fasilitas yang ada pada area pengeboran melalui simulasi optimalisasi mobilisasi *Concrete Slab* (CS). Simulasi dilakukan menggunakan metode pemrograman linier dengan kondisi batas antara lain peralatan, durasi, dan jarak melalui fungsi tujuan untuk menekan biaya operasional selama kurun waktu 1 tahun operasi terhadap operasi eksisting pada tahun sebelumnya. Hasilnya ditemukan bahwa terdapat potensial reduksi biaya sebesar 31.36% melalui optimalisasi pada rute operasi.

Kata Kunci: *Simulasi, optimasi, pemrograman linear, operasi Mobilisasi, Pengeboran Minyak dan Gas*

Abstract

The case study in this study was adopted by a multinational company engaged in upstream oil and gas drilling operations in Indonesia. This study aims to distribute material from various existing facilities in the drilling area through a simulation of optimization of *Concrete Slab* (CS) mobilization. CS is required in the operation of drilling site preparation work. Then, the simulation approach is carried out using a linear programming method for boundary conditions including equipment, duration, and distance through the objective function is to reduce operational costs for a period of 1 year of operation against existing operations in the previous year. The results found that there is a potential for cost reduction of 31.36% through optimization of the operating route

Keywords: *Simulation, optimization, linear programming, Mobilization operations, Oil and Gas Drilling*

PENDAHULUAN

Studi kasus penelitian ini dikaji pada sebuah perusahaan multinasional yang bergerak dalam operasi hulu pengeboran minyak dan gas di Indonesia. Perusahaan ini melakukan pekerjaan persiapan lokasi pengeboran dengan membutuhkan pelat beton (*concrete slab/CS*) untuk mendistribusikan beban pada permukaan tanah. Persiapan dengan menggunakan *rig* memiliki kegiatan yang lebih banyak untuk *well site leveling*/pembuatan pit dan *access road* dibandingkan *Coiled Tubing Unit* (CTU) yang hanya menggunakan peralatan yang lebih ringan [1]. Secara umum proses yang berlangsung dalam persiapan lokasi pengeboran antara lain pemasangan patok pada lokasi, pembersihan vegetasi dan pengupasan *top soil*, *leveling* dan

grading, serta diakhiri dengan pemadatan [2]. Pelat beton (*concrete slab*) adalah fitur struktural dengan ketebalan konstan yang digunakan sebagai lantai atau atap. Sebuah *slab-on-ground* didukung pada lapisan tanah dan diperkuat dengan batang tulangan atau *wiremesh* yang dilas. Pelat beton ini membentang di antara tumpuan dan diperkuat untuk menahan momen lentur yang dihitung dari statika berdasarkan besarnya beban dan bentang [3]. Prinsip dasar material ini adalah mengubah gaya beban terpusat menjadi beban terdistribusi dan mengurangi tegangan di sepanjang area. Di banyak bangunan industri, pelat beton tebal ini yang ditopang di atas fondasi atau langsung di tanah bawah digunakan untuk membangun lantai dasar [4]. Pelat ini umumnya diklasifikasikan sebagai bantalan tanah dan dapat dibuat di luar lokasi dan diturunkan ke tempatnya atau dapat dituang di

tempat dengan menggunakan cetakan sementara atau permanen. Dalam aplikasinya di lapangan penggunaan CS memerlukan tanah dasar yang seragam, serta memiliki kekuatan yang cukup dan mampu mengalirkan air tanah secara baik [5].

Pada kenyataannya oleh karena biaya yang diperlukan dalam pengadaan *rig* relatif mahal maka penyediaan *rig* pengeboran lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah *well* yang ada [6]. Penelitian ini memerlukan *concrete slab* untuk seluruh area pengeboran yang berisi fasilitas untuk *rig*, tempat tinggal pekerja, logistik, dan zona mobilisasi untuk kegiatan pengeboran. Luas rata-rata lokasi 200 m² tergantung pada jenis operasi pemboran dan *rig* yang akan dioperasikan. Ada 4 *Rig* yang dioperasikan pada studi kasus ini meliputi A, B, C dan D dengan dengan total *well site* adalah 46 *site*. Tabel 1 memperlihatkan informasi berkaitan dengan operasi mobilisasi yang akan dilakukan. Terdapat 3 parameter utama yaitu jarak dari fasilitas menuju akses masuk lokasi, jarak dari *gate* akses menuju lokasi, dan target penyelesaian penghamparan *concrete slab*. Sedangkan pemasangan *concrete slab* maksimal 5 hari kerja untuk tipikal area lokasi pengeboran. Setelah *concrete slab* terpasang penuh, lalu *rig* masuk ke dalam area untuk melakukan pengeboran. Oleh karena itu keterlambatan pemasangan *concrete slab* dapat menyebabkan biaya tambahan sewa fasilitas *rig*. Sebagaimana yang diketahui bahwa keterlambatan terkait material merupakan salah satu faktor penyebab keterlambatan keseluruhan proyek [7]. Selain itu faktor resiko keterlambatan pekerjaan konstruksi dan keterlambatan pengiriman material merupakan resiko yang berasal dari dalam organisasi [8]. Selain dari aspek keterlambatan, diketahui pula bahwa terdapat resiko strategi yang terdiri atas peningkatan kualitas mitra kerja, penggunaan peralatan dan teknologi yang tepat [9]. Penjadwalan dan pelaksanaan operasi yang tepat diperlukan guna menekan pembiayaan operasi. Penjadwalan bervariasi tergantung pada perkiraan kedalaman sumur dan lapisan formasi geologi. Jadwal pengeboran lengkap dan pemasangan pelat beton pada tahun 2020 diberikan pada Gambar 1.

Permasalahan pada kajian ini menunjukkan perlunya proses pengambilan keputusan pada proses operasi mobilisasi pada pemboran dan *rig* yang akan dioperasikan sehingga penelitian ini bertujuan untuk mendistribusikan beban dari berbagai fasilitas yang ada pada area pengeboran melalui simulasi optimalisasi mobilisasi *Concrete Slab* (CS). *Concrete Slab* diperlukan dalam operasi pekerjaan persiapan lokasi pengeboran. Kemudian, kajian ini membutuhkan sebuah pendekatan proses pengambilan keputusan dengan mempertimbangkan kondisi batas antara lain peralatan, durasi, dan jarak melalui fungsi tujuan adalah untuk menekan biaya operasional selama kurun waktu 1 tahun operasi terhadap operasi eksisting pada tahun sebelumnya.

Ada beberapa pendekatan untuk proses pengambilan keputusan dalam penelitian sebelumnya. Kegiatan operasi mobilisasi pada operasi hulu pengeboran minyak dan gas dapat dimodelkan dengan menggunakan model matematika melalui pemrograman linier. Sebuah studi menyatakan bahwa pemrograman linier adalah metode matematis untuk solusi optimal dari fungsi tujuan linier melalui alokasi sumber daya terbatas yang dimiliki oleh suatu organisasi atau perusahaan [10]. Selanjutnya, nilai optimum pendekatan ini dapat berupa fungsi tujuan untuk memaksimalkan keuntungan atau meminimalkan biaya. Kemudian, studi lainnya menggunakan metode peramalan dan program linier untuk mengoptimalkan sumber daya yang tersedia dan menentukan jumlah produksi yang optimal untuk pusat produksi [11]. Sebuah kajian juga menggunakan program linier melalui metode simpleks untuk menentukan jumlah produksi perusahaan yang optimal dalam mendapatkan keuntungan yang maksimal [12]. Kajian lainnya juga menggunakan program linier melalui metode simpleks untuk mengetahui jumlah produk yang paling optimal dan memaksimalkan keuntungan [13]. Dengan demikian, pendekatan model matematis dengan menerapkan metode *linear programming* diharapkan dapat memberikan keputusan terbaik untuk mengoptimalkan operasi mobilisasi pada operasi hulu pengeboran minyak dan gas dalam studi kasus ini.

Lebih lanjut, selama persiapan lokasi dalam satu tahun, perusahaan ini berhadapan dengan beberapa lokasi pengeboran untuk seluruh blok rencana tahun operasi 2020. Penyusunan agenda operasi pengeboran melibatkan perancangan diagram jaringan kerja yang berisi lintasan dan urutan kegiatan yang akan dilakukan selama penyelenggaraan proyek [14]. Sehingga setiap tahun operasi akan memiliki jenis tujuan yang berbeda tergantung pada jumlah lokasi sumur yang disetujui dan jarak satu sama lain. Pemasangan pelat beton dilakukan dengan beberapa alat berat dengan kebutuhan fungsi yang berbeda-beda. Namun peralatan utama dengan kontribusi signifikan untuk penyelesaian operasi adalah *Hi-buoy*. *Hi-buoy* adalah alat berat yang digunakan untuk memobilisasi material, pelat beton, dari satu lokasi ke lokasi lain dengan acuan spesifikasi unit; maksimum jam kerja 8 jam/hari, maksimal jarak tempuh harian 160 km/jam, dan harga satuan sewa unit Rp.250.000/jam. *Hi-buoy* memiliki kecepatan rata-rata bermuatan dan kecepatan kosong berturut-turut adalah 30 km/jam dan 50 km/jam [15]. Namun sesuai regulasi internal maka asumsi maksimum kecepatan diizinkan adalah 40 km/jam. Sehingga variabel signifikan pada optimasi operasi adalah basar jarak tempuh total operasi selama kurun waktu 1 tahun. Selain itu optimalisasi akan tergantung pada jumlah total *Concrete Slab* dan jumlah alat berat yang tersedia, juga *progress* antara

persiapan lokasi yang akan datang dan lokasi pengeboran dimana *rig* tengah dioperasikan sebagaimana pada Gambar 2. Pada operasi sebelumnya setiap dua tim akan melayani *rig* tertentu untuk seluruh tahun operasi. Metode operasi ini tidak lagi dapat diandalkan karena

terdapat beberapa status *idling* pada *rig* pada tahun sebelumnya akibat mobilisasi pelat beton yang dilakukan tidak efektif. Sehingga diperlukan perencanaan operasi pelat beton baru untuk mencegah biaya tambahan yang tidak diinginkan bagi perusahaan.

Tabel 1. Parameter Lokasi Pengeboran

<i>Rig</i>	<i>Well Site</i>	Jarak dari fasilitas menuju akses masuk jalan utama (m)	Jarak lokasi pengeboran menuju jalan utama operasi (m)	Target penyelesaian (minggu)
A	#1	11937	8999	3
	#2	23277	1831	3
	#3	16801	9622	4
	#4	25737	2187	4
	#5	15765	6662	6
	#6	43609	4046	5
	#7	37738	3058	4
	#8	47221	7776	5
	#9	10538	4966	5
	#10	10689	2301	4
	#11	6026	2874	3
B	#12	12393	2907	4
	#13	36167	7945	5
	#14	46009	3892	3
	#15	44153	4721	4
	#16	10523	8617	4
	#17	16369	5055	4
	#18	40984	3408	4
	#19	44293	4385	4
	#20	48173	5501	3
	#21	32336	6984	4
	#22	35205	1447	3
	#23	9321	9337	4
C	#24	6088	7909	5
	#25	9027	7295	4
	#26	5861	4960	4
	#27	16870	1895	5
	#28	46058	7252	3
	#29	49240	8701	5
	#30	15277	8858	4
	#31	23263	4887	4
	#32	19866	4063	4
	#33	44409	3957	5
	#34	10994	8871	3
	D	#35	25617	5483
#36		22062	9369	4
#37		20653	5121	3
#38		39671	6133	4
#39		49137	2491	4
#40		11508	5968	5
#41		41223	4495	3
#42		5956	1805	4
#43		32655	6557	4
#44		24274	9099	3
#45		27794	5622	3
#46		35399	6424	5

Rig #	Jan				Feb				Mar				Apr				May				Jun				
	i	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Rig A	#1			#2			#3				#4			#5						#6					
Rig B	#12			#13					#14			#15			#16					#17					#18
Rig C	#24					#25			#26				#27				#28			#29					
Rig D	#35			#36				#37			#38			#39				#40							#41

Rig #	Jul				Aug				Sep				Oct				Nov				Dec				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Rig A	#7				#8					#9				#10					#11						
Rig B				#19				#20			#21			#22			#23								
Rig C		#30				#31			#32				#33			#34									
Rig D			#42			#43			#44			#45			#46										

Gambar 1. Jadwal mobilisasi *concrete slab*

METODOLOGI

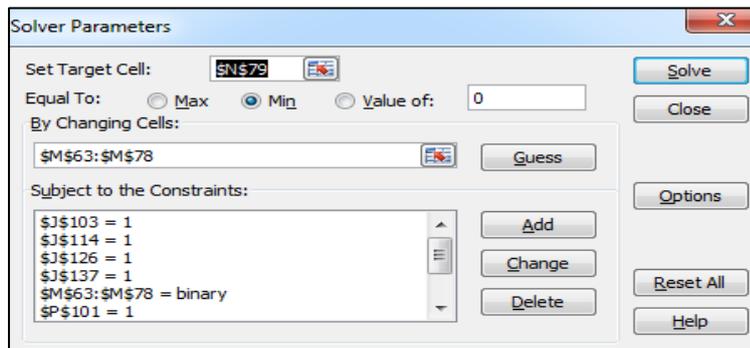
Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus untuk proses pengambilan keputusan terbaik pada operasi mobilisasi pada operasi hulu pengeboran minyak dan gas. Selanjutnya digunakan pendekatan studi kasus melalui observasi dan wawancara. Sebuah Studi menyatakan bahwa masalah berdasarkan studi kasus dapat diselesaikan dengan beberapa pendekatan yang berasal dari hasil survei, observasi, wawancara, dokumen, catatan dan hasil evaluasi[16].

Pengumpulan data pada kajian ini dilakukan berkaitan dengan parameter operasi, perhitungan indikator operasi, analisa komparatif, dan kesimpulan. Adapun data yang digunakan adalah jarak antar lokasi, maksimum jam kerja harian *Hi-Buoy*, maksimal jarak tempuh harian *Hi-Buoy*, kecepatan maksimum *Hi-Buoy*, dan harga satuan sewa unit per jam. Data diperoleh dari operasional perusahaan pada studi kasus ini melalui penjadwalan aktual. Selanjutnya dilakukan perhitungan melalui simulasi matematis menggunakan analisa pemrograman linear *Ms.Excel*. Perhitungan kemudian diterapkan pada sebelum dan setelah dilakukan perancangan.

Bagian akhir adalah melakukan analisa perbandingan sehingga diperoleh hasil studi berupa persentase efektifitas optimalisasi operasi yang diproyeksikan akan didapatkan melalui rancangan operasional baru.

HASIL DAN DISKUSI

Solusi dikembangkan dengan menggunakan operasi transfer beton terbuka dimana seluruh tim dapat melakukan operasi pada *rig* manapun, hal ini untuk menghindari tim logistik khusus untuk setiap *rig* yang dioperasikan. Tujuan alternatif ini adalah untuk mengoptimalkan total jarak minimum pada setiap operasi mobilisasi pelat beton sepanjang tahun 2020. Selain itu pengaturan logika dan *constraint* meliputi penetapan hanya satu jalur yang mungkin untuk setiap lokasi terdahulu pada setiap fase, pengaturan jarak total minimum untuk setiap fase dan lakukan perhitungan total jarak keseluruhan pada setiap fase yang diatur dari logika poin ke 2. *Setting objective* pada *Ms. Excel* diberikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaturan pada Ms.Excel

PHASE A				
Location		Distance	Decision	Distance Result
Origin	Destination			
#1	#3	22,170	1	22,170
#1	#14	41,174	0	0
#1	#26	19,204	0	0
#1	#37	28,493	0	0
#12	#3	15,622	0	0
#12	#14	34,626	1	34,626
#12	#26	13,568	0	0
#12	#37	21,945	0	0
#24	#3	26,929	0	0
#24	#14	45,933	0	0
#24	#26	18,143	1	18,143
#24	#37	33,252	0	0
#35	#3	9,654	0	0
#35	#14	23,978	0	0
#35	#26	29,368	0	0
#35	#37	18,407	1	18,407
TOTAL				93,346

Gambar 3. Hasil simulasi

Simulasi dilakukan dengan melakukan pemasangan (*pairing*) lokasi asal dan lokasi tujuan sedemikian hingga diperoleh total jarak tempuh perjalanan mobilisasi CS yang paling kecil melalui penelusuran secara otomatis menggunakan Ms. Excel. Hasil simulasi beberapa lokasi untuk Phase A diberikan pada Gambar 3. Hasil ini memperlihatkan bahwa pada phase A total jarak minimum yang mungkin dapat ditempuh adalah 93,34 Km. Mengacu pada spesifikasi unit dan sesuai dengan hasil simulasi total jarak minimum maka diperoleh berbagai perbandingan parameter

operasi sebelum dan setelah dilakukan simulasi dalam satu tahun operasi sebagaimana diberikan pada rangkuman Tabel 2. Rangkuman ini memperlihatkan hasil estimasi perbandingan total biaya antara strategi operasi awal yang dilakukan pada tahun sebelumnya terhadap strategi operasi sebagaimana yang diterapkan pada simulasi. Dengan membandingkan total biaya sebesar 100,37 Miliar Rupiah dengan 68,90 Miliar Rupiah pada sebelum dan setelah diperoleh bahwa simulasi berpotensi mereduksi biaya sebesar 31,36%

Tabel 2. Hasil perhitungan

Parameter	Satuan	Sebelum (awal)	Setelah (simulasi)
Total distance covered	Km/tahun	1.003.707	688.983
Minimum daily total distance	Km/hari	4.182	2.871
Round trip	Km/hari	8.364	5.742
Minimum hi buoy total working hour	Jam/Hari	209	144
Hi buoy invoicing	Juta Rupiah/Hari	52,28	35,88
Total annual hi buoy invoicing	Miliar Rupiah	100,37	68,90

KESIMPULAN

Studi ini mempertimbangkan isu proses pengambilan keputusan pada operasi mobilisasi pada operasi hulu pengeboran minyak dan gas. Pendekatan pemodelan matematis melalui program linier digunakan untuk menentukan total *budgeting* tahunan pada kajian ini. Hasil penelitian membuktikan bahwa rencana usulan lebih baik dari rencana awal yang memperlihatkan bahwa

terdapat potensi penghematan sebesar 31.36% dari optimalisasi rute mobilisasi dengan tujuan untuk memenuhi jarak seminimal mungkin sepanjang tahun 2020. Namun untuk menentukan total biaya tahunan yang lebih optimal dalam operasi mobilisasi pada operasi hulu pengeboran minyak dan gas perlu dilakukan eksperimen *numeric* dengan mempertimbangkan berbagai variabel. Dengan demikian, penelitian ini dibatasi dalam menentukan total biaya tahunan pada

peralatan utama (*Hi-buoy*) dengan kontribusi signifikan untuk penyelesaian operasi. Disarankan penelitian lebih lanjut pada berbagai variabel atau aspek operasi lainnya untuk menentukan total biaya tahunan yang optimal dengan multi variabel dalam memobilisasi material, pelat beton (*concrete slab*), dari satu lokasi ke lokasi lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Jurusan Teknik Sipil Universitas Riau dalam mendukung penelitian ini.

REFERENSI

- [1] C. C. Afrisca and G. Darmawan, "Evaluasi Rigless Plug & Abandonment: Sebuah Studi Kasus," *J. Nas. Pengelolaan Energi Migas*, vol. 2, no. 2, pp. 09–20, 2020, doi: 10.37525/mz/2020-2/256.
- [2] C. Kipsang, "Cost Model for Geothermal Wells," *World Geotherm. Congr. 2015*, no. April, p. 12, 2015.
- [3] D. G. Jati, "Pemodelan Elemen Hingga Non Linier Pelat Satu Arah Beton Bertulang Berongga Bola," *J. Tek. Sipil*, vol. 12, no. 4, pp. 233–240, 2016, doi: 10.24002/jts.v12i4.631.
- [4] R. Ardiansyah and T. Sudibyoy, "Analisis Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Lajur Pengganti pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Jakarta-Cikampek II Elevated," *J. Tek. Sipil dan Lingkungan*, vol. 5, no. 1, pp. 17–30, 2020, doi: 10.29244/jsil.5.1.17-30.
- [5] S. D. Tayabji and D. Bilow, "Concrete slab track state of the practice," 2001. doi: 10.3141/1742-11.
- [6] H. V. Bassi, V. J. M. Ferreira Filho, and L. Bahiense, "Planning and scheduling a fleet of rigs using simulation-optimization," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 63, no. 4, pp. 1074–1088, 2012, doi: 10.1016/j.cie.2012.08.001.
- [7] A. S. Ariyanto, K. A. P. Kamila, Supriyadi, M. B. Utomo, and Wildana Latif Mahmudi, "Pengaruh Keterlambatan Material Terhadap," *Bangun Rekaprima*, vol. 05, no. 2, pp. 51–58, 2019.
- [8] B. Christin and L. B. Sihombing, "Identifikasi Faktor Risiko Biaya Kontingensi Proyek," in *Prosiding CEEDRiMS 2021*, 2021, pp. 9–16.
- [9] G. Irawan and B. M. Wibawa, "Analisis Peta Risiko Pengeboran Di Wilayah Asset 5 PT Pertamina EP," *J. Manaj. dan Kewirausahaan*, vol. 17, no. 2, pp. 113–125, 2015, doi: 10.9744/jmk.17.2.113.
- [10] D. Bhattarai, "Linear Programming Problems : Determination of Optimal," *Nuta J.*, vol. 5, pp. 79–86, 2074.
- [11] G. Osagie and M. Icheme, "Optimization of Resources With the Aid of Linear Programming Model in Steve Shoe Production Centre, Enugu, Nigeria," *Int. J. Res. - Granthaalayah*, vol. 6, no. 9, pp. 123–136, 2018, doi: 10.5281/zenodo.1436782.
- [12] Z. Haide, R. Fareed, M. B. Tariq, S. Usman, N. U. Din, and M. S. Khan, "Application of linear programming for profit maximization : A Case of Paints Company, Pakistan," *Int. J. Manag. Sci. Bus. Res.*, vol. 5, no. 12, pp. 144–151, 2016, doi: 10.31838/jcr.07.12.195.
- [13] V. N. Maurya, R. B. Misra, P. K. Anderson, and K. K. Shukla, "Profit Optimization Using Linear Programming Model : A Case Study of Ethiopian Chemical Company," *Am. J. Biol. Environ. Stat.*, vol. 1, no. 2, pp. 51–57, 2015, doi: 10.11648/j.ajbes.20150102.12.
- [14] E. Priyanto, B. Ervadius, and M. A. Wahyudi, "Percepatan Waktu Dan Biaya Terhadap Perencanaan Proyek Fabrikasi Steam Turbin Building Blok 2 Muara Tawar Dengan Metode CPM," *J. Keilmuan dan Terap. Tek.*, vol. 8, no. 2, pp. 24–33, 2019.
- [15] M. I. Sangadjia, E. R. Ahadianb, and M. Darwis, "Analisis Produktivitas Waktu Kerja Alat Berat Pada Pembangunan Lanjutan Reklamasi Dan Jalan Kawasan Kayu Merah- Kalumata," *J. Sci. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 59–71, 2021.
- [16] S. Ebneyamini and M. R. S. Moghadam, "Toward Developing a Framework for Conducting Case Study Research," *Int. J. Qual. Methods*, vol. 17, no. 1, pp. 1–11, 2018, doi: 10.1177/1609406918817954.